



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Šulc. EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA, IMBABURA”

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTORA:

Susana Gissela Guacán Valverde

DIRECTORA:

Ing. Julia K. Prado, PhD.

Ibarra, agosto 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA:

“EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Šulc. EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA, IMBABURA.”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Julia Prado, PhD.

DIRECTORA



FIRMA

Lic. Ima Sánchez, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Juan Pablo Aragón, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:


DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172452060-4		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Guacán Valverde Susana Gissela		
DIRECCIÓN:	Cayambe		
EMAIL:	sgguacanv@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2129074	TELÉFONO MÓVIL:	0983985150

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>Bactericera cockerelli</i> Šulc. EN EL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA, IMBABURA."
AUTOR:	Susana Gissela Guacán Valverde
FECHA: DD/MM/AAAA	04/08/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
DIRECTOR:	Ing. Julia Prado, PhD.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 04 días del mes de agosto de 2021

LA AUTORA
Susana Gissela Guacán Valverde, C.I.: 172452060-4

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Guacán Valverde Susana Gissela, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 04 días del mes de agosto del 2021.



Ing. Julia Prado, PhD.
DIRECTORA DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 04 días del mes de agosto del 2021.

Susana Gissela Guacán Valverde: "EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Šulc. EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA, IMBABURA/Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 04 días del mes de agosto del 2021, 92 páginas.

DIRECTORA: Ing. Julia Prado, PhD.

- El objetivo principal de la presente investigación fue evaluar la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la parroquia de La Esperanza, Imbabura.
- Entre los objetivos específicos se encuentran: Determinar el nivel de infestación de huevos y ninfas de *B. cockerelli* a través del monitoreo directo en el cultivo de papa. Determinar la población de insectos adultos a través del monitoreo indirecto en el cultivo de papa. Registrar información primaria a través de encuestas para la descripción del manejo agronómico del cultivo de papa.



.....

PhD. Julia Prado Beltrán

Directora de Trabajo de Grado



.....

Guacán Valverde Susana Gissela

Autora

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco infinitamente a Dios por bendecir mi vida, por ser mi guía a lo largo de mi existencia, ser mi soporte y fortaleza en todos los momentos de dificultad y debilidad; de igual manera, quiero agradecer a mis padres, por su gran amor, trabajo, sacrificio y paciencia en todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí. Ha sido un orgullo y privilegio ser su hija.

A la Gloriosa Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, especialmente a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria por haber permitido desarrollar parte de mi potencial y aptitudes en beneficio de la sociedad.

Además, a la Ing. Julia Prado, PhD quien me ha impartido nuevos conocimientos y crear valores que me permitan desarrollarme como un buen ser humano, a mis asesores de tesis Lcda. Ima Sánchez, MSc, Ing. Juan Pablo Aragón, MSc, por su aporte en el presente trabajo y a la Ing. Carmen Castillo, PhD (INIAP) por el apoyo, las facilidades y por haberme brindado la oportunidad de desarrollar esta investigación.

Finalmente, a mis amigas Saida, Carla y Soledad por apoyarme en todo momento y por formar parte de mi vida, por las tareas que juntas realizamos y todas las veces que me explicaron algo difícil de comprender, gracias. Por la confianza que depositaron en mí y el apoyo recibido desde el día que las conocí, por ser más que unas amigas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE LAS TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT.....	XIV
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema.....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	5
1.5 Preguntas Directrices.....	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Cultivo de Papa	6
2.1.1 Generalidades	6
2.1.2 Descripción Taxonómica.....	7
2.1.3 Importancia Económica.....	7
2.1.4 Fenología del Cultivo	8
2.1.5 Principales Enfermedades del Cultivo de Papa.....	9
2.1.6 Principales Plagas del Cultivo de Papa.....	10
2.2 Generalidades de la Plaga	11
2.2.1 Psílido de la Papa (<i>Bactericera cockerelli</i> Sûlc.)	11
2.2.2 Descripción Taxonómica.....	12
2.2.3 Ciclo Biológico de <i>B. cockerelli</i> S.....	12
2.2.4 Plantas Hospederas	15
2.2.5 Distribución	15
2.2.6 Daños	15
2.3 Punta Morada	16
2.4 Estrategias de Manejo Enfocadas a <i>B. cockerelli</i> S.	17
2.5 Marco Legal	20
CAPITULO III.....	21

MARCO METODOLÓGICO.....	21
3.1 Caracterización del Área de Estudio	21
3.2 Materiales	22
3.3 Métodos.....	22
3.4 Variables Evaluadas	23
3.5 Manejo Específico del Experimento	27
CAPITULO IV.....	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1 Número de Huevos.....	36
4.2 Número de Ninfas.	42
4.3 Número de Adultos.	47
4.4 Sintomatología de la Punta Morada (PM).....	50
4.5 Clasificación de Insectos por Orden (entomofauna) Colectados en Trampas.	52
4.6 Entomofauna Muestreada con la Red Entomológica.	57
4.7 Manejo Agronómico del Cultivo de Papa.	59
4.8 Manejo Químico.....	60
4.9 Temperatura	65
CAPÍTULO V.....	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
5.1. CONCLUSIONES	69
5.2. RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Planta de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.).....	7
Figura 2: Etapas fenológicas del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.).....	8
Figura 3: Adulto de <i>Bactericera cockerelli</i> S.	12
Figura 4: Ciclo de vida de <i>Bactericera cockerelli</i> S.....	13
Figura 5: Localización del área de estudio (Parroquia de La Esperanza).....	21
Figura 6: Modelo de monitoreo (X) para huevos y ninfas de <i>B. cockerelli</i> S.....	24
Figura 7: Conteo de las oviposturas de <i>B. cockerelli</i> S.....	24
Figura 8: Conteo de ninfas de <i>B. cockerelli</i> S. del IV y V instar.....	25
Figura 9: Conteo de adultos de <i>B. cockerelli</i> S. en trampas amarillas.....	26
Figura 10: Recolección de entomofauna con la red entomológica.....	26
Figura 11: Inspección de la sintomatología de punta morada en el cultivo de papa.....	27
Figura 12: Identificación de los lotes del cultivo de papa.....	28
Figura 13: Monitoreo en los lotes de papa.....	29
Figura 14: Recolección de las trampas amarillas del cultivo de papa.....	30
Figura 15: Identificación de las trampas recolectadas.....	30
Figura 16: Órdenes taxonómicos diferenciados bajo el estereoscopio.....	31
Figura 17: Identificación de las muestras colectadas en floración.....	32
Figura 18: Manejo del cultivo de papa realizado en la localidad de La Esperanza.....	33
Figura 19: Número de oviposturas de <i>B. cockerelli</i> S por localidad y por variedad.....	37
Figura 20: Número de huevos de <i>B. cockerelli</i> S. con respecto a los días después de la siembra en la localidad de Chirihuasi.....	38
Figura 21: Número de huevos de <i>B. cockerelli</i> S. con respecto a los días después de la siembra en la localidad de La Magdalena.....	39
Figura 22: Número de oviposturas de <i>B. cockerelli</i> S. con respecto a las etapas fenológicas del cultivo de papa.....	41
Figura 23: Número de ninfas de <i>B. cockerelli</i> S. por localidad con respecto a la variedad...	43
Figura 24: Número de ninfas con respecto a los días después de la siembra en la localidad de Chirihuasi.....	44
Figura 25: Número de ninfas con relación a los días después de la siembra en la localidad de La Magdalena.....	45
Figura 26: Fluctuación de los estadios (IV y V instar) de <i>B. cockerelli</i> S. durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo de papa.....	46

Figura 27: Número de adultos <i>Bactericera</i> por trampa con respecto a las etapas fenológicas del cultivo de papa	48
Figura 28: Número de insectos adultos de <i>B. cockerelli</i> S. por trampa con respecto a los días después de la siembra.....	49
Figura 29: Porcentaje de incidencia de Punta Morada con respecto a los días después de la siembra en los cinco lotes de papa localizados en La Esperanza.	51
Figura 30: Número de insectos contabilizados con respecto al orden taxonómico por variedad.....	53
Figura 31: Clasificación de insectos por orden taxonómico con respecto a los días después de la siembra en la variedad Capiro/Violeta.....	54
Figura 32: Clasificación de insectos por orden taxonómico con respecto a los días después de la siembra en la variedad Superchola.....	55
Figura 33: Clasificación de insectos por orden taxonómico con respecto a los días después de la siembra en la variedad Única	56
Figura 34: Porcentaje de pesticidas según su objetivo utilizados en La Esperanza.....	61
Figura 35: Fluctuación de la temperatura registrada durante este ciclo de cultivo de la papa en la localidad de Chirihuasi.....	65
Figura 36: Fluctuación de la temperatura registrada durante este ciclo de cultivo de la papa en la localidad de La Magdalena.	66

ÍNDICE DE LAS TABLAS

Tabla 1: Principales enfermedades que afectan a la papa.	10
Tabla 2: Principales plagas presentes en el cultivo de papa.	11
Tabla 3: Descripción del ciclo biológico de <i>B. cockerelli</i> S.	13
Tabla 4: Información adicional de los lotes evaluados.	23
Tabla 5: Control fitosanitario aplicado durante el ciclo del cultivo de la papa por variedad. .	34
Tabla 6: Número de insectos identificados por orden taxonómico con respecto al porcentaje de floración que presentó el cultivo de papa.	58
Tabla 7: Tabla de contingencia pesticidas por objetivo por etapas fenológicas.	60
Tabla 8: Frecuencias relativas por filas según los ingredientes activos por etapas fenológicas	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Plantilla para la toma de datos del monitoreo de <i>Bactericera cockerelli</i> (Šulc.) establecido por el INIAP.....	90
Anexo 2: Encuesta aplicada a los productores del cultivo de papa	91
Anexo 3: Ejemplo de encuesta realizada al Sr. Luis Pavón, propietario del lote 4 ubicado en la localidad de Chirihuasi.....	91

EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera cockerelli* Šulc. EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA, IMBABURA.

Autor: Guacán Valverde Susana Gissela

Universidad Técnica del Norte

Correo: sggvacanv@utn.edu.ec

RESUMEN

Bactericera cockerelli (Šulc.) (Hemiptera: Triozidae) insecto vector de la Punta morada causante de grandes pérdidas económicas en la producción de papa. Una de las zonas afectadas por esta plaga es la parroquia de La Esperanza de Ibarra. Por ende, con el objetivo de evaluar la dinámica poblacional de *B. cockerelli* Šulc. en papa en las localidades de Chirihuasi y La Magdalena, se realizó un monitoreo en la infestación del insecto. Para el muestreo se seleccionaron 20 plantas al azar en forma de X por lote, donde se contabilizaron las oviposturas, ninfas (IV y V instar) cada 15 días. El conteo de adultos se utilizó dos trampas adhesivas por hectárea, ubicadas en el centro y borde de los lotes. Además, se registró las densidades poblacionales de la entomofauna, manejo fitosanitario, sintomatología de punta morada y temperatura. Los resultados mostraron diferencias significativas en la densidad de huevos, ninfas y adultos entre localidades, variedad y etapas fenológicas. La Magdalena registró poblaciones más altas de huevos, ninfas y adultos; el número de huevos fue 1484 en la etapa de floración, el número de ninfas de 336 en la etapa de tuberización, y el número de adultos de 8 en la etapa de prefloración. El mayor porcentaje de incidencia de Punta Morada presentó Chirihuasi con un 90% a partir de la semana ocho después de la siembra, y La Magdalena un 58%. El manejo agronómico del cultivo en La Esperanza se basa en el control químico, especialmente durante la floración donde se evidenció un total de 5 aplicaciones de pesticidas.

Palabras clave: Solanaceae, *Paratrioza*, ovipostura, ninfas, monitoreo, punta morada.

EVALUATION OF THE POPULATION DYNAMICS OF *Bactericera cockerelli* Šulc lc. IN THE POTATO CROP (*Solanum tuberosum* L.) IN LA ESPERANZA PARISH, IMBABURA.

Author: Guacán Valverde Susana Gissela

Universidad Técnica del Norte

Email: ssguacanv@utn.edu.ec

ABSTRACT

Bactericera cockerelli (Šulc.) (Hemiptera: Triozidae), an insect vector of the purple top, causing great economic losses in potato production. One of the areas affected by this pest is the parish of La Esperanza de Ibarra. Therefore, in order to evaluate the population dynamics of *B. cockerelli* Šulc. on potatoes in the localities of Chirihuasi and La Magdalena, a monitoring of the insect infestation was carried out. For the sampling, 20 plants were randomly selected in an X shape per lot, where ovipositions, nymphs (IV and V instar) were counted every 15 days. Adults were counted using two sticky traps per hectare, located in the centre and at the edge of the plots. In addition, population densities of entomofauna, phytosanitary management, purple top symptomatology and temperature were recorded. The results showed significant differences in the density of eggs, nymphs, and adults between localities, variety and phenological stages. La Magdalena recorded higher populations of eggs, nymphs, and adults; the number of eggs was 1484 at the flowering stage, the number of nymphs was 336 at the tuberisation stage, and the number of adults was 8 at the pre-flowering stage. The highest percentage of incidence in Punta Morada was in Chirihuasi with 90% from week eight after sowing, and in La Magdalena with 58%. The agronomic management of the crop in La Esperanza is based on chemical control, especially during flowering, where a total of 5 pesticide applications were made.

Keywords: Solanaceae, *Paratrioza*, oviposture, nymphs, monitoring, purple top.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La papa (*Solanum tuberosum* L.), es considerada como el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo para el consumo humano después del arroz y del trigo, siendo esencial en términos de seguridad alimentaria frente al crecimiento de la población y al aumento de las tasas globales de hambre (Chávez, 2008). La mayor diversidad genética de papa silvestre y cultivada se encuentra en las tierras altas de los Andes (Pumisacho y Sherwood, 2002). En el Ecuador se estima que existen alrededor de 350 variedades, y la mayoría de las papas nativas son cultivadas sobre los 3 000 m.s.n.m., y son altamente valoradas por sus propiedades organolépticas, agrícolas y por ser parte de la identidad cultural (Monteros y Reinoso, 2010).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, (2019) la superficie sembrada de papa a nivel nacional durante el 2018 fue de 23 974 ha, mientras tanto que para el año 2019 registró una reducción del 2% con 20 626 ha, además la mayor producción del tubérculo se concentra en la provincia del Carchi con el 43.56%. Este decrecimiento se lo ha asociado directamente al factor climático que actuó desfavorablemente para los cultivos y a la acción por parte de ciertos patógenos que son transmitidos directamente al follaje, raíces, y tubérculos como son los virus (PVY, PLRV, PVX), hongos (*Rhizoctonia* sp.), bacterias (*Pectobacterium* sp.), nematodos (*Globodera* spp.) e insectos (polillas de la papa y *B. cockerelli* S.) (Andrade y Kromann, 2015).

B. cockerelli S. es considerada una de las plagas más importantes que han llegado a ocasionar grandes pérdidas económicas sobre los cultivos de solanáceas entre los cuales se encuentra la papa (*Solanum tuberosum* L.), el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), el tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) y el pimiento (*Capsicum annuum* L.) (Ramírez y Figueroa, 2013), fue descubierto por primera vez en 1909 en el estado de Colorado (USA) y ahora se encuentra ampliamente distribuido en América del Norte, América Central, Nueva Zelanda y últimamente, ha logrado llegar a cultivos de América del Sur (Bujanos y Ramos, 2015; Jirón et al., 2016; Crosslin et al., 2010).

Adicionalmente, esta plaga es capaz de transmitir el patógeno bacteriano *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Lieferting et al., 2008; Secor et al., 2008). Mientras tanto, en Ecuador se ha reportado el fitoplasma '*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*' (grupo 16SrII) (Caicedo et al., 2015) y '*C. Phytoplasma*' (16SrI-F) (Castillo et al., 2018), lo cual contribuye a incrementar la severidad de los síntomas por la alimentación del insecto debido al consumo de nutrientes de la planta, multiplicación de la bacteria y la expresión de factores de virulencia del patógeno (Delgado et al., 2019).

Por consiguiente, el manejo efectivo de este insecto plaga requiere del conocimiento de sus biología, ecología, distribución geográfica y dinámica poblacional (Munyanza et al., 2009), existen una serie de herramientas que el agricultor puede usar para establecer un adecuado manejo integrado en su cultivo y estas pueden agrupar varias estrategias de combate, que varían en su grado de impacto en el agroecosistema (Stenberg, 2017). Entre las tácticas de manejo se encuentran el uso de semilla sana, el monitoreo de los insectos vectores, las prácticas culturales, el control biológico y los controles químicos que buscan reducir las poblaciones de psíldos, pero se considera que la utilización de pesticidas sea el último recurso al cual acudir (Masapanta, 2020; Rubio et al., 2013; Cuesta et al., 2021).

Cabe destacar que, para el control de *B. cockerelli* S. y de Punta Morada se ha instaurado un protocolo de monitoreo minucioso de las oviposturas y ninfas en el follaje, es un valioso auxiliar que permite determinar el inicio de proceso de inmigración al cultivo y comprobar la eficiencia de las condiciones de manejo que se estén utilizando (Bujanos y Ramos, 2015). Por otra parte, el trampeo de los adultos en las zonas de alto riesgo es efectivo para detectar la presencia de las poblaciones de insectos al predio (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2010). Dentro de las acciones inmediatas ante esta plaga se encuentra la aplicación de insecticidas, esta se inicia apenas son detectados los primeros arribos del psílido al cultivo y es necesario realizar rotaciones de los pesticidas de acuerdo con su grupo químico y modo de acción; de esta manera no se crea resistencia en el insecto dada su gran capacidad reproductiva y de transmisión del fitoplasma (Cuesta et al., 2018).

1.2 Problema

El psílido *B. cockerelli* S. es un insecto altamente migrante que causa daño a la papa al alimentarse y succionar la savia del floema y consecuente debilitamiento de la planta hospedante, sin embargo el daño más importante es debido a los desórdenes fisiológicos ocasionado por bacterias y virus del psílido, y una enfermedad denominada amarillo del psílido (Liefting et al., 2009a; Munyaneza et al., 2007; Cranshaw, 2002), en estudios realizados por Delgadillo (1999), se estableció que esta enfermedad estaba relacionada con organismos del tipo fitoplasmas.

Además, este psílido al encontrarse en asociación con la enfermedad de Zebra chip, ha registrado pérdidas en producción, rendimiento comercial y calidad de tubérculos hasta el 50%, 90% y 35%, respectivamente (Ramírez y Figuera, 2013). Incluso, se estima que el 25% de los campos de papa en el país fueron afectados por la punta morada en 2018 y un 19% en 2019, y durante este mismo año en las provincias de Imbabura y Cotopaxi se presentaron la mayoría de sus cultivos (81% y 67% respectivamente) infestados con el psílido de la papa (Pérez et al., 2020).

Al tratarse de una nueva plaga, es evidente que representa una grave amenaza para los umbrales económicos (Bujanos y Ramos, 2015). Por esta razón, los productores han optado por la aplicación de una gran cantidad de insecticidas sin tener algún tipo de recomendación técnica y con el desconocimiento de la dinámica poblacional del psílido. En Ecuador, de acuerdo con el INEC (2014), el uso de plaguicidas químicos se da en un 77.75% en cultivos transitorios (de ciclo corto), y para el control de los principales insectos plaga en el cultivo de papa los agricultores refirieron hacer fumigaciones cada 15 días (Aldás, 2012); mientras tanto que para el cultivo de pimiento se llegan a realizar hasta dos aspersiones semanales de insecticidas (Chirinos et al., 2020).

En este sentido, es importante mencionar que en la zona norte del país no existe información necesaria con respecto a la influencia de la temperatura sobre la dinámica poblacional de *B. cockerelli* S. en papa, específicamente en la localidad de La Esperanza, Imbabura. Además, no se cuenta con estudios enfocados en el monitoreo en las poblaciones de este insecto en las principales zonas productoras de cultivos de solanáceas.

1.3 Justificación

Pese a que en Ecuador ya se reportó la presencia de *B. cockerelli* S., por primera vez a mediados del mes de septiembre del 2017, representado por todas las etapas de desarrollo en los cultivos de papa en localidades cercanas a la ciudad de Quito (Castillo et al., 2019). El desconocimiento por parte de los productores y la escasa información que existe en la zona norte del país sobre el control de este psílido trae como consecuencia el uso inadecuado de los pesticidas y el no empleo de las trampas adecuadas para la plaga. Y, por ende, la importancia de la presente investigación radica en la necesidad de conocer cómo se lleva a cabo el comportamiento del insecto, para lo cual se ha considerado como prioritario el monitoreo de la distribución de los estados inmaduros (huevos y ninfas del IV y V instar) y del adulto de *B. cockerelli* S. que permitan determinar la estructura y dinámica de su población. Por consiguiente, el desarrollo de estrategias de manejo integrado apropiadas para el cultivo de papa en la localidad de La Esperanza, en donde ya se ha registrado la presencia de la plaga y la enfermedad de la punta morada en producciones anteriores.

Debido a las cuantiosas pérdidas económicas que ha generado la punta morada y *B. cockerelli* S. en Ecuador, se ha buscado generar alternativas que ayuden a retrasar el avance potencial de esta enfermedad hacia zonas donde no se han identificado, inclusive hacia nuevos hospederos (Dalgo, 2020). Por ende, el monitoreo es considerado una técnica indispensable que ha servido para identificar problemas en sus estados tempranos, antes de que se conviertan en crisis obvias y a través de estos se puede conocer información relevante sobre los insectos plaga para tomar decisiones en los programas de MIP (Barrera et al., 2006). Además, esta tarea requiere de una capacitación de observación ya que permitirá detectar cambios en la densidad y actividad de las plagas y sus enemigos naturales y obtener umbrales de acción, es decir, determinar el momento de tomar medidas de control que permitan minimizar el daño ocasionado por estas (Larral y Ripa, 2008).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la parroquia de La Esperanza, Imbabura.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar el nivel de infestación de huevos y ninfas de *B. cockerelli* a través del monitoreo directo en el cultivo de papa.
- Determinar la población de insectos adultos a través del monitoreo indirecto en el cultivo de papa.
- Registrar información primaria a través de encuestas para la descripción del manejo agronómico del cultivo de papa.

1.5 Preguntas Directrices

- ¿Existe la presencia de *B. cockerelli* en cultivos de papa en La Esperanza?
- ¿Existe diferencia de infestación de *B. cockerelli* en las localidades de La Esperanza?

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Cultivo de Papa

2.1.1 Generalidades

El nombre científico de la papa es *Solanum tuberosum* L., nombre dado por el botánico europeo Luizo Gaspond Baukin en 1 596, además pertenece a la familia de las solanáceas, junto con el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.) y muchas otras (Toledo, 2016). Cabe añadir que, la primera crónica conocida que menciona la papa fue escrita por Pedro Cieza de León en 1 538; en su descripción de la larga marcha a través del territorio andino, relata las costumbres alimenticias basadas en este tubérculo (Pumisacho y Sherwood, 2002). El origen de la papa comienza hace unos 8 000 años, cerca del Lago Titicaca que se encuentra a unos 3 800 m.s.n.m., en la cordillera de los Andes en América del Sur; específicamente cuando las comunidades de recolectores y cazadores llegaron a poblar los alrededores de este lago, y comenzaron a domesticar las plantas silvestres de papa (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación [FAO], 2008).

En el Ecuador las especies silvestres y nativas, identificadas hasta el momento, demuestran la riqueza en diversidad genética que, junto con el germoplasma mejorado, ofrecen a los investigadores, oportunidades para encontrar soluciones alternativas a determinados limitantes del cultivo (Monteros et al., 2011). De las 350 variedades que existen en el país, se estiman que apenas 14 son distribuidas en los mercados de las provincias de la sierra central de país, entre las que se encuentran: Uvilla, Yema de huevo, Leona negra, Coneja negra, Coneja blanca, Puña, Calvache, Chaucha colorada, Santa Rosa y Carrizo. (Monteros et al., 2005; Monteros y Reinoso, 2010).

La producción de papa en Ecuador se distribuye en tres zonas geográficas: norte (Carchi e Imbabura), centro (Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar) y sur (Cañar, Azuay y Loja), cabe destacar que este cultivo en el país se desarrolla en terrenos irregulares, en laderas hasta con más de 45% de pendiente y en un rango de altitud de 2 400 a 3 800 m.s.n.m. en los pisos interandinos y subandinos (Pumisacho y Sherwood, 2002), además se menciona que una fracción importante del cultivo se desarrolla en condiciones de subpáramo, particularmente en el subpáramo húmedo.

2.1.2 Descripción Taxonómica

La descripción taxonómica de la papa (*Solanum tuberosum* L.) (Figura 1) (Vizcaíno, 2017) se detalla a continuación:

Figura 1

Planta de papa (Solanum tuberosum L.).



- ❖ Reino: Plantae
- ❖ División: Magnoliophyta
- ❖ Clase: Angiosperma
- ❖ Orden: Solanales
- ❖ Familia: Solanaceae
- ❖ Género: *Solanum*
- ❖ Especie: *Solanum tuberosum* L.

2.1.3 Importancia Económica

Actualmente el cultivo de papa ocupa el cuarto lugar entre los sembradíos más importantes en los países en desarrollo después del arroz, trigo y maíz (Gutiérrez y Linares, 2002). En Ecuador, es uno de los principales cultivos tradicionales debido a que forma parte de la dieta de los ecuatorianos y su importancia económica y social en la generación de ingresos para las familias productoras (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2019).

Este cultivo ocupa 32 188 hectáreas en todo el país, con un rendimiento de 16.28 t/ha, constituyéndose en uno de los rubros económicos más importantes de producción y fuente de ingresos de la sierra ecuatoriana, llegando a alcanzar el quintal de papa Superchola un precio mayorista de 20.87 dólares durante el 2018 (MAG, 2019).

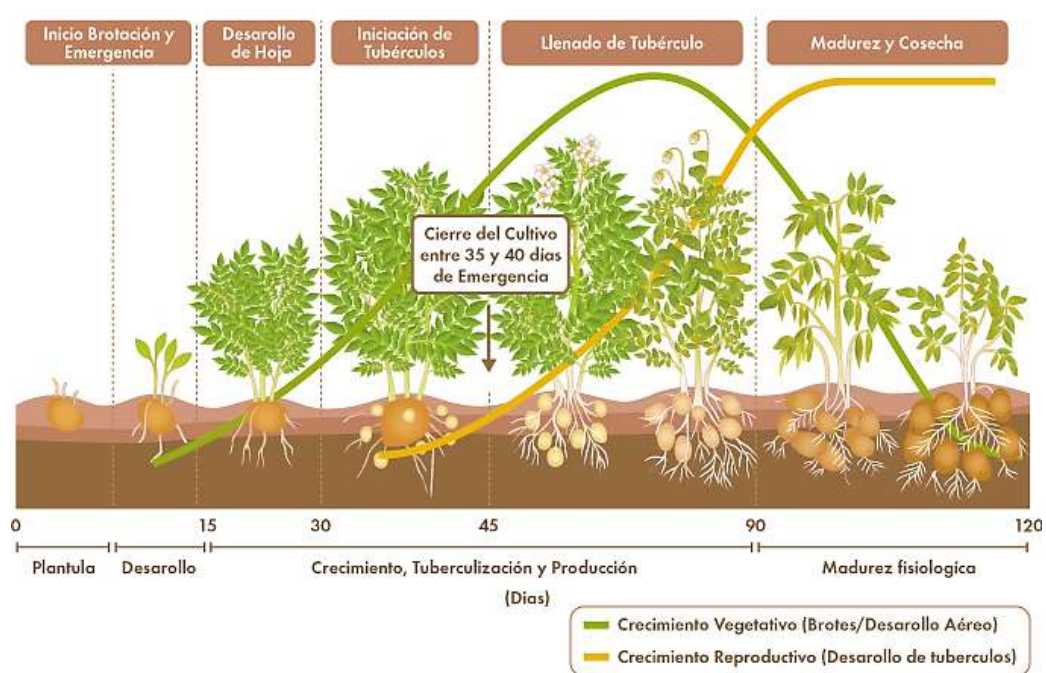
2.1.4 Fenología del Cultivo

El descriptor fenológico del cultivo de papa, dentro del sistema convencional, se da en función de la cinética metabólica de respuesta al comportamiento fisiológico varietal del cultivo en relación con: programas agronómicos, insumos y condiciones climatológicas a los que se encuentra sujeto, y de esta manera la sucesión fenológica se inicia con el brotamiento del tubérculo, desarrollo vegetativo, posteriormente alcanzar la madurez, con la culminación de la tuberización (Figura 2) (Borja, 2006).

A continuación, Vignola et al. (2017) detallan cada una de las etapas:

Figura 2

Etapas fenológicas del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.)



Fuente: Agricolium (2016)

1) Emergencia o brotación

Comienza justo después de la preparación del suelo y la colocación de la semilla en los surcos. La duración de esta etapa depende de las condiciones de almacenamiento, la variedad utilizada y el estado de brotación de la semilla. Los brotes emergen a los 10-12 días en tubérculos y de

8 a 10 días en semilla sexual, cuando son sembrados en campo y tienen las condiciones adecuadas de temperatura y humedad en el suelo, para su desarrollo.

2) Crecimiento

Esta fase comienza después de la emergencia de la plántula, donde comienza el proceso de fotosíntesis para el desarrollo aéreo de la planta; es decir la formación de tallos, ramas y hojas. Mientras tanto en la parte subterránea se da la expansión de estolones, dura entre 20 a 30 días.

3) Inicio de tuberización

La planta sigue su crecimiento vegetativo en la parte aérea, consecuentemente en la parte radicular subterránea se están formando los tubérculos que comienzan su desarrollo en la punta de los estolones; esta etapa dura unos treinta días. En variedades precoces, esto ocurre a los 30 días después de la siembra, en variedades intermedias, entre los 35 a 45 días, y en tardías entre 50 a 60 días.

4) Llenado de tubérculos

Coincide con el inicio de la floración (algunas variedades), donde las células de los tubérculos comienzan a expandirse por la acumulación de agua y nutrientes y carbohidratos; ya que en esta etapa los tubérculos absorben la mayor cantidad de estos disponibles para la planta.

5) Maduración

Última fase de desarrollo, el crecimiento y la tasa fotosintética de la planta disminuyen considerablemente; esta empieza a tornarse de un color amarillento, posee pocas hojas de color verde, se inicia la caída de la hoja, lo cual es un indicio de que la planta está totalmente madura. El tubérculo madura, forma la piel externa y alcanza el máximo contenido de materia seca para la cosecha. Los tubérculos alcanzan la madurez fisiológica a los 75 días, en variedades precoces, 90 días para intermedias y 120 días para variedades tardías.

2.1.5 Principales Enfermedades del Cultivo de Papa

Este tubérculo es muy susceptible a muchas enfermedades, a diferencia de lo que sucede con las malezas y la mayoría de los insectos que compiten con la planta o le causan daño directo, las enfermedades resultan de la interrupción de los procesos fisiológicos de la planta, cuya manifestación se denomina síntoma (Tabla 1) (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Tabla 1

Principales enfermedades que afectan a la papa.

Enfermedad	Descripción de los daños ocasionados
Tizón tardío - (<i>Phytophthora infestans</i> M.)	En las hojas causa manchas irregulares y oscuras, que se agrandan con rapidez, especialmente en la época lluviosa. También daña los tubérculos donde se notan manchas de color café sobre la superficie de ellos.
Marchitez bacteriana- (<i>Ralstonia solanacearum</i> S.)	El síntoma inicial es un marchitamiento de la planta como si faltara humedad en el suelo. Los tubérculos afectados presentan un halo oscuro al partirse o al exponerse al sol; por las yemas salen unas secreciones mucosas.
Roya - (<i>Puccinia pittieriana</i> H.)	En el envés de las hojas inferiores presentan pústulas (lunares) redondas, ovaladas o alargadas, en menor cantidad en los tallos; al inicio son redondas de color blanco verdoso las que se tornan anaranjadas y terminan de color café oscuro. El área foliar enferma toma un color amarillo, parecería que se hubiese espolvoreado polvo de ladrillo.
Pie negro (<i>Pectobacterium</i> sp.)	La base del tallo presenta manchas negras. Las hojas débiles y amarillentas y se marchitan; y los tubérculos aparecen manchas húmedas de color café crema y de mal olor.

2.1.6 Principales Plagas del Cultivo de Papa

El cultivo de papa es afectado por numerosos organismos que, en determinadas condiciones, causan daños económicos llegando a afectar el rendimiento y la calidad de las cosechas, también daños por sus hábitos de alimentación al ser comedores, barrenadores, minadores o picadores-chupadores de hojas, tallos o tubérculos de la planta (Méndez, Sotomayor e Inostroza, 2009). Las plagas de mayor relevancia en el cultivo de papa según (Montesdeoca et al., 2013) se detallan en la (Tabla 2).

Tabla 2

Principales plagas presentes en el cultivo de papa.

Plaga	Descripción de los daños ocasionados
Escarabajo de la papa (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> S.)	Daños intensos, llegando a destruir la parte foliácea dejando solamente los tallos principales de la planta, impidiendo la tuberización y disminuyendo gravemente la cosecha.
Mosca minadora (<i>Liriomyza huidobrensis</i> B.)	Se alimenta de la savia, formando galerías en el interior de las hojas ocasionando la pérdida del área fotosintética.
Nematodo del quiste (<i>Globodera pallida</i> S. y <i>G. rostochiensis</i> W.)	Se alimentan y desarrollan en las raíces y tubérculos distribuidas en forma de parches, con cierta decoloración y marchitas en días soleados.
	La larva ocasiona:
Polilla de la papa (<i>Phthorimaea operculella</i> Z., <i>Tecia solanivora</i> P. y <i>Symmetrischema</i> sp.)	<ul style="list-style-type: none"> • daños al follaje, • barrena tallos y • brotes tanto de papas, tomate, tabaco y berenjena. • formación de galerías superficiales al inicio y otras más profundas que disminuyen su calidad.

2.2 Generalidades de la Plaga

2.2.1 Psílido de la Papa (*Bactericera cockerelli* Šulc.)

Esta especie también es conocida como pulgón saltador, salerillo, Psílido del tomate o Psílido de la papa (Figura 2), fue descubierto en 1909 por Cockerelli en el estado de Colorado (USA) (López, 2010). Es una plaga que se alimenta de la savia de las plantas que ataca, al momento de alimentarse tanto adultos como sus estadios inmaduros inyectan una toxina que produce desórdenes fisiológicos y enfermedades fitoplásmicas y bacterianas (Jirón et al., 2016; Cuesta et al., 2021).

2.2.2 Descripción Taxonómica

La clasificación taxonómica del psílido de la papa según Bujanos y Ramos (2015), se detalla a continuación:

- Reino: Animal
- Phylum: Arthropoda
- Clase: Hexapoda
- Orden: Hemiptera
- Suborden: Homoptera
- Subfamilia: Psylloidea
- Familia: Triozidae
- Género: *Bactericera*
- Especie: *Bactericera cockerelli* (Šulc.)

Figura 3

Adulto de Bactericera cockerelli S.



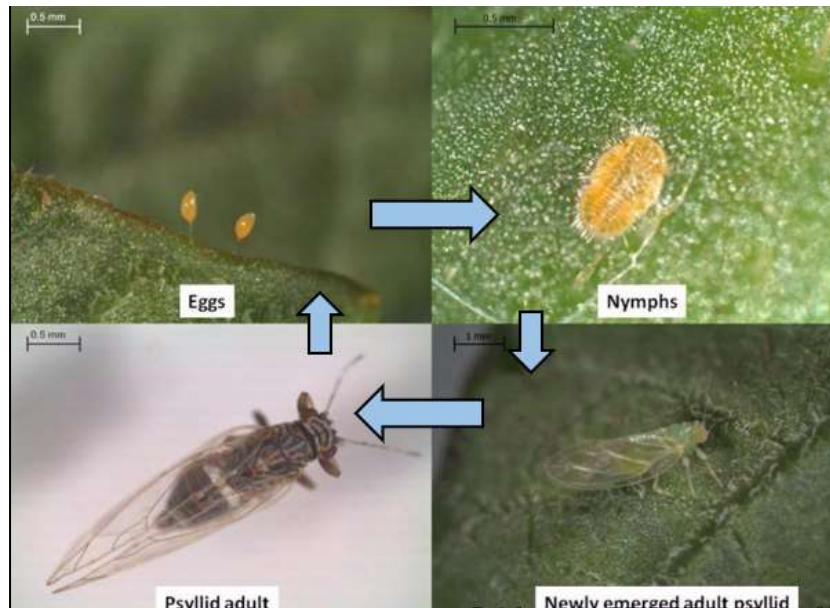
2.2.3 Ciclo Biológico de *B. cockerelli S.*

B. cockerelli S. tiene un hábito saltador, mide en promedio 2.75 mm de largo y 0.8 mm de ancho, cuando recién emerge es de color verde claro, en cuanto a su reproducción lo hace sexualmente y pasa por los estados de huevecillo, ninfa (cinco estadios) y adulto, además, la duración de su ciclo biológico (Figura 4) es de aproximadamente de 27 días, inclusive llega a tardar en promedio 15.5 días en pasar por los cinco estadios (Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2014). Los huevos se depositan

individualmente, en la superficie superior o inferior de las hojas, generalmente cerca del borde de la hoja, pero se pueden encontrar algunos huevos en todas las partes del suelo de las plantas hospederas, poco después de la eclosión del huevo, la joven ninfa se arrastra por el tallo del huevo para buscar un lugar para alimentarse (Pletsch, 1947).

Figura 4

Ciclo de vida de Bactericera cockerelli S.



Fuente: Munyaneza (2012)

Además, una hembra adulta puede ovopositar hasta más de 500 huevos durante un periodo promedio de 21 días; y el tiempo promedio requerido para el desarrollo de huevo a adulto es de 15 días a 30 días a una temperatura de 27°C, la cual favorece el desarrollo y sobrevivencia (Butler y Trumble, 2011). La descripción del ciclo biológico (Tabla 3) de este psílido (Munyaneza, 2012) se detalla a continuación:

Tabla 3

Descripción del ciclo biológico de B. cockerelli S.

Estadios	Características principales
Huevos	Los huevecillos son de forma ovoide, color anaranjado amarillento brillante, presentan en uno de sus extremos una coloración naranja y en éste un pedicelo con el que se adhieren a las hojas.

Primer instar	Son de color naranja, presenta antenas con los segmentos basales cortos y gruesos los cuales se adelgazan hasta finalizar en un pequeño segmento con dos setas sensoras; los ojos son de color rojo o naranja. Durante este instar no se observan paquetes alares, las patas presentan una segmentación poco visible al igual que el abdomen.
Segundo instar	La cabeza es de color amarillento, las antenas son filiformes con un par de setas sensoras en la parte apical, los ojos son de color anaranjado oscuro, el tórax es de color verde amarillento, se observan los paquetes alares, se presenta la segmentación en las patas.
Tercer instar	Se define claramente las constricciones del cuerpo, cabeza es de color amarillo, la coloración de los ojos es rojiza, se observa en el tórax con mucha facilidad los dos pares de alas en el mesotórax y metatórax; éste es el color verde amarillento; el abdomen es de color amarillo y es más redondo abajo del segundo par de alas.
Cuarto instar	La cabeza es de color amarillo, los ojos son de color rojo oscuro, la segmentación de las patas se encontró tan definida que se puede apreciar en la parte terminal de las tibias posteriores tres espuelas, así como dos segmentos tarsales y un par de uñas.
Quinto instar	La cabeza y el abdomen son de color verde claro, el tórax con una tonalidad más oscura, las antenas están divididas en dos partes por una hendidura muy marcada, la parte basal es gruesa y la apical es filiforme, presentan seis placoides sencillas muy visibles y el abdomen es de forma semicircular.
Adulto	Tamaño pequeño, mide de 2 a 6 mm, y tiene tarsos de dos segmentos y unas antenas de diez segmentos. Su color cambia gradualmente de amarillo claro a verde pálido recién emergido, a café o verde dos a tres días después, hasta alcanzar un color gris o negro a los cinco días de edad.

Las ninfas prefieren ubicarse en la superficie inferior de las hojas, generalmente permanecen sedentarias durante todo su desarrollo, y en cuanto al período previo a la oviposición es normalmente de unos 10 días, con una oviposición de hasta 53 días (Pletsch, 1947; Abernathy, 1991; Abdullah, 2008; Yang y Liu, 2009), llegando las hembras a poner un promedio de 300 a 500 huevos durante su vida (Knowlton y Janes, 1931; Pletsch, 1947; Abdullah, 2008; Yang y Liu, 2009).

2.2.4 Plantas Hospederas

Se alimenta, reproduce y desarrolla en una variedad de especies cultivadas y silvestres, como papa (*Solanum tuberosum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum*L.), tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.), hierba mora (*Solanum nigrum* L.), mala mujer (*Urera baccifera* L.) y camote (*Ipomoea batatas* L.) (Padilla et al., 2010).

También se han recolectado adultos de plantas que pertenecen a las siguientes familias: Amaranthaceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Violaciae, Chenopodiaceae, Malvaceae, Menthaceae, Pinaceae, Poaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Salicaceae, Scrophulariaceae y Zygophyllaceae (Villanueva, 2015).

2.2.5 Distribución

Insecto originario de la zona fronteriza de Estados Unidos (Ramírez et al., 2008). Se encuentra en algunos países como Canadá, México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nueva Zelanda, Suecia, Noruega y últimamente en países de Sudamérica (Padilla et al., 2010), entre los cuales figura Ecuador, ya que, por primera vez se encontraron ejemplares de *B. cockerelli* S. alimentándose de papas en la provincia de Pichincha; por ende, las pruebas moleculares en un gen mitocondrial realizadas por Castillo et al. (2019), confirmaron a la población encontrada en nuestro país como haplotipo central, es decir, que las muestras de los psílidos evaluadas podrían provenir de América del Norte o Central, probablemente junto con productos agrícolas u otro material vegetal.

2.2.6 Daños

Existe una gran cantidad de referencias bibliográficas sobre los efectos ocasionados por *B. cockerelli* S. durante la alimentación en las plantas hospedantes y su posible transmisión de enfermedades, es por ello que se ha determinado que este insecto ocasiona dos tipos de daños: e indirecto (Bujanos y Ramos, 2015).

a) Directos

Garzón (2002) menciona que estos se manifiestan cuando el insecto se alimenta de la planta y succiona sus jugos ocasionando que esta no se desarrolle y tome el color amarillo debido

a los procesos de alimentación de las ninfas ubicadas en el envés de las hojas de la planta; y la secreción de mielecilla ocasionando el crecimiento de hongos.

b) Indirectos

Se deben a la transmisión de procariotes y fitoplasmas, y a su vez se ha relacionado a *B. cockerelli* S. de ser el portador del fitoplasma *Candidatus Liberibacter solanacearum* y este a su vez de ser el responsable de las enfermedades como punta morada de la papa (PMP), Zebra Chip, y permanente del tomate (Garzón et al., 2009). También, las plantas enfermas pueden mostrar una disminución en el crecimiento, desarrollo prematuro, clorosis, amarillamiento, formación de tubérculos aéreos, entrenudos cortos, enrollamiento apical, coloración púrpura en folíolos y oscurecimiento en el interior de los tubérculos (Crizón, 2017).

2.3 Punta Morada

La enfermedad conocida como punta morada de la papa (PMP) es uno de los principales problemas que afectan a este cultivo en Estados Unidos, México y Centroamérica, sin embargo, se estima que los daños causados por esta enfermedad pueden alcanzar pérdidas de hasta el 100%; entre los agentes causales se encuentra a los fitoplasmas (Maramorosch, 1998) y a *Candidatus Liberibacter solanacearum* para el caso de papa rayada o manchada y los síntomas más comunes que presentan la plantas enfermas son un desarrollo anormal, enanismo, las hojas superiores se enrollan, se tornan amarillas o moradas, engrosamiento de los nudos del tallo, acortamiento de los entrenudos, el tallo crece en zigzag, se forman tubérculos aéreos y en algunos casos puede presentar una muerte temprana (Cuesta et al., 2021).

La punta morada es probablemente causada por los fitoplasmas '*Candidatus Phytoplasma aurentifolia*' (grupo 16SrII) (Caicedo et al., 2015) y '*C. Phytoplasma*' (16SrI-F) (Castillo et al., 2018), y el manchado interno por la bacteria '*Candidatus Liberibacter solanacearum*', ambas enfermedades son transmitidas por material vegetativo, y en el caso del manchado interno, por el psílido de la papa *B. cockerelli* S. (Garzón et al., 2005; Munyaneza et al., 2007; Bujanos y Ramos, 2015), el cual fue reportado por Castillo et al. (2019) en Ecuador.

2.4 Estrategias de Manejo Enfocadas a *B. cockerelli* S.

Todas las estrategias de manejo deberán estar enfocadas a evitar el ingreso de la plaga al cultivo, dada su gran capacidad reproductiva y de transmisión de patógenos, a continuación, Cuesta et al. (2021), detallan algunas de las estrategias más importantes:

- **Uso de semillas sana**

Se recomienda utilizar semilla certificada o de calidad, es decir, semilla libre de la presencia de plagas y enfermedades que son fundamentales para asegurar un buen inicio del proceso de producción, inclusive es necesario evitar el uso de semilla proveniente de lotes y lugares con reportes de punta morada y presencia del psílido de la papa.

- **Detección y monitoreo**

Esta práctica sirve para determinar la presencia del psílido, en base a esta información, el técnico/agricultor puede establecer las estrategias de manejo más adecuadas; debido a que el psílido tiende a colonizar primero los bordes del campo, por lo cual el monitoreo debe empezar desde las orillas de la parcela hacia el centro (Marín et al., 2002). Se recomienda realizar dos tipos de monitoreos:

- a) Monitoreo Directo**

Esta actividad realizada en plantas en campo que permite detectar la presencia de huevos, ninfas y adultos en el follaje, y se lo debe de realizar dos veces por semana, antes y después de controles fitosanitarios (Rivadeneira et al., 2019). Además, el monitoreo se lo realiza desde el borde hacia el centro del lote, para lo cual cada 10 pasos se seleccionará una planta, en donde se buscarán oviposturas en los brotes terminales de las hojas apicales minuciosamente revisadas por ambos lados (Cuesta et al., 2021).

- b) Monitoreo Indirecto**

Para monitorear se ha utilizado las trampas de color amarillo como medio para detectar sus primeras poblaciones (Avilés et al., 2004). A la siembra, para lotes de hasta una hectárea se recomienda un mínimo de 5 trampas amarillas para monitorear la presencia de psílicos adultos, 4 en los bordes extremos y 1 en el centro de la parcela, es necesario que las trampas sean revisadas 2 a 3 veces por semana, y reemplazadas cada 15 días (Cuesta et al., 2021; Rivadeneira et al., 2019).

Cabe recalcar que, las trampas amarillas se deben colocar a una altura de 1.5 m desde el nivel del suelo, a una distancia entre sí de 25 a 50 m (debido a que es el rango de vuelo del vector) (MAG, 2010). Otra de las estrategias para el manejo de la plaga es el uso de la red entomológica, ya que es la mejor herramienta para determinar la incidencia de los insectos adultos dentro del cultivo, se lo realiza desde que aparece el follaje recorriendo por los bordes y por el centro del cultivo, por lo menos dos muestreos por semana (Bujanos y Ramos, 2015).

- **Control Químico**

El control químico es una práctica frecuente en los agrosistemas agrícolas pero su mal manejo ha provocado un gran número de problemas entre los que se encuentran la contaminación ambiental, desequilibrio ecológico, intoxicación del agricultor y surgimiento de insectos resistentes a los productos (Vendramin y Rodríguez, 2003); en el caso del control de *B. cockerelli* S., generalmente el agricultor hace uso de insecticidas químicos como única herramienta (Trumble, 1990), y con mayor frecuencia se aplican cuando la densidad de la plaga es alta (más de 30 ninfas por planta) (Liu y Trumble, 2006).

Para el control de este psílido es fundamental que el insecticida cubra el envés de las hojas bajas de la planta que es donde se aloja el insecto; además, Cuesta et al. (2021), proponen que se realicen 8 aplicaciones durante el ciclo del cultivo, pero éstas dependerán de factores ambientales y del resultado de los monitoreos. Vargas (2005), mencionó que *B. cockerelli* S. es tolerante a altas dosis de insecticidas. Además, para su manejo destacan los insecticidas con los siguientes modos de acción; que actúan sobre el sistema nervioso, que intervienen en la metamorfosis, que inhiben la síntesis de la cutícula e insecticidas que inhiben los procesos metabólicos (Hernández, 2019) por lo que, los mejores serán los sistémicos (Cranshaw, 2005).

La eficacia de los insecticidas puede incrementarse cuando se rotan productos de grupos diferentes y se hace en conjunto con una evaluación regular (Butler et al., 1993). Además, es conveniente mencionar el uso de insecticidas del grupo de los carbamatos, pueden promover el desarrollo de sus poblaciones (Liu y Trumble, 2004; Cranshaw, 1985, 1989). Entre los insecticidas comúnmente utilizados para controlar el psílido de la papa incluyen acefato, metamidofos, tiacloprid, buprofezina, abamectina, cipermetrina, deltametrina, lambda-cihalotrin, esfenvaler, espinosad, espirotetramat, imidacloprid, tiametoxam, espi romesifeno, dinotefurano, piriproxifeno y pimetrozina (Goolsby et al., 2007; Berry et al., 2009; Gharalari

et al., 2009; Bynum et al., 2010; Tucuch et al., 2010; Zens et al., 2010; Butler et al., 2011, 2012; Butler y Trumble, 2012).

- **Control Biológico**

Este control debe manejarse como otra alternativa útil, pues ayuda a mantenerse regulada las poblaciones de la plaga y a equilibrar el medio ambiente, por ello el uso de enemigos naturales, representa una alternativa para el manejo integrado de *B. cockerelli* S. en sus diferentes instares (Delgado et al., 2019). Además, Lacey et al. (2009) señalan que el control biológico del psílido de la papa con hongos entomopatógenos prometen ser una alternativa viable, debido a que los mecanismos de invasión únicos les permite actuar como insecticida de contacto (Charnley, 1993).

De manera similar, Montero (1994) identificó control de ninfas de cuarto y quinto estadio por avispa parasitoides del género *Tetrastichus* (Himenoptera; Eulophidae); Bujanos et al. (2005), aseguran que el principal parasitoide de ninfas de *B. cockerelli* S., es la avispa *Tamarixia triozae* B. Por otro lado, MAG (2010) menciona que esta plaga es afectada de manera natural por los entomopatógenos *Paecilomyces fumosorocceus* W., *Metarhizium anisopliae* M. y *Beuveria bassiana* B., por los depredadores león de los áfidos (*Chrysoperla* sp.), la Catarina roja (*Hippodamia convergens* G.).

- **Control Cultural**

El control cultural consiste en la utilización de prácticas agrícolas ordinarias que tienen el propósito de prevenir los ataques de los insectos, hacer el ambiente menos favorable para su desarrollo, destruir inóculos, destruir huéspedes secundarios o disminuir su daño (Alaniz, 2011). Entre las prácticas que se realizan están: preparación adecuada del suelo, fertilización balanceada, eliminación de plantas voluntarias y posibles plantas silvestres hospederas como hierba mora, chamico, papa silvestre, uvilla silvestre y otras solanáceas, la rotación de cultivos y la eliminación de plantas de papa espontáneas, atípicas, deformes y con síntomas de la enfermedad (Cuesta et al., 2021).

2.5 Marco Legal

Esta investigación se desarrolla en torno a los siguientes instrumentos legales estipulados en el Ecuador, en la Constitución Nacional del Ecuador (2008) en el artículo 57, 84 y 86, menciona en uno de sus artículos que, el Estado le garantizará a los pueblos indígenas conservar, promover prácticas de manejo de la biodiversidad, de los ecosistemas, a la integridad de su patrimonio genético, a prevenir la contaminación ambiental, la recuperación de los espacios degradados y a brindar un manejo sustentable a los recursos naturales, este último relacionado estrictamente con el tema de investigación, al proporcionarle a los pequeños productores una alternativa de manejo ante esta plaga dañina, permitiendo conservar y promover prácticas de manejo de la biodiversidad y de su entorno natural mediante el establecimiento de programas con la participación de la comunidad para asegurar la conservación y utilización sustentable de la biodiversidad.

Por otro lado, dentro del Plan Nacional del Bien Vivir (2017), uno de sus objetivos enmarca a la recuperación y conservación de la naturaleza y a mantener un ambiente sustentable y sostenible de acceso equitativo a todas las personas para que puedan hacer disfrute de todos sus beneficios, así mismo, por parte del ciudadano debe precautelar por la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. No obstante, según lo estipulado en la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria del 3 de julio del 2017 en el artículo 12 de la regulación y control, créase la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, entidad a la que le corresponde prevenir el ingreso, establecimiento y diseminación de plagas, así como controlar y erradicar las plagas y enfermedades cuarentenarias y no cuarentenarias reglamentadas de los vegetales y animales. Así como, en el artículo 21, 22 de la protección sanitaria, tiene por finalidad prevenir y controlar el ingreso, establecimiento y la diseminación de plagas que afecten a los productos vegetales y artículos reglamentados que representen riesgo fitosanitario (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Caracterización del Área de Estudio

El presente estudio se realizó en la Parroquia de La Esperanza, cantón Ibarra, provincia de Imbabura, que tiene una extensión de 34.2 km² (Figura 5). Además, presenta las siguientes características meteorológicas según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2020) que se detallan a continuación:

Provincia: Imbabura

Latitud: 0.329733

Longitud: -78.132431

Altitud: 2 256 m.s.n.m.

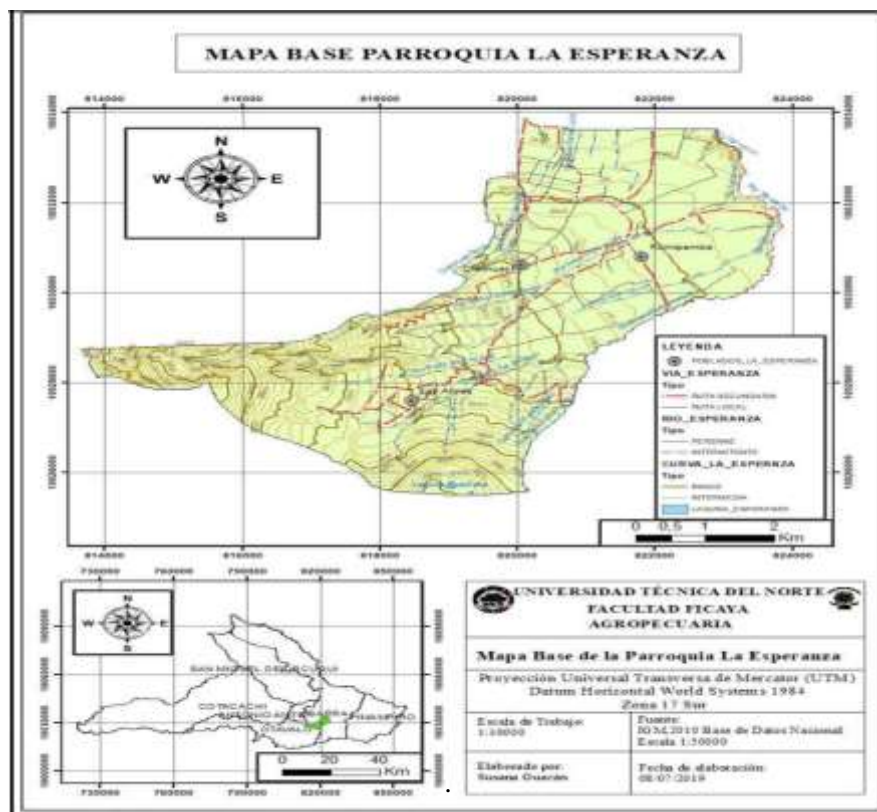
Humedad Relativa: 31%

Temperatura: 16.3 °C anual

Precipitación: 623 mm anual

Figura 5

Localización del área de estudio (Parroquia de La Esperanza).



3.2 Materiales

Los materiales que se utilizaron en la presente investigación se describen a continuación:

Materiales de campo

- Libreta de campo
- Trampas amarillas
- Estacas de madera (1 m)
- Lienzo
- Registros (INIAP)
- Rolopac
- Lupa
- Frascos de vidrio
- Red entomológica
- Dataloggers

Materiales de laboratorio

- Estereoscopio
- Computador
- Pinzas
- Refrigerador
- Alcohol
- Frascos letales

Paquetes Software

- Base de datos Excel
- Infostat versión 2018

3.3 Métodos

En el presente estudio se evaluó la presencia de *B. cockerelli* S., en cinco lotes de cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la parroquia La Esperanza, Imbabura. Este estudio fue de tipo descriptiva aplicada a campo, mediante el cual se buscó conocer la presencia de *B. cockerelli* S., en dos localidades y cinco etapas fenológicas del cultivo (emergencia, desarrollo vegetativo, floración, tuberización y cosecha).

3.3.1 Unidad muestral

Previo al establecimiento de las unidades de estudio, se realizaron giras de reconocimiento en las localidades de Chirihuasi y La Magdalena en colaboración con representantes del MAG e INIAP y los productores de la Asociación “28 de octubre”, para la selección de los lotes se determinaron en base a los siguientes criterios:

- a) El lote debe pertenecer a un pequeño productor
- b) Reducidas frecuencias de aplicación de plaguicidas
- c) Compromiso del agricultor a mantener el lote durante la etapa de evaluación
- d) Lotes en diferentes sitios de la parroquia.

Se evaluaron cinco lotes de la parroquia de La Esperanza de Ibarra, los cuales se encontraban distribuidos dentro de las dos localidades (Chirihuasi y La Magdalena), a su vez estos se ubicaron a diferentes altitudes y distancias, y con áreas que comprendían entre los 0.25 a 0.50 hectáreas (Tabla 4).

Tabla 4

Información adicional de los lotes evaluados.

# Lote	Localidad	Altitud (m.s.n.m.)	Área (hectáreas)	# de plantas
Lote 1	Chirihuasi	2 913	0.25	2 000
Lote 2	Chirihuasi	2 929	0.25	2 000
Lote 3	Chirihuasi	3 100	0.50	9 657
Lote 4	Chirihuasi	3 103	0.50	9 657
Lote 5	La Magdalena	2 365	0.50	9 657

3.3.2 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa informático InfoStat® versión 2018, en donde las variables cuantitativas se analizaron mediante la Prueba de Kruskal Wallis que es una prueba no paramétrica para un diseño completamente al azar; y para las variables cualitativas mediante tablas de contingencia.

3.4 Variables Evaluadas

Para la evaluación de las variables se realizó dos tipos de monitoreo: monitoreo directo se utilizó para contabilizar el número de huevos y ninfas; para lo cual se implementó un muestreo con un diseño en X (Figura 6), en donde se seleccionaron 20 plantas al azar, el recorrido por el lote se lo realizó en forma de S, cada dos surcos para de esta manera evitar maltratar las plantas de papa. Y el monitoreo indirecto, llevado a cabo para las variables; número de adultos, entomofauna, sintomatología de Punta Morada y manejo agronómico del cultivo.

Figura 6

Modelo de monitoreo (X) para huevos y ninfas de *B. cockerelli* S.



3.4.1 Monitoreo Directo

a. Número de oviposturas

El conteo de las oviposturas se evaluó 30 días después de la siembra del cultivo hasta finalizar la floración, se seleccionaron 20 plantas al azar en forma de X (Figura 6) en cada uno de los lotes. A cada planta se la observó durante 5 minutos, con ayuda de una lupa iniciando en el ápice hacia la base, en el haz y envés de las hojas (Figura 7); los conteos de las oviposturas (huevos/plantas) se realizó cada 15 días, además los datos se registraron en los formatos establecidos por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (Anexo 1).

Figura 7

Conteo de oviposturas de *B. cockerelli* S.

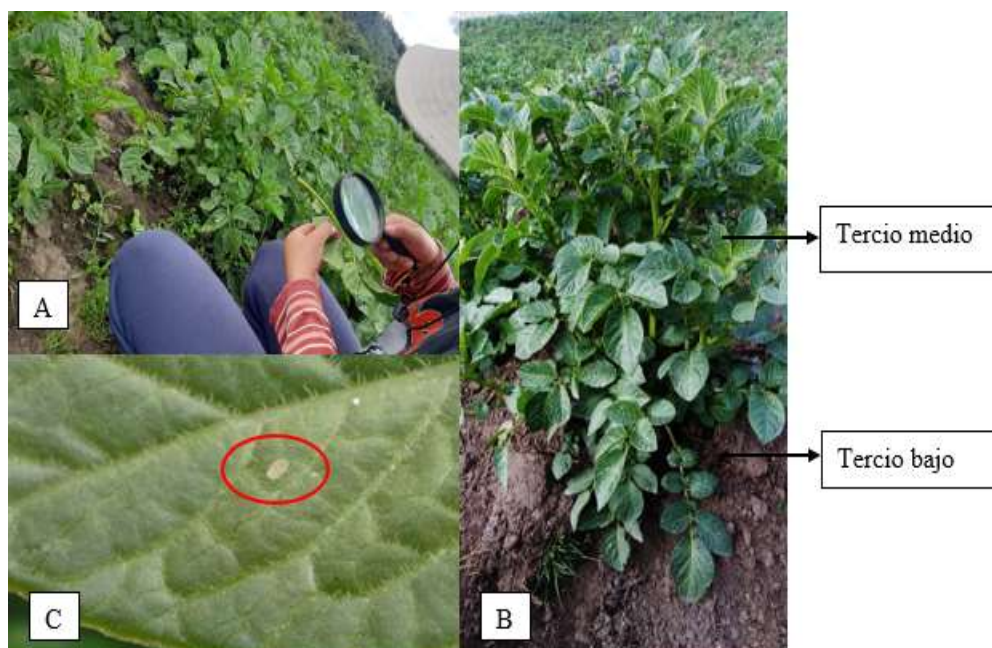


Nota: A) Inspección con la lupa en las hojas de papa, B) Huevos de *B. cockerelli* S. en el haz de una hoja.

El conteo de las ninfas se evaluó en las 20 plantas seleccionadas anteriormente, se seleccionaron tres hojas compuestas bajas y tres hojas del tercio media de la planta. Además, se contabilizó los estadios de ninfas del 4 y 5 instar de desarrollo (Figura 8), las mismas que se registraron en los formatos establecidos (Anexo 1) cada 15 días.

Figura 8

Conteo de ninfas de *B. cockerelli* S. del IV y V instar.



Nota: A) Conteo de ninfas *B. cockerelli* S.; B) Planta de papa; C) Ninfa del cuarto instar de *B. cockerelli* S.

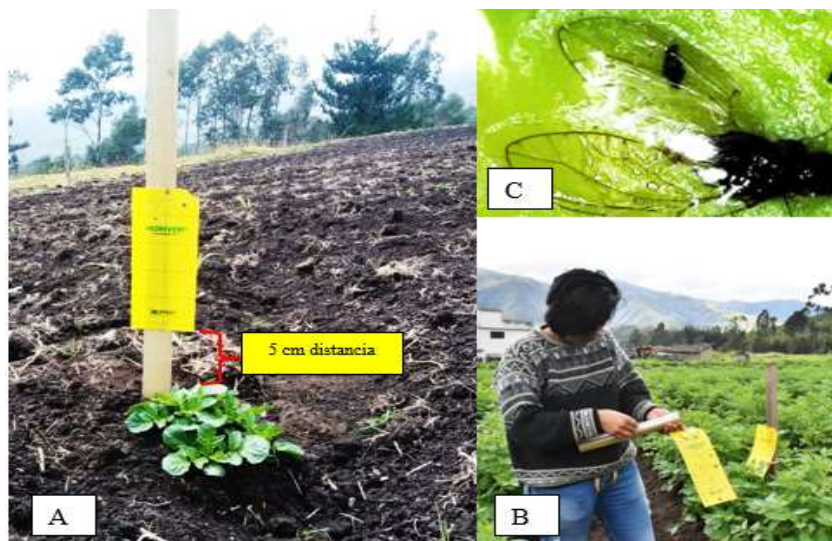
3.4.2 Monitoreo Indirecto

a. Número de adultos

Se realizó el conteo del número de adultos de *B. cockerelli* S. en las trampas amarillas adhesivas. Estas se colocaron en el borde y centro del lote, aseguradas a una estaca de un metro de alto, a una altura de 5 cm del ápice de la planta (Figura 9). El número de trampas dependieron del tamaño del lote (Tabla 4) y de acuerdo con Cuesta et al. (2018) recomiendan que para lotes de hasta una hectárea se colocan un mínimo de ocho trampas amarillas, cuatro en los extremos exteriores y cuatro en el centro de la parcela y posteriormente se registraron los datos en formatos establecidos (Anexo 1).

Figura 9

Conteo de adultos de B. cockerelli S. en trampas amarillas.



Nota: A) Trampa colocada en el lote, B) Cambio quincenal de las trampas, y C) Adulto B. cockerelli S. adherido a la trampa.

b. Entomofauna presente en el cultivo

La evaluación de la entomofauna se realizó a través del uso de la red entomológica y de las trampas amarillas (Figura 10) durante 3 fases de floración del cultivo (25, 50 y 100%), luego el contenido recolectado, se lo almacena en frascos de vidrio, luego estos se los colocó en refrigeración para entumecer a los insectos y evitar que al momento de su conteo intenten escapar y en el laboratorio de la Universidad Técnica del Norte con ayuda de una pinza delgada y un pincel de punta fina se procedió a su conteo y categorización por orden.

Figura 10

Recolección de entomofauna con la red entomológica.

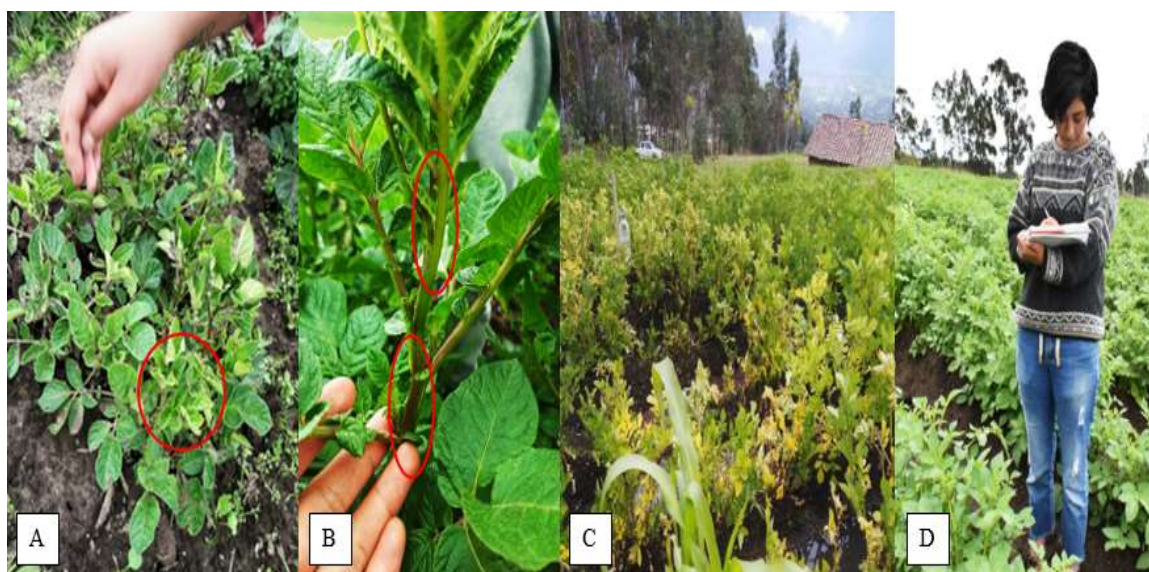


c. Sintomatología de Punta Morada

Para la evaluación de la Punta Morada se procedió a inspeccionar las 20 plantas seleccionadas para las variables número de huevos y ninfas, durante este proceso se observaron si la planta presentaba los síntomas característicos de esta enfermedad (Figura 11), dependiendo si ésta presentaba alguno de los síntomas se procedía a registrarlo en un formato establecido (Anexo 1), en éste se colocaba como ausencia o presencia.

Figura 11

Inspección de la Sintomatología de Punta Morada en el cultivo de papa.



Nota: A) Enrollamiento del ápice de la planta, B) Entrenudos cortos, C) Tallos de la planta tienden a crecer muy altos, y D) Registro de los datos en el formato establecido.

d. Descripción agronómica del cultivo

Mediante el uso de encuestas (Anexo 2) aplicadas a los dueños de los lotes cada quince días se determinó el manejo agronómico del cultivo: características generales de lote (pendiente, tipo de suelo), cultivos aledaños al lote de muestreo, la procedencia de semillas, frecuencia de riego, fertilización, aplicación de productos químicos, labores culturales, etapa fenológica y cultivos sembrados anteriormente.

3.5 Manejo Específico del Experimento

3.5.1 Selección de los lotes.

Para la selección de las unidades de observación se realizó un recorrido por las localidades de Chirihuasi y La Magdalena, en la primera comunidad se trabajó juntamente con técnicos

del MAG e INIAP y con pequeños productores de papa de la Asociación 28 de octubre. Estas unidades de observación tenían un área aproximada de 2 500 a 5 000 m², ubicadas a diferentes alturas y pendientes. Y en la segunda localidad se seleccionó un lote de un productor independiente que tenía un sembrío de papa de aproximadamente dos meses.

3.5.2 Identificación de los lotes.

Para la identificación de los lotes, previamente se georreferenciaron con ayuda de la aplicación Epicollect5 (longitud, latitud y altura), mientras que para la información general de la localidad y del propietario, se realizó una entrevista el día de la visita al lote y se colocaron pequeños rótulos con el nombre del trabajo de investigación (Figura 12) respectivamente al ingreso del predio, en un lugar visible para identificarlos y diferenciarlos.

Figura 12

Identificación de los lotes del cultivo de papa.



3.5.3 Ubicación de equipos.

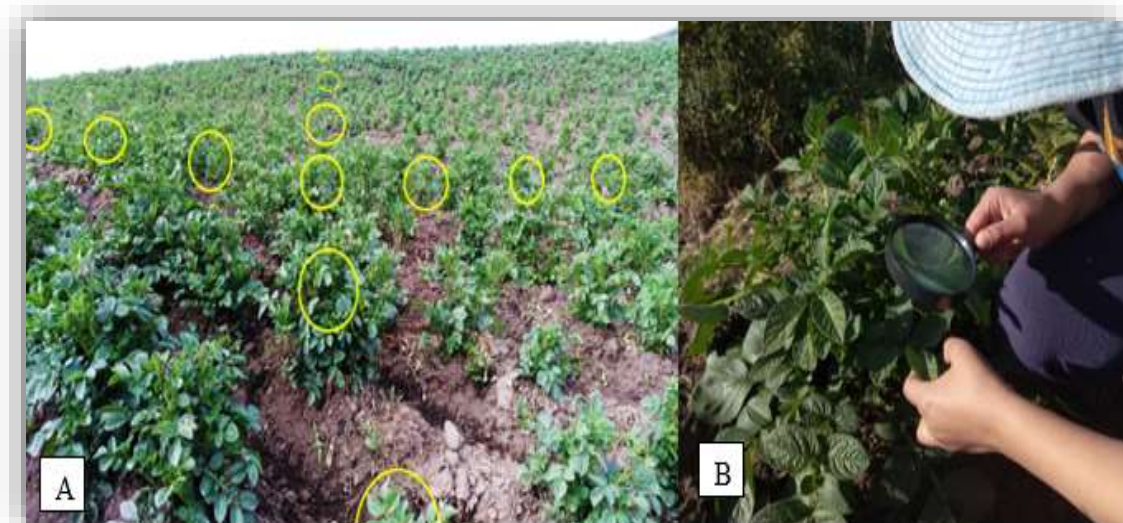
El sensor HOBO V2 PRO se ubicó en un lugar seguro y cercano al predio, en este caso se lo colocó en la esquina del techo de la casa del productor con proximidad al lote en evaluación. Luego la información de temperatura se descargó semanalmente del equipo directamente a una base de datos del Centro Internacional de la Papa, que posteriormente se compartieron esos datos con los estudiantes que realizaron la investigación.

3.5.4 Monitoreo.

El monitoreo se efectuó con el protocolo descrito en las variables mencionadas anteriormente, tanto para huevos como para ninfas del cuarto y quinto instar. Para lo cual se llevó a cabo el monitoreo cada quince días, iniciando partir de los treinta días posteriores a la siembra. En primer lugar, al ingresar al lote se toma los datos de longitud, latitud y altura en la aplicación Epicollect, luego se procede a registrar la fecha, número de lote y monitoreo. Se sigue el diseño en X con la selección de 20 plantas al azar, el tiempo asignado es de 5 minutos por planta y cabe destacar que el horario idóneo para realizar el conteo de huevos y ninfas es a partir de las 8 am a 15 pm. Con cada planta seleccionada se inicia desde el brote apical hacia la parte basal de la planta, incluido el haz y el envés para la contabilización de los huevos de *B. cockerelli* S., mientras tanto para el conteo de ninfas, de igual manera se lo realiza durante los 5 minutos, además se toman 3 hojas del tercio medio y 3 bajeras de la planta para iniciar con el conteo de los estadios del 4 y 5 instar (Figura 13). Los datos obtenidos se registran en los formatos establecidos (Anexo 1).

Figura 13

Monitoreo en los lotes de papa.



Nota: A) Selección de las 20 plantas al azar en un diseño en X; B) Inspección y conteo de huevos y ninfas de *B. cockerelli* S.

3.5.5 Manejo de trampas amarillas.

Cada trampa tiene un tamaño de 15 x 10 cm, para lo cual se colocaron dos por lote, una en el borde y otra en el centro, junto a una planta de papa. Cada una de las trampas se encontraban aseguradas con tachuelas a una estaca de un metro de alto, colocadas a unos 5 cm desde el brote apical de la planta y a medida que esta se desarrollaba se reubicaba la

trampa en la estaca. Posteriormente, cada quince días se las recolectó y cambió por una nueva, para su recolección se utilizó plástico Rolopac para envolverlas y facilitar su traslado (Figura 14).

Figura 14

Recolección de las trampas amarillas del cultivo de papa.



3.5.6 Identificación y etiquetado.

Las trampas recolectadas se las identificó una etiqueta, la cual se colocó en la esquina superior de la trampa (Figura 15), que contenía la fecha de la colecta, el nombre del colector, nombre del productor, el número de trampa y lote, la zona donde se ubicaba el lote y en qué cultivo. Posterior a esto, fueron transportadas al laboratorio de entomología en la Granja Experimental La Pradera.

Figura 15

Identificación de las trampas recolectadas.

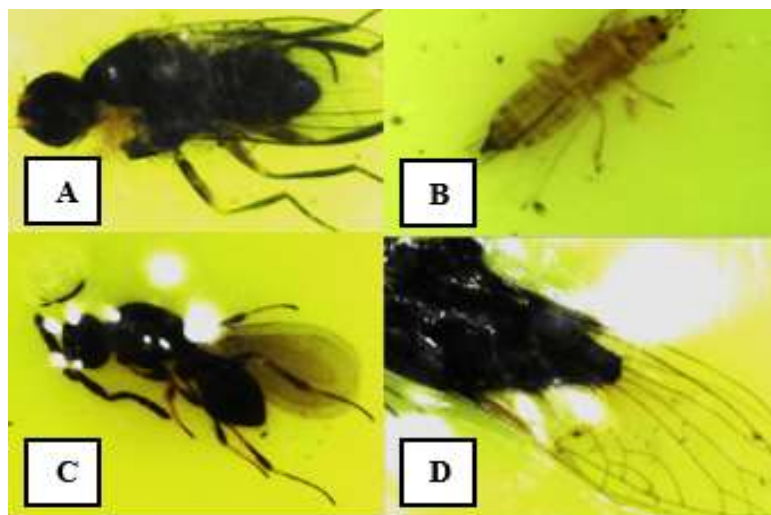


3.5.7 conteo, clasificación e identificación de insectos en trampas.

Una vez que las trampas se encontraron en el laboratorio, se hizo uso del estereoscopio para contabilizar, clasificar e identificar a los insectos según su orden taxonómico (Figura 16), los datos se colectaron en una libreta para luego pasarlos a una tabla de Excel.

Figura 16

Órdenes taxonómicos diferenciados bajo el estereoscopio.



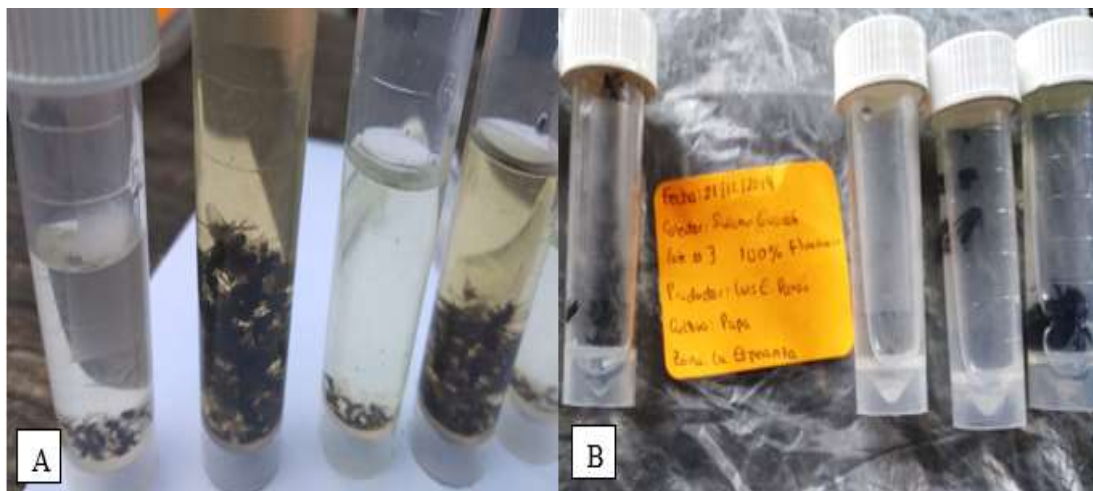
Nota: A) Diptera, B) Tisanoptera, C) Himenoptera y D) Hemiptera.

3.5.8 Manejo de la red entomológica.

Durante la etapa de floración, se realizó la recolección de la entomofauna presente en el cultivo en tres tiempos, al 25%, 50% y 100% de presencia de flores. En cada tiempo se realizó tres pases con la red entomológica por todo el lote, en un recorrido en S, cada dos surcos, para evitar estropear las plantas. Una vez terminado este proceso los insectos que se encuentran en la red, se los colectó en frascos de vidrio, posterior a esto, se procedió a ubicar estos en refrigeración para inmovilizarlos y al momento de llevarlos al laboratorio, se los contabilizó con ayuda de pinzas y pinceles delgados para irlos clasificando, contabilizando y colocando en frascos entomológicos con 5 ml de alcohol al 70%, y posterior se les colocó en una bolsa de plástico con su respectiva identificación (Figura 17) según orden taxonómico.

Figura 17

Identificación de las muestras colectadas en floración.



Nota: A) Clasificación taxonómica de los insectos, B) Etiquetado de las muestras clasificadas e identificadas.

3.5.9 Identificación de los síntomas de la punta morada.

Se evaluó a las plantas que se les realizó el monitoreo directo de *B. cockerelli* S., en las cuales mediante la inspección visual se procedió a identificar si existía una ausencia o presencia y estos datos registrarlos en un formato establecido (Anexo 1), la frecuencia con la que se llevó a cabo esta evaluación fue quincenalmente.

3.5.10 Manejo del cultivo.

Mediante las encuestas (Anexo 2) realizadas a los productores quincenalmente, se recopiló la información acerca del manejo del cultivo (Anexo 3), a continuación, se detallan las actividades realizadas por los agricultores (Figura 18):

a) Preparación del terreno

Se realizó de manera mecánica utilizando el arado y rastra para eliminar los restos del cultivo anterior y lograr que quede el suelo de manera uniforme para la siembra.

b) Surcada

Se realizó de manera manual entre los miembros de la Asociación “28 de octubre” y con tracción animal, utilizando azadones y bueyes, obteniendo surcos a una distancia de 1 a 1.20 m entre ellos.

Figura 18

Manejo del cultivo de papa realizado en la localidad de La Esperanza.



Nota: A) Fertilización con abono Gallinaza; B) Elaboración de abonos orgánicos; C) Surcado manual con productores; D) Surcado con tracción mecánica; E) Semilla de papa, y F) Fumigación del cultivo de papa.

c) Siembra

Para la siembra se depositaron de 2 a 3 semillas por punto de siembra con una distancia de 0.25 cm entre planta y 0.90 m entre surco. La semilla utilizada en dos de los lotes de la localidad de Chirihuasi fueron semilla certificada por el INIAP variedad Superchola, mientras tanto la semilla del resto de los lotes fue de propiedad del productor.

d) Riego

En las dos localidades no había sistema de riego, de tal manera que los productores dependían únicamente de la precipitación.

e) Labores culturales

La deshierba, el aporque se realizó con el uso de azadón y tracción animal, esto con el objetivo de evitar la competencia del cultivo con la maleza.

f) Fertilización

Para la fertilización del suelo se aplicó abono orgánico rico en nitrógeno (Gallinaza). Cabe destacar, que los productores realizaban sus propios abonos orgánicos con la asesoría de los técnicos del MAG e INIAP, entre los abonos que preparan están: bocashi, compost, bioles.

g) Controles fitosanitarios

El manejo de los controles fitosanitarios se llevó a cabo independientemente por los productores, con ayuda de los técnicos del MAG e INIAP en los lotes de la variedad Superchola, mientras que en el resto de los lotes el manejo fue realizado por el productor con indicaciones de la casa comercial o por su experiencia. En la tabla 5 se detalla cada uno de los ingredientes activos utilizados en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

Tabla 5

Control fitosanitario aplicado durante el ciclo del cultivo de la papa por variedad.

Variedad	Etapa vegetativa	Ingrediente activo	Objetivo	Dosis (en 20L agua)
Capiro/Violeta	Emergencia (35 a 45 días)	Copper hydroxide	Fungicida	250 ml
		Thiamethoxam	Insecticida	75 g
		Lambda cyhalothrin	Insecticida	75 g
	Desarrollo vegetativo 2 (60-75 días)	Copper hydroxide	Fungicida	250 ml
		Thiamethoxam	Insecticida	150 g
		Lambda cyhalothrin	Insecticida	100 g
Superchola	Desarrollo vegetativo 1 (45-60 días)	Piriproxifen	Insecticida	250 ml
		Acetamiprid	Insecticida	250 ml
		Alquilo aril poliglicol éter	Coadyuvante	100 ml
		Sulfoxaflor	Insecticida	100 ml
	Desarrollo vegetativo 2(60-75 días)	Propineb	Fungicida	720 g
		Alquilo aril poliglicol éter	Coadyuvante	100 ml
		Acephate	Insecticida	100 ml
		Sulfoxaflor	Insecticida	250 ml
	Floración e inicio de tuberización (90-100 días)	Alquilo aril poliglicol éter	Coadyuvante	100 g
		Acephate	Insecticida	100 g
		Propiconazole	Fungicida	100 g
		Thiamethoxam	Insecticida	75 g
Floración e inicio de tuberización (100-120 días)	Lambda cyhalothrin	Insecticida	75 g	

		Alquilo aril poliglicol éter	Coadyuvante	100 ml
Única	Desarrollo vegetativo 1 (45-60 días)	<i>Bacillus thurigiensis</i>	Insecticida	200 g
		<i>Ascophyllum nodosum</i>	Fertilizante	150 ml
		Mancozeb	Fungicida	80 g
		Cymoxanil	Fungicida	80 g
		Profenofos	Insecticida	100 ml
		Xylene	Insecticida	100 ml
	Desarrollo vegetativo 2 (60-75 días)	Thiamethoxam	Insecticida	75 g
		Lambda cyhalothrin	Insecticida	75 g
		Macro y micronutrientes	Fertilizante	100 g
	Prefloración (75-90 días)	Metalaxyl	Fungicida	100 g
		Propamocarb	Fungicida	250 g
		Chlorothalonil	Fungicida	250 ml
		Profenofos	Insecticida	100 g
	Floración e inicio de tuberización (90-120 días)	Mancozeb	Fungicida	250 g
		Metalaxyl	Fungicida	100 ml
		Macronutrientes	Fertilizante	100 g

3.5.11 Datos climáticos

Los datos de temperatura expresados en grados centígrados (°C) se obtuvieron mediante la base de datos del programa NASA Prediction of Worldwide Energy Resources (NASA POWER Project), considerando la temperatura mínima, media y máxima, los datos de la temperatura diaria por lote se descargaron individualmente desde el día de la siembra del cultivo hasta el último día del monitoreo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestran los resultados de cada una de las variables obtenidas en la investigación llevada a cabo en campo y laboratorio a partir del 23 de septiembre del año 2019 hasta el 14 de marzo del 2020.

4.1 Número de Huevos.

Para una mejor comprensión de los datos, se los agruparon por localidad, etapas fenológicas, variedad y días después de la siembra.

4.1.1 Número de huevos por variedad

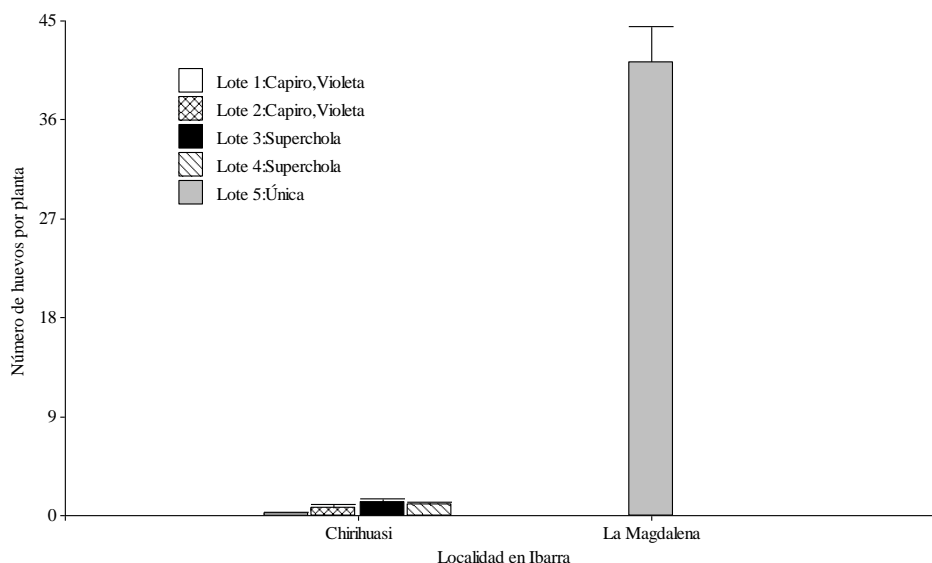
El análisis estadístico realizado mediante la Prueba de Kruskal Wallis se determinó que existen diferencias significativas ($p = <0.0001$), con respecto al número de huevos por planta por variedad. En la localidad de Chirihuasi se monitorearon tres variedades de papa: Capiro, Violeta y Superchola, mientras tanto en la Magdalena con la variedad Única.

Como se aprecia en la figura 19, La Magdalena mostró un promedio estadísticamente más alto de oviposturas con respecto a la variedad Única, con un valor estadísticamente alto de 41 huevos, a diferencia de lo acontecido con Chirihuasi que presentó un porcentaje de diferencia de 97 y 99% con respecto a la variedad Superchola y Capiro/Violeta respectivamente. Por otro lado, la variedad Única y Superchola (lote 3) presentaron un valor estadísticamente similar de 161 y 39 huevos, mientras tanto que las variedades que presentaron un valor estadísticamente bajo fueron la variedad Superchola (lote 4) y Capiro/Violeta (lote 1 y 2) con 23, 20 y 24 huevos.

De esta manera, nuestros resultados difieren de los valores obtenidos por Knowlton y Janes (1931); Al-Jabar (1999) y Fathi (2011) en donde *Bactericera cockerelli* S., llegó a ovipositar de 150 hasta 231 huevos en varias especies de plantas hospedantes. Incluso, Abdullah (2008) encontró valores de 196 a 267 huevos en el cultivo de tomate bajo condiciones controladas. Asimismo, Wallis (1955) contabilizó alrededor de 300 huevos, y Cerna et al. (2018) contabilizaron de 159 a 178 oviposturas.

Figura 19

Número de oviposturas de B. cockerelli S. por localidad y por variedad.



4.1.2 Número de huevos por días después de la siembra

a) Chirihuasi

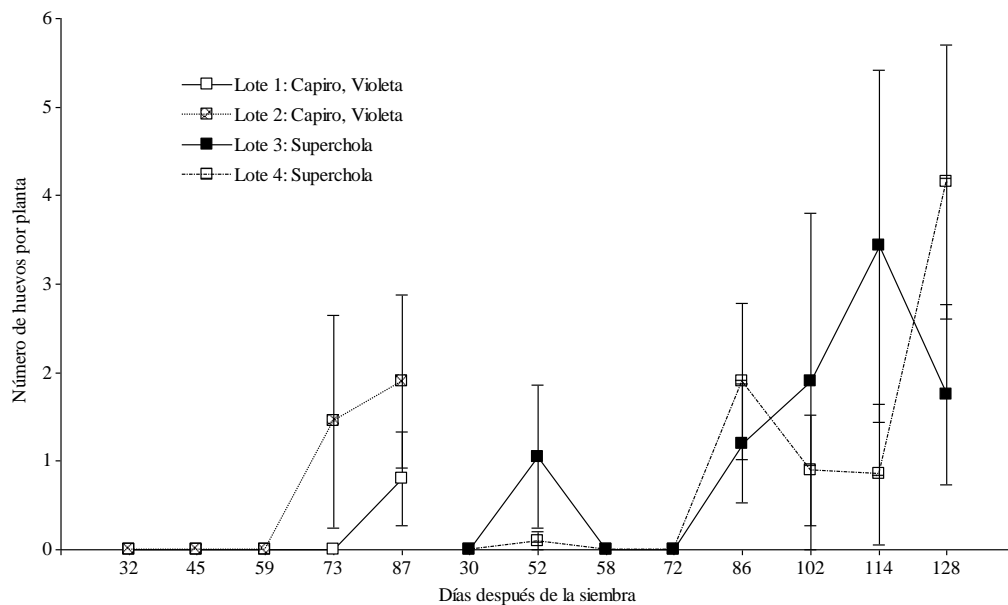
El análisis estadístico realizado mediante la Prueba de Kruskal Wallis se determinó que existe diferencia significativa ($p = <0.0001$), con respecto al número de huevos por localidad interactuando con los días después de la siembra.

El lote 1 (variedad Capiro/Violeta) únicamente presentó a los 87 días después de la siembra un valor máximo de 10 huevos, posterior a esto el lote se dio de baja debido a la falta de manejo y control cultural; el lote 2 (variedad Capiro/Violeta) registró un aumento en el número de huevos del 31% entre los 73 y 87 días después de la siembra, y como consecuencia de un mal manejo el cultivo se dio por perdido al igual que el lote anterior. Mientras tanto que el lote 3 (variedad Superchola) presentó los primeros huevos alrededor de los 52 días después de la siembra con un valor máximo de 16 huevos, ya a los 58 días después de la siembra el número de huevos desciende en un 100%, esto se mantiene hasta los 72 días después de la siembra, nuevamente muestra un incremento del 58, y 81% a partir de los 86 hasta 114 días después de la siembra y finalmente la cantidad del número de oviposturas desciende en un 50% a los 128 días después de la siembra. Y finalmente, el lote 4 (variedad Superchola) presentó sus valores estadísticamente más altos a los 86 y 128 días después de la siembra, con 2 y 4 huevos

respectivamente, a diferencia de lo ocurrido entre los 102 y 114 días después de la siembra donde presentó un descenso 53 y 6% respectivamente (Figura 20).

Figura 20

Número de huevos de B. cockerelli S. con respecto a lo días después de la siembra en la localidad de Chirihuasi.



En este sentido López (2009) llegó a registrar a los 42 días después de la siembra la presencia de los primeros huevos de *B. cockerelli* S. y presentando su mayor infestación con 35 huevos/foliolo. Por otra parte, Yanchatipan (2020), en la variedad Superchola registró las primeras oviposaduras a los 37 días después de la siembra con alrededor de 19 huevos/planta y alcanzando su punto máximo a los 51 días después de la siembra con un promedio de 30 huevos/planta. Mostrando así, con la presente investigación una diferencia de aproximadamente 12 días con respecto al primer apareamiento de los huevos de *Bactericera* sp. en los lotes de Chirihuasi y el valor estadísticamente más alto fue de 4 huevos/planta.

b) La Magdalena

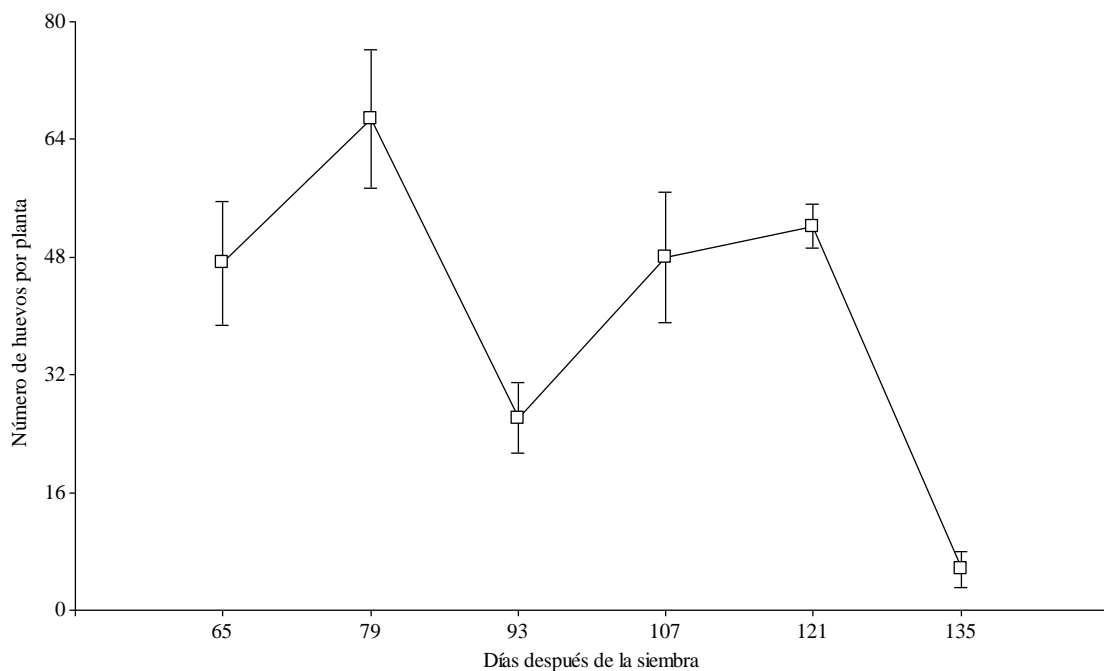
El análisis estadístico realizado mediante la Prueba de Kruskal Wallis se determinó que existe diferencia significativa ($p = <0.0001$), con respecto al número de huevos por localidad interactuando con los días después de la siembra.

La variedad Única presente en la Magdalena presentó valores estadísticamente más altos los 79, 107 y 121 días después de la siembra con 67, 48 y 52 huevos respectivamente. Además, se puede apreciar que existe una reducción en la cantidad de oviposturas en los entre los 93 y 135 días después de la siembra siendo de 61 y 89% respectivamente (Figura 21).

De acuerdo con Cerna et al. (2018) quienes observaron que poblaciones expuestas a plaguicidas llegan a cambiar sus parámetros poblacionales y la disminución de sus densidades es el reflejo del gasto de energía para la defensa contra insecticidas. Por ende, la baja poblacional registrada a los 93 días se debería a que en esta fecha se realizó la aplicación del insecticida profenofos al 50%, así lo corrobora Cerna et al. (2012) quienes utilizaron el insecticida profenofos al 10% resultando eficiente sobre el adulto de *B. cockerelli* S., pero altamente tóxico para el depredador *Chrysoperla carnea* S. Por otra parte, Raura (2021) logró encontrar a los 41 días después de la siembra los primeros huevos del insecto llegando a obtener un promedio de 2 oviposturas/planta. Mostrando una diferencia de 21 días con nuestros datos con respecto a las primeras oviposturas registradas en el lote de La Magdalena.

Figura 21

Número de huevos de *B. cockerelli* S. con respecto a los días después de la siembra en la localidad de La Magdalena.



4.1.3 Número de huevos por etapa fenológica

Al realizarse el análisis estadístico con datos no paramétricos aplicando la Prueba de Kruskal Wallis, se determinó que existe una diferencia significativa ($p = <0.0186$) con respecto al número de huevos por etapa fenológica y por localidad.

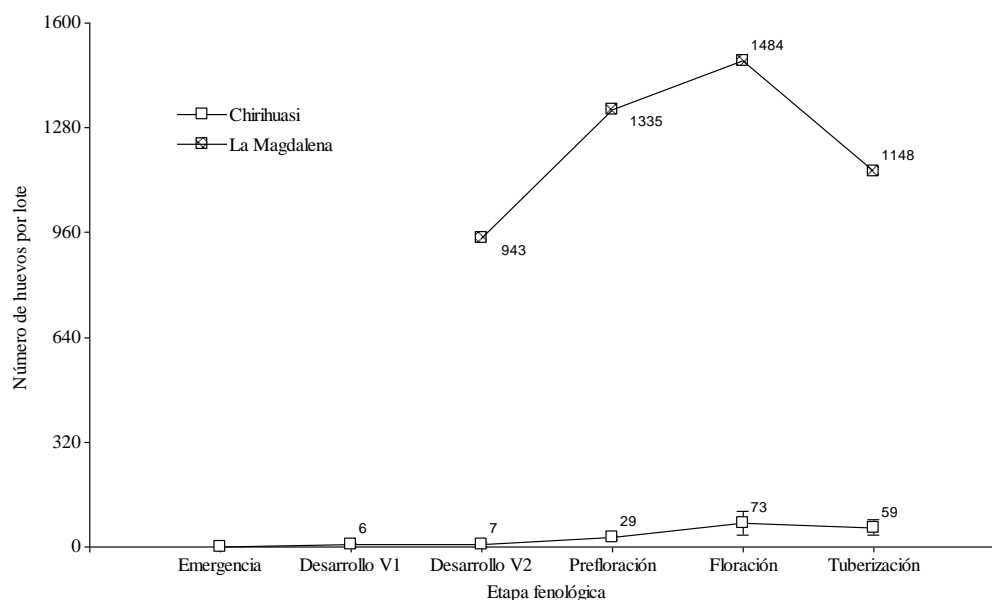
Chirihuasi en la etapa de emergencia no presentó presencia de oviposturas de *B. cockerelli* S., a diferencia de lo ocurrido en las etapas de desarrollo vegetativo 1, desarrollo vegetativo 2, prefloración y floración que mostraron un incremento en la cantidad de huevos del 26%, 300% y 150% respectivamente. Sin embargo, en la etapa de tuberización la cantidad de huevos disminuyeron un 19%. Por otro lado, en la localidad de La Magdalena es posible observar que en la etapa de desarrollo vegetativo 2, prefloración y floración muestra un crecimiento en el número de huevos con 42 y 12% respectivamente, pero algo diferente sucede en la etapa de tuberización donde se observó un descenso del 23% con respecto a la etapa anterior (Figura 22).

Es así que, Fathi (2011) en su estudio llevado a cabo en campo en cultivares de papa con *Bactericera nigricornis* F., observó que las oviposturas se presentaron entre los 6 a 7 días después de la emergencia del cultivo con un aproximado de 47 hasta 63 huevos, encontrando diferencias significativas en las seis etapas de desarrollo de la papa; presentando un aumento significativo de la población de psílicos (huevos+ninfas+adultos) desde la etapa de inflorescencia temprana hasta la etapa de caída de pétalos, corroborando de esta manera, con nuestros resultados, puesto que el aumento de la población de oviposturas en La Esperanza fue a partir de la etapa de desarrollo vegetativo hasta la floración.

De tal manera que, estas diferencias poblacionales podrían estar asociadas con las especies de psílicos y la calidad de la planta hospedante, por ejemplo, una ninfa de *B. nigricornis* F. que se alimenta de plantas hospedantes con mala calidad de nutrientes tiende a reducir su fecundidad al convertirse en un adulto (Knowlton y Janes, 1931; Al-Jabar, 1999; Abdullah, 2008; Fathi, 2011). No obstante, este comportamiento es como el reportado por Yang y Liu (2009); Yang et al. (2010) y Vargas et al. (2011) quienes mencionan que las plantas hospedantes donde crece y se alimenta *B. cockerelli* S., influyen significativamente en sus parámetros biológicos.

Figura 22

Número de ovipositoras de *B. cockerelli* S. con respecto a las etapas fenológicas del cultivo de papa.



Incluso, se ha observado que *B. cockerelli* S. puede presentar preferencia por el cultivo de berenjena (*S. melongena* L.) en comparación a otro tipo de solanácea, ya que en un estudio de Yang y Liu (2009) encontraron un mejor desarrollo y una mayor supervivencia del insecto. Asimismo, Liu y Trumble (2006) demostraron que *B. cockerelli* S. presentó preferencia para la ovoposición por algunas variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.), entre la que destaca: Shady Lady, en la cual se observó que el insecto plaga optó por ovopositar en las plantas que ya estaban infestadas por insecto en estado adulto, esto se debería a los cambios fisiológicos que pueden presentar las plantas después de haber sido fuente de alimento para el psílido.

Finalmente, pese a que la presencia del insecto plaga no fue abundante en las localidades muestreadas, no se puede aseverar que la dinámica poblacional solo dependa de la temperatura, en este sentido también pueden influir otros factores como son la ubicación geográfica donde se llevan a cabo los cultivos, la precipitación, fuente de alimentación y entre otros. Sin embargo, en un trabajo realizado en áfidos por Campbell et al. (1974) se afirma que las diferencias en las densidades poblacionales cambian según la posición geográfica dentro de la misma especie, lo que quiere decir es que los diferentes biotipos se encuentran adaptados a las

condiciones climáticas locales; por lo que se debería realizar un estudio a la misma especie en diferentes localidades.

4.2 Número de Ninfas.

4.2.1 Número de ninfas por variedad

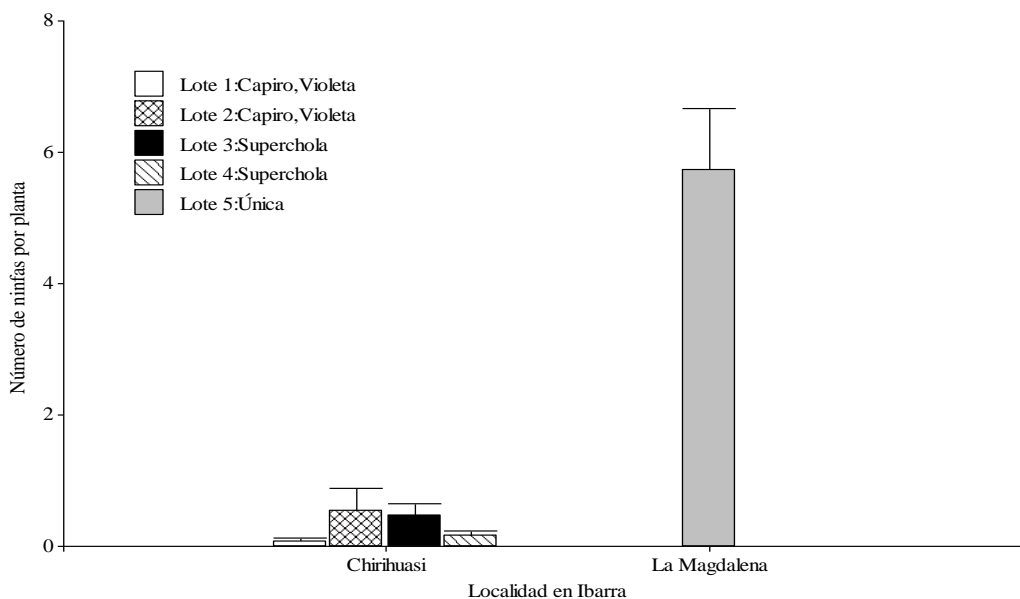
El análisis estadístico realizado mediante la Prueba de Kruskal Wallis indicó que existe una diferencia significativa ($p = <0.0001$), con respecto al número de ninfas por planta en las tres variedades de papa Capiro/Violeta, Superchola ubicadas en Chirihuasi y Única en la localidad de la Magdalena.

La Magdalena presentó el valor estadísticamente más alto de ninfas con 6 en la variedad Única, mientras tanto las variedades de la localidad de Chirihuasi tanto en la Capiro/Violeta como Superchola presentaron valores más bajos del número de ninfas con 0.32 y 0.31 respectivamente. Además, el lote 1 y 2 (Capiro/Violeta) mostraron un valor máximo de ninfas de aproximadamente 3 y 27 ninfas correspondientemente, y registrando un porcentaje de diferencia de 89% entre ambos lotes. Por consiguiente, en el lote 3 y 4 (Superchola) mostraron un valor máximo de ninfas de 19 y 7 respectivamente, con un porcentaje de diferencia entre ambos de 63%. Y el lote 5 (Única) con respecto a la variedad Capiro/Violeta y Superchola presentó un porcentaje de diferencia de 95 y 94% respectivamente (Figura 23).

En una investigación realizada por Jirón et al. (2016) se indica que las poblaciones de ninfas *B. cockerelli* S. fueron bajas, obteniendo promedios de 0.32 y 0.34 ninfas, mostrando de esta manera una similitud con respecto a los resultados obtenidos en la localidad de Chirihuasi (0.31 y 0.32 ninfas). Posiblemente las bajas densidades de las ninfas están relacionadas a la fluctuación de las temperaturas del medio, puesto que en un estudio de Ramos (2014) manifiesta que la mayor mortalidad de ninfas de primer estadio ocurrió a temperaturas de 25.9 °C y las de cuarto y quinto estadio a los 29 °C. Pese a que en nuestro estudio las temperaturas diarias no alcanzaron esos valores, éstas oscilaron entre los 10 y 19 °C cuando las poblaciones de ninfas presentaron valores bajos o de cero.

Figura 23

Número de ninfas de B. cockerelli S. por localidad con respecto a la variedad.



4.2.2 Número de ninfas por días después de la siembra

Al realizarse el análisis estadístico con datos no paramétricos aplicando la Prueba de Kruskal Wallis, se determinó que existe una diferencia significativa ($p= 0.0046$) para Chirihuasi y ($p=0.0002$) para La Magdalena, con respecto a los días después de la siembra por variedad.

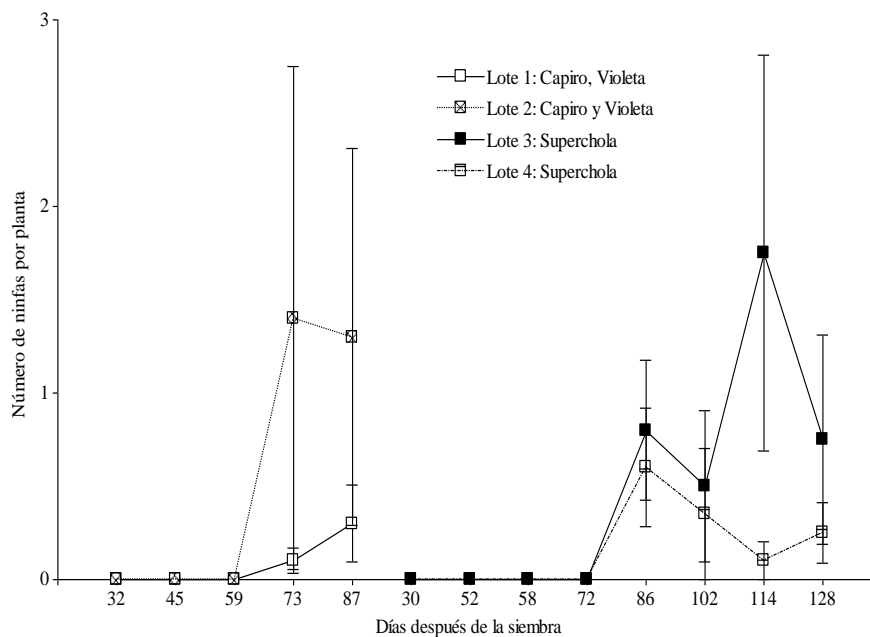
Como se muestra en la figura 24, Chirihuasi mostró valores muy bajos en la cantidad de ninfas con 0.10 y 1 en el lote 1 y 2 respectivamente a los 73 días después de la siembra, pero a los 87 días el lote 1 presentó un incremento del 200%, mientras tanto el lote 2 mostró una disminución del 7%. Por otro lado, el lote 3 y 4 presentaron valores estadísticamente similares entre sí con 25% a los 86 días después de la siembra, pero para los 102 días después de la siembra ambos lotes disminuyeron el número de ninfas en un 38 y 42% (lote 3 y lote 4 respectivamente). A los 114 días después de la siembra el lote 3 presentó su valor máximo con 2 ninfas, mientras que el lote 4 mostró un porcentaje de diferencia del 71% con respecto a los registrados anteriormente. Y finalmente, a los 128 días después de la siembra el lote 3 mostró una caída en la cantidad de ninfas de 57%, mientras tanto que el lote 4 incrementó en un 150% con respecto a los días anteriormente registrados.

Conforme a lo mencionado en nuestro estudio los resultados contrastan con los de Rubio et al. (2006) quienes señalan que la población de ninfas en los primeros días de desarrollo del cultivo

de papa fue de cero y de 35 ninfas/planta al finalizar el ciclo del cultivo. Mientras tanto, Díaz et al. (2008) en su estudio llevado a cabo bajo condiciones de invernadero, al terminar el ciclo del cultivo llegó a encontrar de 90 a 450 ninfas/planta; esta información evidencia la presencia de *B. cockerelli* S. durante todo el ciclo del cultivo y una constante inmigración de adultos que ovipositaron en las plantas y dieron origen a nuevas generaciones.

Figura 24

Número de ninfas por planta por días después de la siembra en la localidad de Chirihuasi.

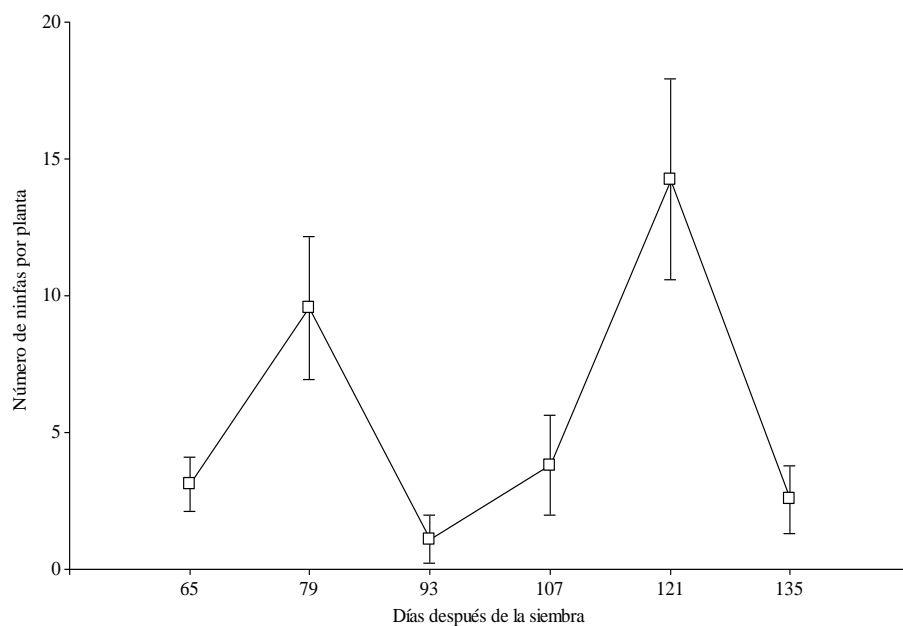


Además, la variedad Única presente en La Magdalena presentó una dinámica fluctuante a medida que el ciclo del cultivo avanzaba, por ello a los 65 días después de la siembra su población de ninfas fue 3; en el siguiente registro a los 79 días después de la siembra presentó su primer pico más alto 10 ninfas; a los 107 días después de la siembra mostró una baja en la cantidad de ninfas con 1, a los 121 días después de la siembra incrementó ese número de ninfas en un 245%. Asimismo, a los 121 días después de la siembra mostró su segundo pico más alto con alrededor de 14 ninfas, pero al finalizar la cantidad de ninfas disminuyó en un 82% a los 135 días después de la siembra (Figura 25).

A partir de esto, Yanchatipan (2020) discrepa ya que en su estudio observó que el número de ninfas no varió a lo largo del ciclo del cultivo, llegando a registrar un promedio de 1 ninfa/planta durante los 135 días monitoreados, demostrando que las ninfas tienen preferencias por la etapa de floración y tuberización. Esto se debería según Cranshaw (2001) a que durante estas etapas fenológicas pueden encontrar tejidos jóvenes que facilitan su alimentación, incluso se encuentran menos expuestas a las variaciones climáticas.

Figura 25

Número de ninfas por planta con relación a los días después de la siembra en la localidad de La Magdalena.



4.2.3 Número de ninfas por etapa fenológica.

Los resultados obtenidos mediante la Prueba de Kruskal Wallis, se determinó que no existe diferencia significativa ($p=0.0213$), con respecto a las etapas fenológicas por localidad.

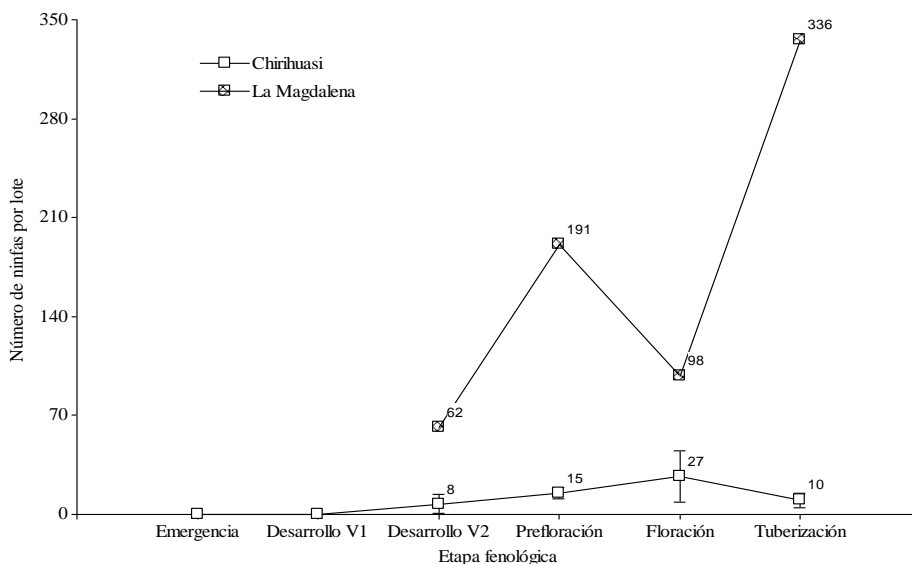
La figura 26 muestra la fluctuación de los estadios IV y V de *B. cockerelli* S. en donde La Magdalena presentó el valor estadísticamente más alto de ninfas con 62 en la etapa de desarrollo vegetativo 2, mientras tanto que la localidad de Chirihuasi presentó un porcentaje de diferencia del 56% con respecto a la localidad antes mencionada en la misma etapa fenológica. Durante la etapa de floración tanto Chirihuasi como La Magdalena presentaron valores estadísticamente altos con 191 y 15 ninfas respectivamente. Por otro lado, Chirihuasi muestra un valor estadísticamente alto en la etapa de floración con 27 ninfas, mientras tanto en

La Magdalena presentó un valor estadísticamente bajo durante la misma etapa fenológica mencionada anteriormente con 98 ninfas. Finalmente, en la etapa de tuberización Chirihuasi muestra un valor estadísticamente bajo con 10 ninfas con respecto a la localidad de La Magdalena, que presentó su valor estadísticamente más alto con 336 ninfas.

En este sentido, los hábitos de oviposición de la hembra al colocar los huevos con frecuencia en hilera en los bordes marginales o distribuidos en la superficie de las hojas, pero de ese grupo únicamente los huevos fértiles son los que eclosionan, en condiciones de campo estas ubicaciones permiten la rápida deshidratación de los huevos reduciendo su viabilidad (Lehman, 1930; Cranshaw, 1989; Cerna et al. 2018). De ahí que, Davis (1937); Liu y Trumble (2006) y Yang y Liu (2009) mencionan que la mayor mortalidad de ninfas ocurre durante sus primeros estadios ninfales, concordando con lo expuesto en nuestra investigación, al obtener valores estadísticamente altos de oviposturas, pero este valor no se ve reflejado para la variable número de ninfas, dando a entender que únicamente los huevos fértiles llegaron a convertirse en ninfas, por eso la disminución drástica del 76% en la cantidad de éstas.

Figura 26

Fluctuación de los estadios (IV y V instar) de B. cockerelli S. durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo de papa.



En otros estudios realizados por Liu y Tsai (2000) encontraron que los últimos instares de *Diaphorina citri* K. mostraron un porcentaje de supervivencia del 90%. De acuerdo con Chavan y Summanwar (1993) esto se debe a que *D. citri* K., oviposita en los brotes tiernos de las

plantas. De manera similar González et al. (2012) observaron que cuando hay más de 90 huevos depositados, el porcentaje de supervivencia de huevo hasta ninfas se reduce a menos del 50%; información que contrasta con los presentados en esta investigación, pese a que mostraron cantidades altas de oviposturas tanto en Chirihuasi como en La Magdalena la población de las ninfas si disminuyó en 65 y 86% respectivamente, presentando un porcentaje de supervivencia de 37 y 14%.

Finamente, Padilla et al. (2010) enfatizan que uno de los factores que altera el desarrollo de la población del insecto plaga es la temperatura, ya que ésta juega un papel muy importante para las ninfas de *B. cockerelli* S., debido a que en rangos inferiores a 15°C o superiores a 32°C afectan su supervivencia y desarrollo. Esta información se contrasta con la expuesta por Henne et al. (2010), quienes señalan que tanto los adultos como las ninfas de *B. cockerelli* S., son muy tolerantes al frío, y las ninfas pueden sobrevivir a la exposición a temperaturas menores a los 15°C durante más de 24 horas. En definitiva, se puede inferir que las bajas poblaciones de ninfas si se vieron influenciadas por este factor que presentó variaciones a lo largo del estudio, especialmente esto se observó en La Magdalena a los 79 días después de la siembra presentó una temperatura media de 14.22°C, mostrando una población de 10 ninfas, pero para el día 93 disminuyó a 13.54°C, al igual que la densidad poblacional a 1 ninfa.

4.3 Número de Adultos.

4.3.1 Adultos de *Bactericera cockerelli* S. por Trampa

a) Por etapa fenológica

Al realizarse el análisis estadístico con datos no paramétricos aplicando la Prueba de Kruskal Wallis, se determinó que no existe una diferencia significativa ($p=0.1838$), con respecto al número de insectos adultos de *Bactericera* sp. por trampa y por etapa fenológica.

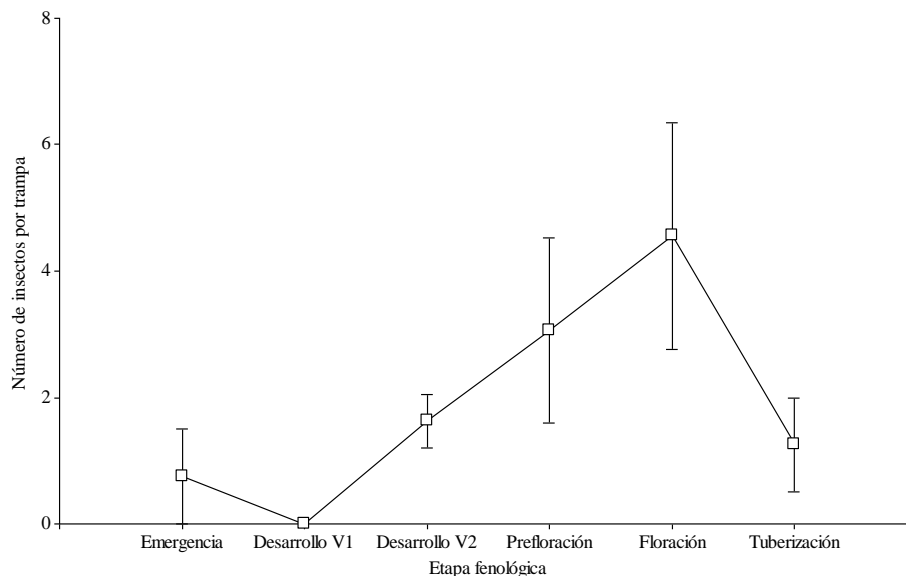
La etapa de emergencia presentó un valor muy bajo de adultos con 1 espécimen, en la etapa de desarrollo vegetativo 1 se puede apreciar claramente que la cantidad disminuyó drásticamente en un 100%, pero para el desarrollo vegetativo 2 la población de adultos nuevamente aumento alrededor de 2 adultos, esta tendencia se mantiene en aumento en la etapa de prefloración con un ascenso de 88% de prefloración y su valor más alto con 5 especímenes. A la etapa de

tuberización la población de adultos de *B. cockerelli* S., bajó considerablemente en un 59% (Figura 27).

Vinculado a esto, Al-Jabr y Cranshaw (2007), en su ensayo registraron un valor de 4.8 a 5.1 adultos/trampa capturados en las trampas de color amarillo, presentando una similitud de 64% con los resultados expuestos en nuestra investigación. Aunque en un estudio de Yen et al. (2013) obtuvieron valores más altos en comparación a los nuestros, logrando atrapar 242 adultos en las trampas amarillas en un período de captura de cuatro días.

Figura 27

Número de adultos Bactericera por trampa con respecto a las etapas fenológicas del cultivo de papa.



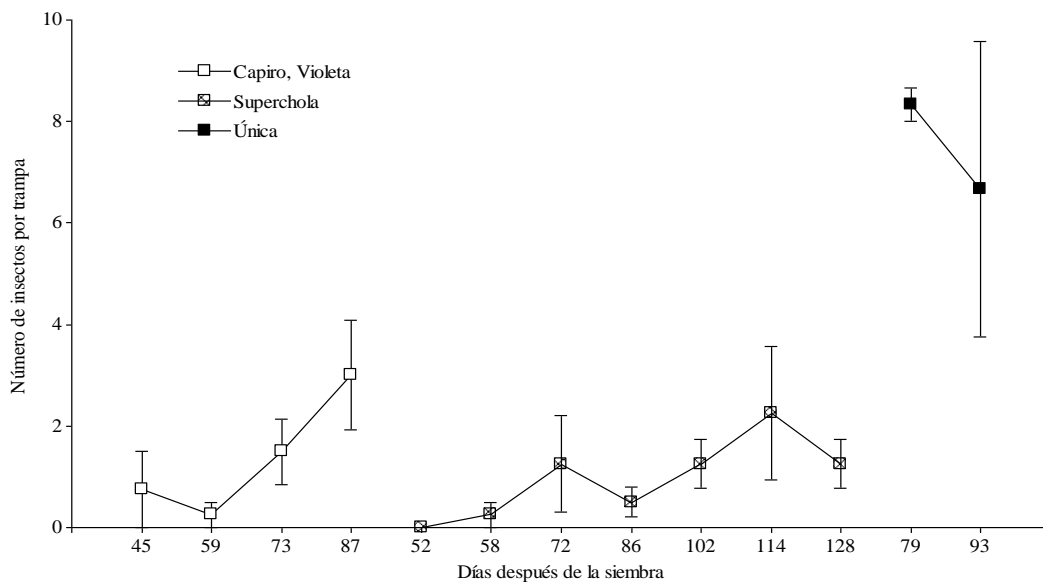
Además, la variedad Única muestra el número de adultos más alto por trampa a los 79 días con de 8 especímenes. Por su parte, la variedad Capiro/Violeta al inicio de ciclo del cultivo presentó un valor de 1 adultos/trampa, posterior a los 59 días muestra una baja del 100%, pero al día 73 y 87, llegó a registrar 2 y 3 adultos/trampa respectivamente. Y la variedad Superchola, presentó su pico más alto a los 114 días con 2 individuos/trampa (Figura 28). De esta manera se deduce que la mayor cantidad de adultos de *Bactericera* sp. atrapados en las trampas amarillas se encuentran dentro de la etapa de desarrollo vegetativo a floración.

En ese mismo contexto, pese a que los valores encontrados en nuestra investigación son muy bajos (8 adultos/trampa) comparado a lo que obtuvo Yanchatipan (2020) quien menciona que

la mayor cantidad de adultos de *B. cockerelli* S., atrapados en las trampas fue de 40 adultos/trampa a los 66 días después de la siembra en la variedad Superchola. Asimismo, Rubio et al. (2006) discrepan, puesto que durante el monitoreo de la población de *B. cockerelli* S. realizado durante el invierno, lograron capturar hasta 60 adultos/trampa y en verano, 16 adultos/trampa; y probablemente este comportamiento sea un indicio de la capacidad de sobrevivencia de este insecto durante la temporada de lluvias.

Figura 28

Número de insectos adultos de *B. cockerelli* S. por trampa con respecto a los días después de la siembra.



En definitiva, uno de los factores que influyen en el desarrollo y presencia de *B. cockerelli* S. además de la temperatura, es la altura. Así manifiesta Rubio et al. (2011) en uno de sus trabajos en donde observaron que la población de los insectos disminuye conforme aumenta la altitud y a alturas superiores a los 3 200 m.s.n.m. esta población del psílido fue insignificativa; ya que a los 2 600 y 3 000 m.s.n.m. encontró aproximadamente de 35 a 45 individuos por trampa respectivamente; mostrando similitud con lo encontrado en nuestro trabajo debido a que presentaron la misma tendencia, aunque los valores fueron muy bajos, el lote ubicado a una altura de 2 365 m.s.n.m, registró el número más alto con 8 insectos/trampa, mientras tanto que el otro con una altura de 3 100 m.s.n.m mostró alrededor de 3 insectos/trampa.

4.4 Sintomatología de la Punta Morada (PM)

Los resultados obtenidos mediante la Prueba de Kruskal Wallis, no se encontraron diferencias significativas ($p= 0.5543$) con respecto al porcentaje de incidencia de Punta Morada por días después de la siembra por lote.

De los cinco lotes evaluados, el lote 1 fue el que presentó un valor estadísticamente más alto con sintomatología de PM alrededor de los 59 días después de la siembra con 90%, manteniéndose ese porcentaje hasta los 73 días, pero para el día 87 se registró un leve descenso de 5.56%. Por otro lado, el lote 2 a los 59 días mostró un porcentaje de incidencia de Punta Morada del 17%, posteriormente a los 73 días después de la siembra registró un incremento del 352%, pero para el último monitoreo se evidenció un declive de 9%. Mientras tanto, el lote 3 y 4 presentaron un valor de 18 y 20% respectivamente a los 58 días, al igual que durante el día 72, ambos lotes presentaron valores estadísticamente similares de 65 y 40% correspondientemente, ya al día 86 estos porcentajes disminuyeron aproximadamente entre 33%. Por otra parte, a los 102 días nuevamente presentaron un crecimiento en el porcentaje de incidencia de PM en el lote 3 (71%) y 4 (13%); pero para los últimos días 114 y 128, el valor disminuyó considerablemente (Figura 29).

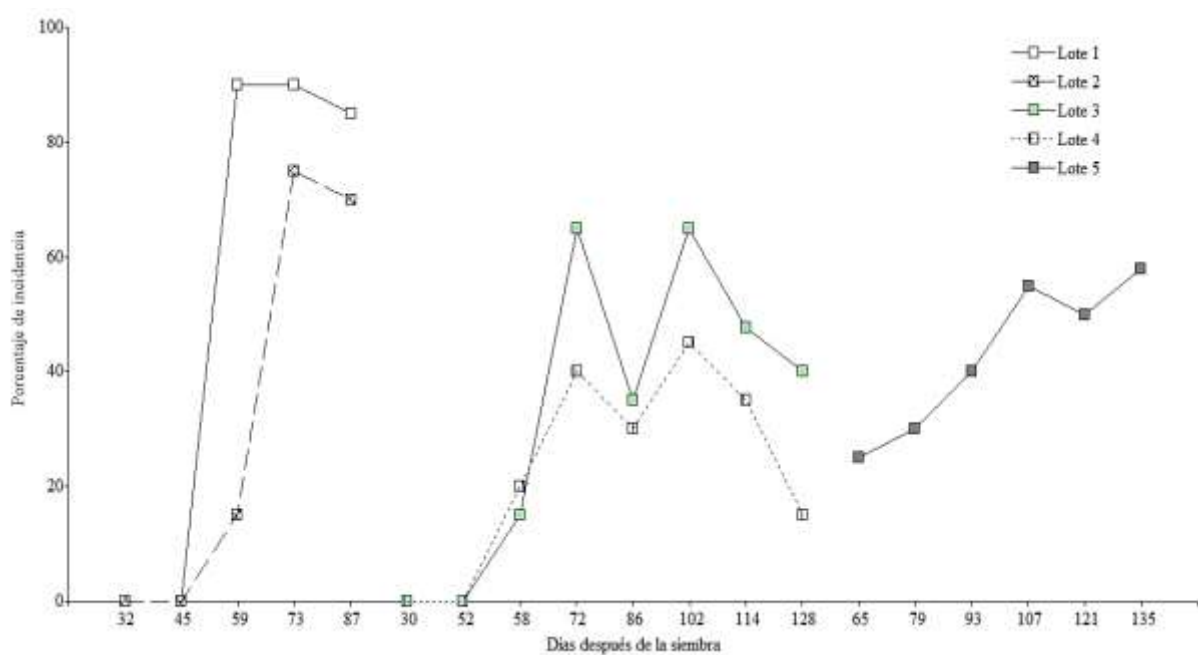
En el lote 5, a los 65 días después de la siembra el porcentaje de incidencia de PM presentó aproximadamente un 27%, la tendencia en aumento se mantuvo hasta el día 107 con un porcentaje de 56%, para el día 121 esta cantidad desciende levemente en un 10% y finalmente, al día 135 registró un incremento de 16%.

De manera similar, los síntomas causados por *B. cockerelli* S. han sido observados por varios investigadores (Arslan, 1985; Asscherman et al., 1996). Por tal razón, la sintomatología evidenciada en los lotes de la presente investigación concuerda con los presentados por Ramos (2014), quien señala que los primeros síntomas de daño se manifestaron a lo largo del desarrollo vegetativo del cultivo, y entre los que presentaron mayor prevalencia están: el amarillamiento y enrollamiento de las hojas, entrenudos cortos, tubérculos aéreos y coloración morada de hojas jóvenes. Asimismo, Munyaneza et al. (2007) describieron los siguientes síntomas: retraso en el crecimiento, clorosis, entrenudos hinchados en la parte superior, proliferación de yemas axilares, tubérculos aéreos, pardeamiento del sistema vascular y muerte temprana de la planta.

Sin embargo, Walker et al. (2011); Hansen et al. (2008) y Swisher et al. (2013) observaron el deterioro de los cultivos en papa a partir de 3 a 4 semanas después del primer aumento de las poblaciones de *B. cockerelli* S. Aunque, Almeyda et al. (1999) señalan que los síntomas de la enfermedad de la PM pueden llegar a aparecer aproximadamente entre los 75 a 80 días después de la siembra del cultivo. Consecuentemente la información anteriormente mencionada discrepa de los de la presente investigación, debido a que los síntomas de la punta morada se observaron a partir de los 59 días después de la siembra con porcentajes de incidencia de 18 a 90%, esta varianza se debería a las condiciones en que se desarrolló el cultivo.

Figura 29

Porcentaje de incidencia de Punta Morada con respecto a los días después de la siembra en los cinco lotes de papa localizados en La Esperanza.



En este sentido, cabe destacar que Munyaneza (2012) observó que el desarrollo óptimo de los síntomas de *Liberibacter solanacearum* (Lso) y Zebra Chip (ZC) en plantas de papa oscilan a una temperatura diaria de 27 a 32 °C, pero a temperaturas inferiores o iguales a 17 °C puede ralentizarlos significativamente, pero no impide su desarrollo. Con respecto a los valores mencionados anteriormente, difieren con los de nuestro trabajo de investigación, este es el caso del lote que presentó el mayor porcentaje de incidencia de la enfermedad al día 59, registrando una temperatura de 9.9 a 17.32 °C, deduciendo de esta manera que la temperatura no influyó en el desarrollo de los síntomas de la enfermedad.

En otro estudio, Serrano y Pérez (2006) determinaron que el mayor daño en el cultivo de papa es causado por el estado juvenil del insecto (ninfas) más no por los adultos. Aunque, Daniels (1954) afirma que los adultos también son capaces de ocasionar síntomas de la enfermedad, pero Butler y Trumble (2012) señalan que se requiere de densidades muy altas de adultos de *B. cockerelli* S. para producirlos.

Sin embargo, en pruebas realizadas por Richards et al. (1933) encontraron que densidades tan altas como 1 000 adultos de *Bactericera* por planta no llegaron a producir síntomas de la enfermedad “amarillos de psílicos”. Aunque, Richards (1931) asegura que a menos de 15 ninfas no indujeron síntomas uniformes de la enfermedad en el cultivo de papa, pero con infestaciones más altas los síntomas aparecen alrededor de 4 a 6 días. Acorde a la información expuesta por estos autores y pese a que en nuestros estudios la población de adultos fue muy baja en comparación a la de las ninfas, se puede inferir que la cantidad de ninfas si fue suficiente para causar los síntomas de la PM en los lotes de La Esperanza.

Por otro lado, Martínez (1999) ha observado que plántulas recién emergidas poseen síntomas típicos de la PM, y que sin duda provienen de tubérculos infectados; de igual manera, Flores et al. (2004) y Castillo (2019) aseveran que hay dos fuentes de diseminación y transmisión de esta enfermedad, la primera por medio de insectos vectores que poseen el fitoplasma y la segunda, a través de tubérculos de papa infectados y procedentes de lotes con síntomas de PM y que posteriormente se los utiliza como semilla. En este sentido, la variedad Capiro/Violeta presentó síntomas de la enfermedad poco después de la emergencia del cultivo, llegando a presentar un porcentaje de incidencia del 90% de la PM, esto se lo puede atribuir a que se ocupó como semilla, parte de una producción anterior en la que se había observado síntomas característicos de esta enfermedad, llevándolo a dar por terminado a los 87 días después de la siembra, debido a la gran afectación que sufrió el cultivo de papa.

4.5 Clasificación de Insectos por Orden (entomofauna) Colectados en Trampas.

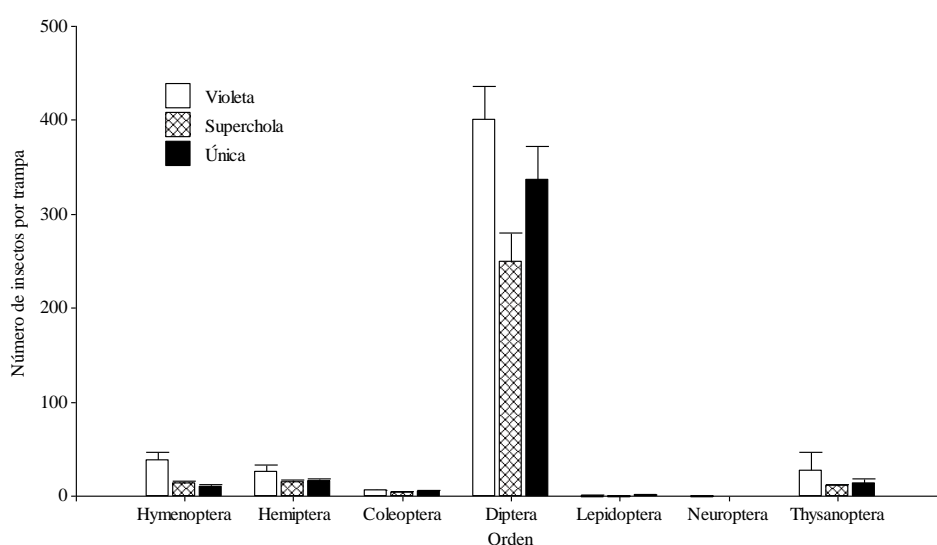
En esta variable se encontraron diferencias significativas ($p < 0.0001$) en la interacción número de insectos por orden por variedad, en donde se determinaron siete ordenes de insectos, entre los cuales se encuentran: Dípteros, Himenópteros, Hemípteros, Tisanópteros, Coleópteros, Lepidópteros y Neurópteros.

El orden más abundante en todas las trampas recolectadas y contabilizadas fue el de los dípteros, con una población de 986 insectos. Seguido por los himenópteros presentando un valor total de 62 ejemplares. Los hemípteros presentaron una población total de 57 especímenes. Los tisanópteros mostraron una población total de 51 ejemplares. Por otra parte, los órdenes que presentaron poblaciones muy bajas fueron lepidópteros (2 insectos) y coleópteros (14 insectos) (Figura 30).

Por consiguiente, López (1979) menciona que las plagas de follaje que se encuentran con mayor densidad en el cultivo de papa son de los órdenes: lepidópteros, coleópteros, dípteros, hemípteros. No obstante, en un estudio realizado por Torres (2010) encontró la mayor cantidad del orden Diptera con 6 005 individuos, seguido por los coleópteros con 2 849 individuos, himenópteros (525), hemípteros (510), lepidópteros (147), tisanópteros (85), neurópteros (31) y el orden que presentó la menor cantidad fue ortópteros con 4 individuos. Los resultados presentan una leve similitud, ya que el orden Diptera, también fue altamente significativo en la localidad de La Esperanza, pero en menor cantidad 3 939 ejemplares comparado con el estudio anteriormente mencionado, mientras que el orden de los coleópteros presentó apenas 60 insectos y el orden que no mostró significancia fueron los neurópteros.

Figura 30

Número de insectos contabilizados con respecto al orden taxonómico por variedad.



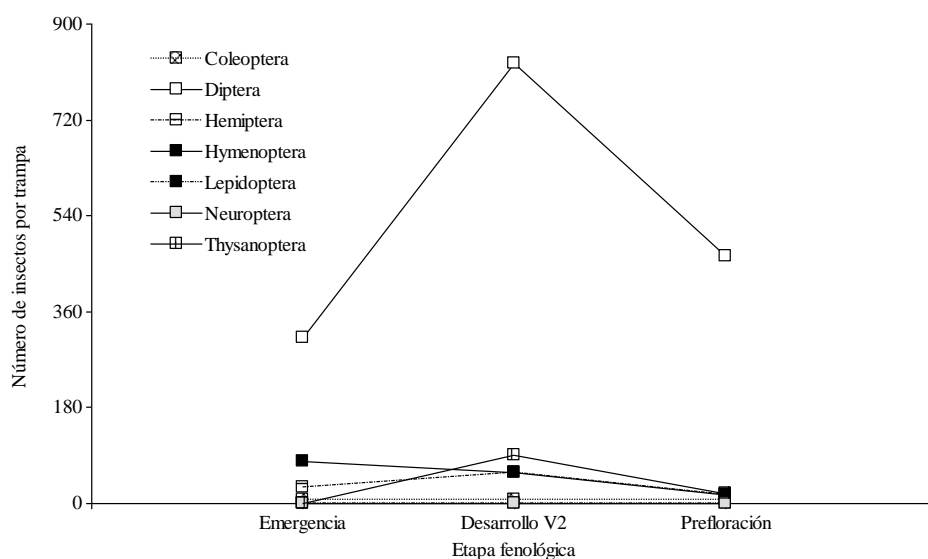
La variedad Capiro/Violeta presente en la localidad de Chirihuasi durante la etapa de emergencia presentó la mayor densidad poblacional de insectos del orden Diptera con 311

ejemplares/trampa, seguido de los himenópteros con un valor de 80, hemípteros con 31, los órdenes Coleoptera y Lepidoptera presentaron valores muy bajos con 8 y 1, respectivamente. En la etapa de desarrollo vegetativo, la población de dípteros se incrementó a 826 insectos/trampa, por su parte los himenópteros disminuyeron en un 28%, los hemípteros crecieron en un 88%, y los tisanópteros mostraron un valor de 91 especímenes con respecto a la etapa anterior. Y finalmente en la etapa de prefloración, la población de dípteros se mantuvo con un valor estadísticamente alto con 437 insectos/trampa, pero tanto himenópteros como hemípteros registraron una disminución del 70 y 73% respectivamente, y los órdenes coleópteros, lepidópteros y neurópteros presentaron valores super bajos en sus poblaciones (Figura 31).

En una investigación realizada por Bordunale (2018) señala que la mayor cantidad de insectos atrapados en trampas fueron del orden Diptera e Himenóptera, obteniendo un total de 8 969 y 8 761 respectivamente, corroborando de esta manera con nuestros resultados, al presentar mayor prevalencia de los órdenes díptera e himenóptera en las trampas amarillas, pero en cantidades mucho más bajas. Y, de hecho, Gaston (1993) y Kristensen (1999) consideran a Himenoptera y Diptera como los órdenes hiperdiversos de mayor relevancia dentro del grupo de los insectos debido a su importancia biológicos y ecológica, y a los varios roles que cumplen en un agroecosistema.

Figura 31

Clasificación de insectos por orden taxonómico con respecto a los días después de la siembra en la variedad Capiro/Violeta.

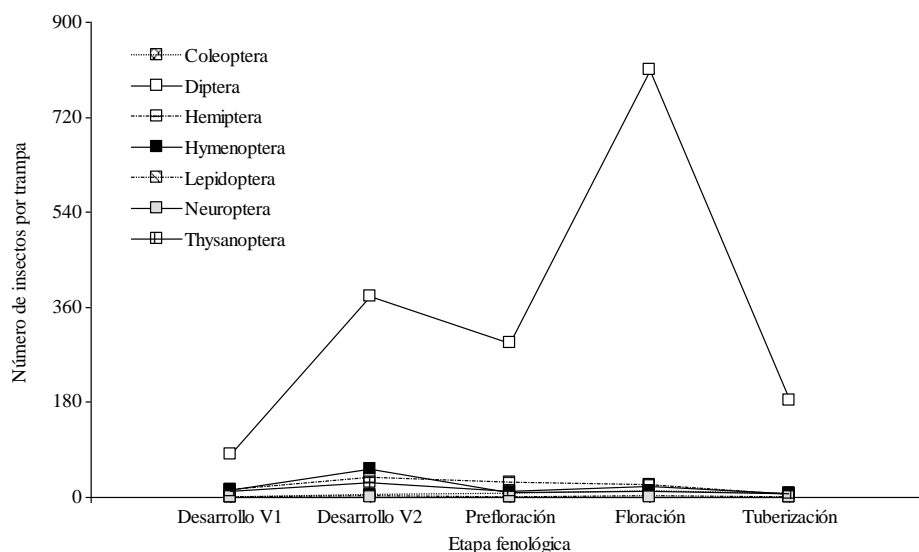


En el caso de la variedad Superchola, en la etapa de desarrollo vegetativo 1 los dípteros muestran la densidad poblacional más alta con 81 insectos, seguido de los himenópteros y hemípteros con 15 y 14 respectivamente, luego tisanópteros con 13. La etapa de desarrollo vegetativo 2 muestra mayoritariamente la presencia de las poblaciones de los dípteros con 381, himenópteros con 53, hemípteros con 36, tisanópteros con 27, coleópteros y lepidópteros con 4 y 1 respectivamente. Mientras tanto en la etapa de prefloración la cantidad de dípteros disminuyó en un 23%, los himenópteros, hemípteros y tisanópteros de igual manera en un 83, 23 y 58%, correspondientemente. Para la etapa de floración, la población de los dípteros fue la más alta con aproximadamente 809 insectos, mientras tanto que el resto de los órdenes presentaron valores bajos. Y finalmente en la etapa de tuberización, la densidad poblacional de los dípteros disminuyó en un 77%, algo similar ocurrió con los órdenes restantes, puesto que sus valores se mantuvieron por debajo de los 7 insectos/trampa (Figura 32).

El estudio realizado en el cultivo de chile (*Capsicum annum* L.) por Lozano et al. (2018) difieren de los nuestros debido a que encontraron con mayor número de ejemplares colectados insectos de los órdenes: coleópteros y hemípteros; mientras tanto los que presentaron bajas densidades fueron los himenópteros, lepidópteros, dípteros, neurópteros, tisanópteros y ortópteros. El autor antes mencionado asegura que esto se debería a la variación del tipo de chile, siendo las plantas de bajo porte las que albergan mayor cantidad de insectos.

Figura 32

Clasificación de insectos por orden taxonómico con respecto a los días después de la siembra en la variedad Superchola.

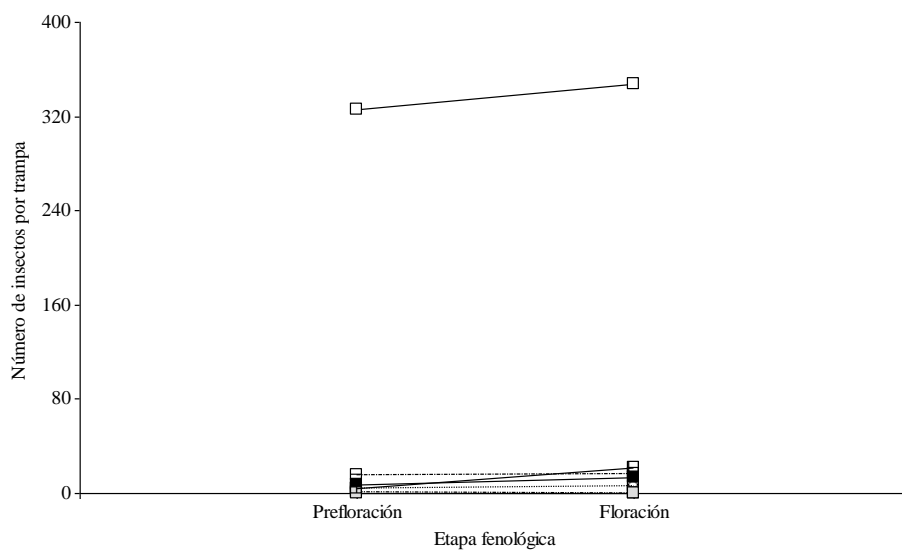


Por otro lado, la variedad Única ubicada en la localidad de La Magdalena presentó la mayor cantidad de dípteros independientemente de la etapa fenológica del cultivo con alrededor de 673 individuos, seguido por los hemípteros con 32, tisanópteros con 26 e himenópteros con 20 especímenes. Mientras tanto, que los órdenes que presentaron las poblaciones más bajas fueron Coleoptera con 10 y Lepidoptera con 2. Las densidades poblacionales más altas contabilizadas en las trampas amarillas fueron más evidentes en la etapa de floración, dípteros con 347, tisanópteros 22, hemípteros 17, himenópteros 13 y coleópteros con 6 (Figura 33).

Estos resultados contrastan de los obtenidos por Martínez et al. (2021) puesto que el orden más prevaleciente en su trabajo realizado en el cultivo de pimiento fue el Hemiptera con alrededor de 226 insectos, seguido de Coleoptera con 51, Himenoptera con 29, Diptera con 14, Neuroptera con 6, Lepidoptera con 5 y Tisanoptera con 6. Y dentro de los principales grupos de artrópodos en el cultivo de papa, trabajos revisados anteriormente coinciden en informar que los órdenes: Diptera, Himenoptera, Hemiptera, Tisanoptera, Lepidoptera y Coleoptera, concuerdan con los encontrados en la presente investigación, pese a que presentaron diferencias en los valores.

Figura 33

Clasificación de los insectos por orden taxonómico con respecto a los días después de la siembra en la variedad Única.



Quispe (2015) menciona que la arquitectura de la planta es un factor que condiciona la variedad de insectos, puesto que plantas en estados tempranos de desarrollo sostienen menor número de especies que en estados tardíos, con excepción de las senescentes. De esta manera se corrobora esta información con nuestros resultados, luego de observar que las poblaciones de insectos fueron más abundantes en la etapa de floración.

Otro de los factores que explican la presencia de insectos en sitios cubiertos con más follaje puede involucrar al método de muestreo utilizado como, por ejemplo, el uso de las trampas adhesivas amarillas. Y al tratarse de trampas activas, que atraen insectos mediante estímulos visuales (color amarillo), pudo haber sucedido que la cobertura vegetal redujera la visibilidad de las trampas y por ende el número de insectos atrapados fue menor en estas condiciones (Bordunale, 2018).

Incluso, Rotondi et al. (2019) consideran posible que, bajo el dosel de la planta las condiciones microclimáticas de menor temperatura hubiesen afectado negativamente la actividad de vuelo de los insectos y por ende disminuyera la cantidad de especímenes capturados por las trampas, como es el caso de los órdenes que presentaron densidades muy bajas durante todo el ciclo del cultivo de papa como son: tisanópteros, lepidópteros, coleópteros y neurópteros.

4.6 Entomofauna Muestreada con la Red Entomológica.

El análisis estadístico aplicando la prueba de Kruskal Wallis, indica que existe una diferencia significativa ($p = <0.0236$), con respecto al orden taxonómico de los insectos colectados dentro del cultivo con la red entomológica por variedad y por etapa fenológica. La colecta de la entomofauna se realizó en la variedad Superchola y Única, debido a que estas variedades fueron las únicas en alcanzar la etapa de prefloración, floración y tuberización.

La variedad Única presente en La Magdalena al presentar el 25, 50 y 100% de la floración, el orden más abundante fue Diptera (12, 109 y 114), seguido de Himenoptera (2, 18 y 18), Hemiptera (0, 5 y 9), Tisanoptera (0, 5 y 8) y Coleoptera (1, 4 y 4), respectivamente (Tabla 6).

En un estudio realizado por Cevallos y Mantilla (2008) encontraron los siguientes órdenes en el cultivo de papa: Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Diptera, Thysanoptera, siendo este último el que presentó una densidad alta en todas las localidades, pese a que los autores en esta

investigación no presentaron datos, pero esta información coincide con los órdenes contabilizados en nuestro trabajo de investigación.

Por otra parte, la variedad Superchola en la fase de floración al 25, 50 y 100% el orden más prevaleciente fue el Diptera (54, 40 y 62), seguido de Himenoptera (4, 4 y 1) y Coleoptera (3, 2 y 3), respectivamente (Tabla 6).

Sin embargo, en la presente investigación se identificaron bajas poblaciones de varios órdenes de insectos con diferente ecología (plaga/vectores, depredadores y polinizadores) que se colectaron en las trampas amarillas al igual que con la red entomológica, entre las cuales se encuentran: Hemiptera (Aphidae, Cixiidae, Cicadellidae, Membracidae, Aleyrodidae, Lygaeoidea, Anthocoridae, Nabidae y Psylloidea); Coleoptera (Staphylinidae, Coccinellidae, Elateridae y Chrysomelidae), Diptera (Sirfidae), Thysanoptera, Lepidoptera (Pieridae), Himenoptera (Eulophidae y Apidae) y Neuroptera (Chrysopidae).

Nuestros resultados se asemejan parcialmente con lo que alude Knowlton y Allen (1936), quienes mencionan que entre los depredadores que atacan a los psíidos del tomate se encuentran: mariquitas (Coleoptera), crisopas verdes (Neuroptera), nabids (Hemiptera), una mosca sírfida (Diptera) y chinches de ojos grandes (Hemiptera).

Tabla 6

Número de insectos identificados por orden taxonómico con respecto al porcentaje de floración que presentó el cultivo de papa.

Orden	Chirihuasi			La Magdalena		
	25%	50%	100%	25%	50%	100%
Hymenoptera	4	4	1	2	18	18
Hemiptera	2	2	2	0	5	9
Coleoptera	3	2	3	1	4	4
Diptera	54	40	62	12	109	114
Lepidoptera	0	0	0	0	0	0
Odonata	0	0	0	0	0	0
Neuroptera	0	0	0	0	0	0
Thysanoptera	0	0	0	0	5	8
Arachnida	0	0	0	1	0	0
Orthoptera	0	2	0	0	0	0

Lu et al. (2014); Damien et al. (2017) señalan que uno de los factores que puede influir sobre la abundancia y diversidad de insectos es la diversidad de recursos florales. De tal manera, se afirma esta información mencionada por los autores anteriormente mencionados, puesto que en nuestros resultados la mayor cantidad de especímenes capturados por la red entomológica, se observan cuando el cultivo presentó el 50 y 100% de la floración.

Sin embargo, Nava et al. (2012); Al-Deeb et al. (2001) y Pérez et al. (2018) mencionan que la aplicación de insecticidas químicos puede afectar a la fauna benéfica, llegando a desequilibrar las poblaciones de insectos, en especial a los que sirven como control biológico para algunas plagas presentes en el cultivo. No obstante, pese a que no se realizó un conteo de la entomofauna a nivel de especie, hubiese permitido determinar el porcentaje de insectos depredadores y polinizadores; y a su vez desarrollar estrategias de control biológico. Algo importante que señalar es que para el control de esta plaga se hace el uso de pesticidas de diversos grupos toxicológicos, por ejemplo, durante el ciclo de papa evaluado se utilizaron insecticidas de categoría toxicológica II ligeramente peligrosos (Profenofos, Pyriproxifen, Lambda cyhalotrina y Thiamethoxam), estos dos últimos considerados como altamente tóxicos para los enemigos naturales (Schaaf, 2015).

4.7 Manejo Agronómico del Cultivo de Papa.

En la localidad de Chirihuasi en el lote 3 y 4 la fertilización se ajustó a las recomendaciones de fertilización básica del INIAP, previo a la siembra se aplicó en cada lote 11 qq (40 kg cada uno) de desechos de ganado bovino y cuyes, a diferencia de los lotes 1, 2 y 5 el proceso de fertilización como preparación del suelo fue llevado a cabo por el productor. En el caso de los lotes mencionados anteriormente, simplemente se procedió al arado del terreno, teniendo en cuenta que el cultivo anterior era el de maíz, incorporándose como materia orgánica al suelo.

La semilla que se utilizó en los lotes 3 y 4 fue del INIAP-Chimborazo, Variedad SUPERCHOLA, mientras tanto que la procedencia de la semilla para el lote 1 y 2 fue de propiedad del productor de un cultivo anterior de papa Variedad CAPIRO/VIOLETA, y finalmente la semilla de la Variedad ÚNICA fue adquirida por parte del productor en una feria de la localidad.

Las actividades culturales (aporque y deshierbas) fueron realizadas en los lotes 3 y 4, con ayuda de los miembros de la Asociación 28 de octubre y con tracción animal, con una frecuencia mensual; al igual que en el lote 5 pero el productor con ayuda de sus familiares realizó las actividades culturales en el cultivo. Por parte de los lotes 1 y 2 no se realizaron las actividades de aporque y deshierbe.

4.8 Manejo Químico.

El análisis de tablas de contingencia indica que no existe una asociación ($\chi^2=0.0254$, gl= 2) entre pesticidas y localidad (Tabla 7). Por otra parte, no se encontró asociación entre los pesticidas y etapas fenológicas ($\chi^2=0.4953$, gl= 8), tampoco se determinó una asociación con respecto al ingrediente activo y etapa fenológica ($\chi^2=0.0583$, gl= 76).

Tabla 7

Tabla de contingencia pesticidas por objetivo por etapas fenológicas.

Estadístico	Valor	GL	χ^2
Chi Cuadrado Pearson	7.34	2	0.0254

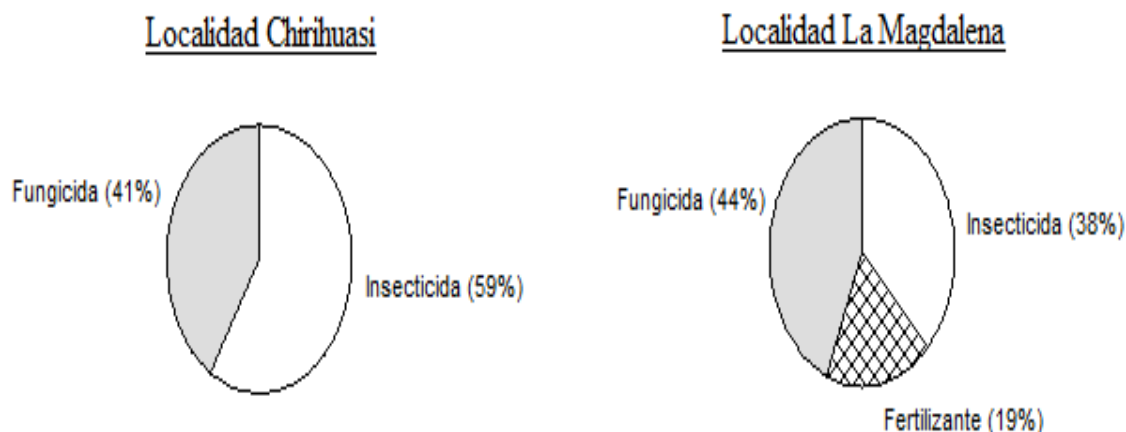
Chirihuasi presentó el porcentaje estadísticamente más alto con respecto a los insecticidas con un 59% de aplicaciones, por parte de La Magdalena muestra un porcentaje de diferencia de un 35.59% comparado con la localidad anteriormente mencionada. En cambio, con respecto a los fungicidas en ambas localidades presentan un valor estadísticamente similar en un 93.18% entre sí. Pero por parte de los fertilizantes en La Magdalena hubo un valor del 19%, mientras tanto en Chirihuasi no presentó valor alguno (Figura 34).

Los valores antes mencionados reflejan un indiscriminado uso de los productos químicos, que han llegado a originar problemas en el agroecosistema como la resistencia y surgimiento de insectos plaga considerados como secundarios y de la eliminación de la fauna benéfica (Cordero et al., 2013), de este modo Lacey et al. (2011) señalan que un cultivo ejecutado bajo un sistema de manejo químico y biológico puede presentar una reducción en el porcentaje de población de *B. cockerelli* S. entre el 45 y 67%. No obstante, en nuestra investigación el manejo

de la plaga se basó en el control químico y cultural, pero no se llegó a evaluar la efectividad de los pesticidas sobre la plaga.

Figura 34

Porcentaje de pesticidas según su objetivo utilizados en La Esperanza.



La aplicación de los pesticidas realizadas durante este ciclo de cultivo de la papa fueron un total de 14 independientemente del objetivo del pesticida, en donde los insecticidas se ocuparon un 52%, los fungicidas un 42% y los fertilizantes un 6% del total de aplicaciones. Por otro lado, la mayor cantidad de aplicaciones se realizaron durante la etapa de floración con un total 5 aplicaciones, seguido de la etapa de desarrollo vegetativo 1 y 2 con 3-4 aplicaciones respectivamente. Mientras tanto las etapas en donde se realizaron menos aplicaciones fueron en la de emergencia y prefloración con un porcentaje de diferencia de 80% con respecto a la etapa de floración.

Sin embargo, los datos mencionados anteriormente discrepan de los de Bravo (2002) en Oxaca, quien reportó más de 25 aplicaciones de plaguicidas en el cultivo de tomate. De igual manera Rubio et al. (2006) señalan que en México el número de insecticidas que llegan a aplicar son de 5 hasta 30 por temporada. Sin embargo, Walker et al. (2015) concuerdan con los resultados obtenidos en nuestra investigación, ya que observó que en Nueva Zelanda los productores de papa utilizan 15 aplicaciones de insecticidas foliares por cada temporada para proteger sus cultivos del Zebra chip.

Además, durante la etapa de floración se registró el porcentaje más alto de utilización de IA (Ingrediente Activo) con un 36%, en donde los ingredientes activos que más manejaron se encuentran: Alquilo aril poliglicol éter (Coadyuvante) se lo utilizó en un 50% en floración y en un 25% para desarrollo vegetativo 1 y desarrollo vegetativo 2, seguido por Thiamethoxam (Insecticida) con 40% en la etapa de desarrollo vegetativo 2 y floración, un 20 desarrollo vegetativo 2. Otro IA es Lambda cyhalothrin (Insecticida) al 100% en floración, al 67% en desarrollo vegetativo 2, y 33% en emergencia; mientras tanto que Sulfoxaflor (Insecticida) y Acephate (Insecticida) se los utilizó en un 50% para floración (Tabla 8).

Es así como en estudios realizados por Echegaray y Rondon (2017) se indica que el thiamethoxam utilizado en la siembra para prevenir infecciones virales por pulgones o salta hojas, puede que ya no lo sea para los psílidos, debido a que el insecticida ya no es eficaz en etapas posteriores. Por ende, pese a que se utilizaron ingredientes activos con acción sistémica, el efecto no fue el deseado. Por otro lado, Dalgo (2020) reportó que con el uso de sulfoxaflor redujo en un 70% la población de ninfas, al igual que Tang et al. (2015) indican que este ingrediente activo afecta de forma letal o subletal a *Myzus persicae* (Sulker), alterando el comportamiento y rasgos fisiológicos sobre su alimentación, motricidad, longevidad y oviposición. Sin embargo, en nuestro estudio pese a que no se evaluó la efectividad de cada IA que se utilizó la mayor parte de estos tenían un modo de acción sistémica.

Tabla 8

Frecuencias relativas por filas según los ingredientes activos por etapas fenológicas.

Ingrediente activo	Desarrollo Vegetativo 1	Desarrollo vegetativo 2	Emergencia	Floración	Prefloración	Total
Acefato	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	1.00
Acetamiprid	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Alquilo aril poliglicol éter	0.25	0.25	0.00	0.50	0.00	1.00
<i>Bacillius thurigiensis</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Clorotalonil	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Hidróxido de cobre	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	1.00
Cymoxanil	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Lambda cyhalothrim	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00

Lambda cytolathrin	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	1.00
Mancozeb	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	1.00
Metalaxyl	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	1.00
Profenofos	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	1.00
Propamocarb	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Propiconazole	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Propineb	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Piriproxifen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Sulfoxaflor	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	1.00
Thiamethoxam	0.00	0.40	0.20	0.40	0.00	1.00
Xylene	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Total	0.24	0.26	0.06	0.36	0.08	1.00

En La Esperanza se encontró diferencia en el número de IA utilizados por variedad. La variedad que presentó la mayor cantidad de IA fue la Única con diez: *Bacillus thurigiensis*, Clorothalonil, Cymoxanil, Lambda cyhalothrin, Mancozeb, Metalaxyl, Profenofos, Propamocarb, Thiamethoxam y Xylene con el 32% de la aplicación total. En la variedad Superchola utilizó nueve: Acephate, Acetamiprid, Alquilo aril poliglicol éter, Lambda cyhalothrin, Propiconazole, Propineb, Piriproxifen y Thiamethoxam con el 56% del total de aplicaciones. Por otra parte, Y finalmente, la variedad con menor número de IA fue Capiro/Violeta con tres: Hidróxido de cobre, Lambda cyhalothrin y Sulfoxaflor con el 12% del total de las aplicaciones.

En un estudio realizado por Rivadeneira et al. (2019) en el cual evaluaron dos estrategias de control químico para *B. cockerelli* S., en la estrategia INIAP realizaron cinco controles fitosanitarios que incluían nueve ingredientes activos: (Thiamethoxam+Lambda cyhalothrin, Abamectina, Fipronil, Imidacloprid+Betacyflutrin, Sulfoxaflor, Acefato y Triflumuron), esta estrategia permitió controlar a los adultos, llegando a obtener valores menores a los 10 adultos a partir de los controles en planta. A partir de esto, son cinco los ingredientes activos que coinciden con los utilizados por los productores en la localidad de La Esperanza.

Cabe destacar que el manejo químico en las tres variedades de papa difiere mucho uno del otro. Los IA más comunes en las tres variedades de papa son: Lambda cyhalotrin + Thiamethoxam pertenecientes a los grupos químicos 3A y 4A respectivamente, ambos insecticidas actúan

sobre el sistema nervioso del insecto. La variedad Capiro/Violeta apenas tiene el 11.76% de sus pesticidas con un efecto sistémico, mientras tanto la variedad Superchola tiene el 32.29% y la variedad Única con el 29.41%. Los IA con un efecto sistémico utilizados en el cultivo de papa en la localidad de La Esperanza fueron: Lambda cyhalothrin (Insecticida), Thiamethoxam (Insecticida), Cymoxanil (Fungicida), Metalaxyl (Fungicida), Propamocarb (Fungicida), Xylene (Insecticida), Acefato (Insecticida), Acetamiprid (Insecticida) y Propiconazol (Fungicida), mientras tanto que el resto de los IA tienen un modo de acción de contacto e ingestión no sistémicos, y en el caso del Alquilo aril poliglicol éter, simplemente se lo usó como coadyuvante, logrando mejor distribución de los agroquímicos sobre la superficie de las hojas.

Por su parte, Lui y Trumble (2007) y Pavlista (2002) mencionan que para el control de *B. cockerelli* S. se efectúa el uso de insecticidas organosintéticos y con acción sistémica. Aunque, en un trabajo realizado en el cultivo de tomate por Liu y Trumble (2005), dedujeron que no todos los insecticidas producirán efectos equivalentes en los cultivares para la supervivencia y el tiempo de desarrollo requerido; por consiguiente, el imidacloprid y el piriproxifen fueron consistentes en todos los cultivares y proporcionaron un control comercialmente aceptable. En el caso de la presente investigación, los ingredientes activos más permanentes en las tres variedades de papa fueron: Lambda cyhalothrin + Thiamethoxam, pese a que en este estudio no se realizó un análisis de la efectividad de los ingredientes activos sobre la dinámica poblacional de *B. cockerelli* S., hubiese sido de gran ayuda para determinar la efectividad de cada uno de estos sobre la población del insecto plaga.

Consecuentemente, Chirino et al. (2017) señalan que la mezcla de lambda cyhalotrin + thiamethoxam interfieren negativamente en la acción del control biológico natural ejercido por los parasitoides, ocasionando mayores niveles poblacionales de la plaga y disminución de la abundancia y diversidad de los enemigos naturales. Esto se asimila a lo ocurrido al día 69 cuando se realizó la aplicación de estos IA en la variedad Única y como resultado la densidad tanto de huevos como de ninfas incrementaron en un 42%. Por otro lado, Guachamin (2021) refirió que estos ingredientes activos presentaron un control moderado sobre las ninfas de *B. cockerelli* S. al reducir un 56% la infestación, como ya se mencionó anteriormente el uso de ambos IA, no resultaron eficientes sobre *Bactericera* sp. Pese a que no existen reportes de control sobre este psílido con este insecticida, se lo ha usado para el

manejo del gusano blanco de la papa, reportando una eficacia del 99% (Pérez y Tulcán, 2015).

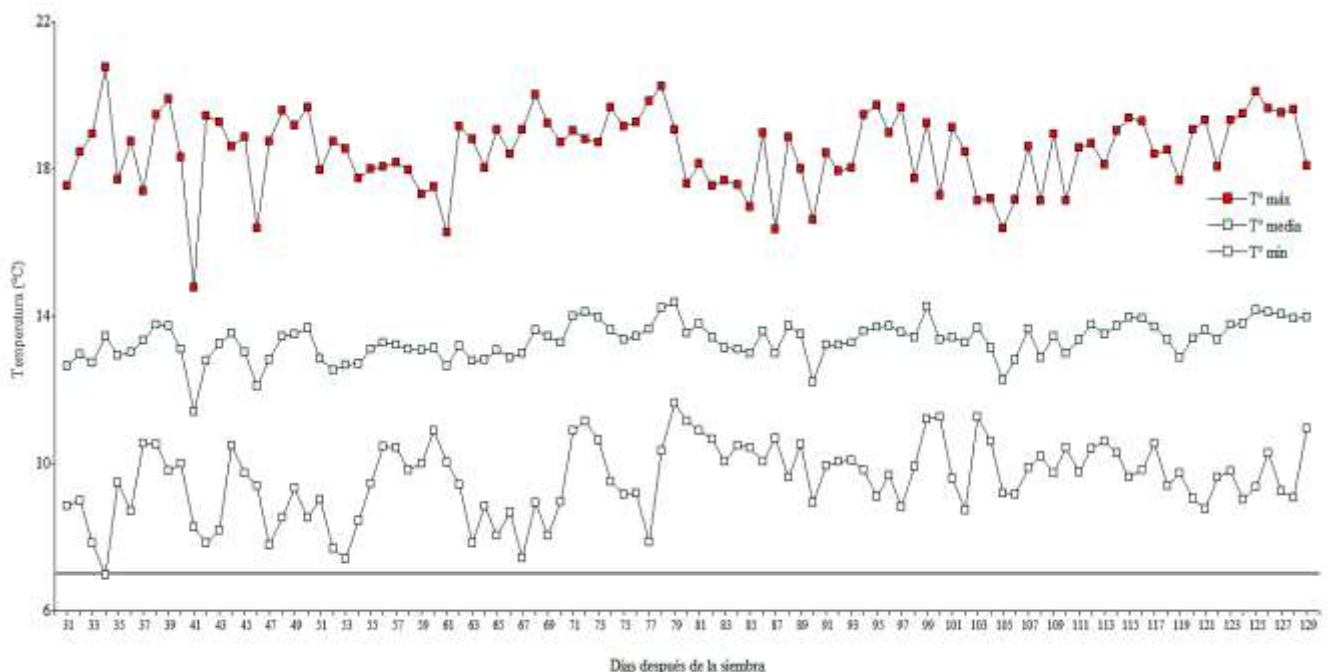
Para finalizar, las bajas presentadas en las poblaciones de huevos, ninfas y adultos de *B. cockerelli* S. a lo largo de este ciclo del cultivo, no necesariamente se lo puede atribuir a los controles fitosanitarios, ya que no mostraron valores significantes sobre la dinámica poblacional de la plaga y esto se puede deber a que la eficacia de los productos disminuyó a causa de la falta de rotación de estos.

4.9 Temperatura

Los datos de las temperaturas mínimas, medias y máximas diarias de obtuvieron del programa NASA POWER Project y del sensor HOBO Pro V2 Loggo, la información fue descargada al finalizar el experimento y se lo representó por temperatura por días después de la siembra.

Figura 35

Fluctuación de la temperatura registrada durante este ciclo de cultivo de la papa en la localidad de Chirihuasi.



Chirihuasi registró sus temperaturas máximas diarias se registraron a los 34, 68, 78 y 125 días después de la siembra (26 de septiembre, 30 de octubre, 9 de noviembre y 26 de diciembre del 2019) con 20.76, 20.01, 20.24, 20.5 y 20.11°C respectivamente. Mientras tanto las

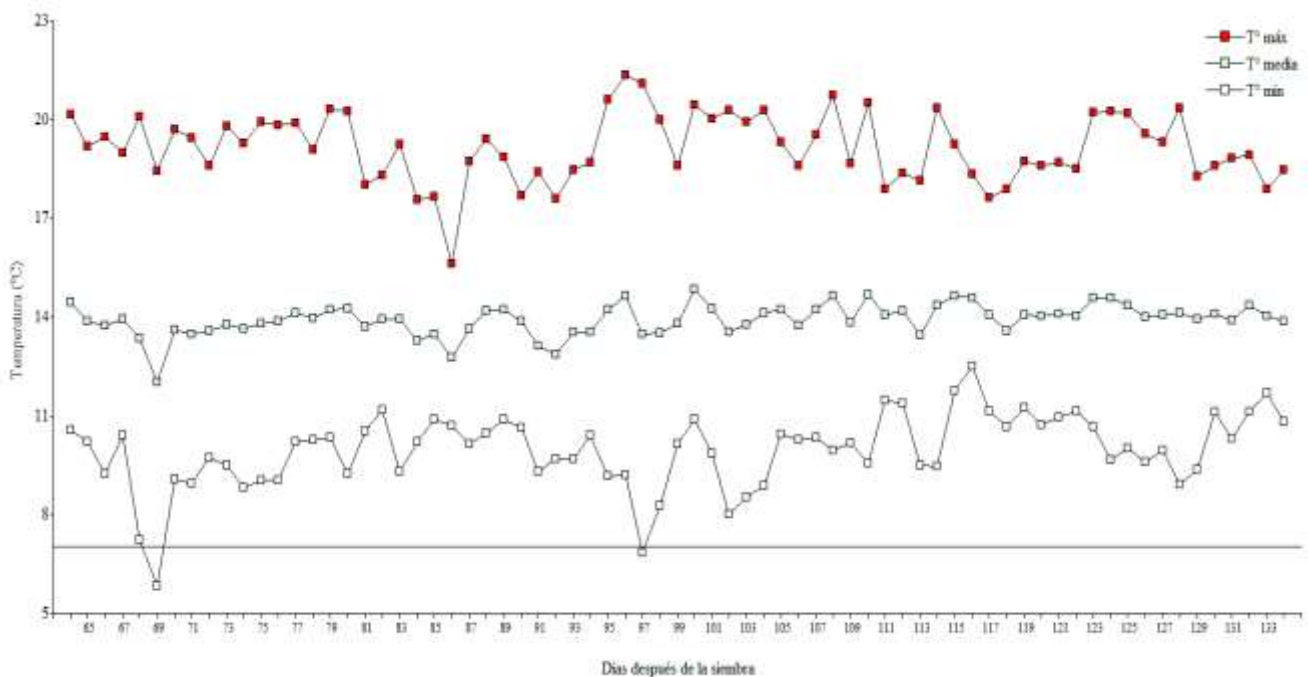
temperaturas mínimas se registraron a los 34, 53, y 67 días después de la siembra (26 de septiembre, 15 y 29 de octubre del 2019) con 6.97, 7.41 y 7.44°C respectivamente (Figura 35).

Sin embargo, Puketapu (2011) menciona en su investigación que obtuvo rangos de temperaturas que alcanzaron los 7 a 12.5 °C, por debajo del rango funcional de 15 a 32 °C y justo por encima del umbral de desarrollo de 7 °C, en donde el desarrollo del psílido de la papa habría continuado, pero a un ritmo más lento. No obstante, los resultados en la presente investigación pese a presentar valores numéricos distintos tienen la misma tendencia, pues los rangos oscilaron por debajo del umbral de desarrollo de la plaga, aun así, el desarrollo del psílido continuó, pero en densidades estadísticamente bajas.

Por consiguiente, en la localidad de La Magdalena al tratarse de un cultivo ya en desarrollo, las temperaturas máximas diarias se registraron a los 96, 97 y 108 días después de la siembra (6, 7 y 17 de febrero del 2020) con 21.34, 21.1 y 20.75°C. Por otra parte, las temperaturas mínimas diarias se registraron a los 68, 69 y 97 días después de la siembra (8, 9 de enero y 6 de febrero del 2020) con 7.22, 5.85 y 6.83°C respectivamente (Figura 36).

Figura 36

Fluctuación de la temperatura registrada durante este ciclo de cultivo de la papa en la localidad de La Magdalena.



No obstante, como ya se apreció en los resultados expuestos en nuestra investigación, a temperaturas promedio de entre los 13 y 14°C, las poblaciones del insecto con mayores densidades se encuentran dentro de estos rangos y, por ende, esta información se respalda con los hallazgos de Vallejo (2020) quien observó altas poblaciones del insecto en el cultivo de tomate de árbol, a temperaturas promedio debajo de los 15°C en la provincia de Tungurahua y en Bolívar con 13.4°C. Por su parte Henne et al. (2010) indica que *Bactericera* sp. llega a soportar temperaturas hasta -15°C en estado de ninfa y -10°C en estado adulto.

Considerando que los insectos dependen de las condiciones del medio al no poder regular su temperatura (Knowlton y Janes, 1931), debido a que a temperaturas entre los 16 a 21°C las poblaciones aumentan con rapidez. Se tiene reportado hasta el momento, que con temperaturas de 17°C se reduce su desarrollo, y teniendo en cuenta que el umbral mínimo para el desarrollo de *B. cockerelli* S. es de 7°C como lo mencionan Abdullah (2008) y Maya et al. (2003). En el entorno natural *B. cockerelli* S. puede ser capaz de desarrollarse a temperaturas más bajas que las observadas en este estudio especialmente en la localidad de La Magdalena con 5.85 y 6.83°C (9 de enero y 6 de febrero del 2020), debido a que según expresa Kaeslin et al. (2013) pues el sistema vivo de plantas y animales puede adaptarse mejor a las fluctuaciones de temperatura que a un estado constante artificial.

Determinando así, que la temperatura es uno de los factores abióticos más importantes y críticos que pueden afectar el desarrollo de los insectos, así como influir en la dinámica poblacional de las plagas y sus enemigos naturales, así lo afirma Huffaker et al. (1999), como por ejemplo, Liu y Tsai, (2000) determinaron que la fluctuación de las temperaturas altas y bajas influyeron en la supervivencia de los huevos de *Diaphorina citri* K., llegando a aumentar linealmente con el incremento de la temperatura dentro de los 15-28°C. Aunque, EPPO (2013) y Workneh et al. (2010) manifiestan que temperaturas bajo 15°C limitan la presencia de este insecto, sin embargo, en esta investigación se registraron temperaturas por debajo de los 15°C a lo largo del ciclo del cultivo de la papa y la densidad de las oviposturas no lograron sobrepasar el valor máximo de 4 alcanzado al final del ciclo.

De tal manera que, en un reciente estudio realizado por Manobanda (2020) se menciona que la abundancia de *B. cockerelli* S. ha mostrado tener una relación directa con la temperatura; de hecho, en experimentos llevados a cabo por Antolínez et al. (2019) en condiciones de campo se ha observado que este psílido empezó a incrementar su densidad en cultivos de papa cuando

su temperatura promedio fue superior a los 15°C, mostrando sus picos más altos cuando la temperatura fluctuó alrededor de los 25°C. De la misma manera sucedió con Djaman et al. (2020) quienes demostraron en uno de sus estudios que la población de esta plaga aumentó cuando la temperatura promedio del aire era mayor a 19°C durante dos temporadas del cultivo. Conforme a los datos mencionados anteriormente se puede corroborar con nuestros datos, puesto que la población en donde se evidenció valores significativos tanto de los huevos, ninfas y adultos de *B. cockerelli* S., en el caso de La Magdalena se registraron aproximadamente al día 79 sus temperaturas oscilaban entre los 20.3°C y 10.3°C, pero estas temperaturas bajaron a 18.46°C y 9.71° al día 93 en donde se mostró un descenso en las poblaciones de este psílido.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El nivel más alto de infestación de oviposturas se observó con 1 484 huevos en La Magdalena y menor con 73 huevos en Chirihuasi. La cantidad de ninfas en La Magdalena fue de 336 y en Chirihuasi fue de 27; mostrando porcentajes de supervivencia de 7% y 37%, respectivamente.
- El número de adultos de *B. cockerelli* S. determinados mediante el uso de trampas amarillas, se encontró con mayor frecuencia en la variedad Única con 8 insectos. Las etapas fenológicas en donde se ubicaron estos valores más altos fueron: prefloración y floración.
- Se determinó que para el manejo agronómico del cultivo de papa se utilizó el control químico en combinación con el cultural. De tal manera que, los insecticidas representaron un 52% y los fungicidas un 42% de las 14 aplicaciones que se realizaron a lo largo del desarrollo del cultivo y apenas el 6% se hizo el uso de fertilizantes orgánicos.
- Entre los ingredientes activos más comunes que se utilizaron por los agricultores destacaron Lambda cyhalothrin (Insecticida) y Thiamethoxam (Insecticida). Por otro lado, se pudo observar que tres de los cinco lotes evaluados presentaron una serie de cultivos aldaños (maíz, arvejas, ocas y quinua), lo que posiblemente permitió atraer más entomofauna al cultivo.
- Los primeros síntomas que caracterizan a la enfermedad de Punta Morada de la papa se evidenciaron en la variedad Superchola a partir de los 58 días de establecido el cultivo con una incidencia de 16%, la variedad Única registró al día 65 con el 30% de incidencia y la variedad más afectada fue la Capiro/Violeta a los 59 días después de la siembra con una incidencia de 90%, que llevó al cultivo a dar por perdido.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio sobre la efectividad de los ingredientes activos más utilizados para el control de *B. cockerelli* S. sobre cada uno de sus estadios. De esta manera, se lograría identificar cuáles son los ingredientes activos que, sí actúan sobre huevos, ninfas y adultos respectivamente, además se contribuiría a reducir la cantidad de insecticidas que se aplican sobre el cultivo.
- Basado en el efecto de la temperatura ambiente sobre la densidad de la plaga, es necesario realizar monitoreos continuos en las diferentes localidades en donde se ha detectado la presencia de *B. cockerelli* S.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullah Mohamed, N. (2008). Life history of the potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) in controlled environment agriculture in Arizona. *African Journal of Agricultural Research* 3, 60–67. <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/5A6795F34070>
- Abernathy L, R. (1991). *Investigation into the nature of the potato psyllid toxin* [Tesis de Maestría, Colorado State University]. https://mountainscholar.org/bitstream/handle/10217/211528/ETDF_1991_Fall_Abernathy_Rella.pdf?sequence=1
- Agricolum. (16 julio de 2016). *Importancia del riego de la patata en cada fase de crecimiento*. <http://blog.agricolum.com/importancia-del-riego-de-la-patata-en-cada-fase-de-crecimiento/>
- Alaniz, S. (2011). *Control cultural* [Archivo PDF]. <https://studylib.es/doc/4544547/control-cultural---departamento-de-protecci%C3%B3n-vegetal>
- Al-Deeb A, M., Wilde E, G., y Zhu Yan, K. (2001). Effect of insecticides used in corn, sorghum, and alfalfa on the predator *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Journal of Economic Entomology*, 94, 1353–1360. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.6.1353>
- Alfaro Fernández, A., Siverio, F., Cebrián, M., Villaescusa, F., y Font, M. (2012). *Candidatus liberibacter solanacearum* associated with *Bactericera trigonica* affected carrots in the Canary Islands. *Plant Disease*, 96(4), 581. doi:10.1094/pdis-10-11-0878-pdn
- Al-Jabr Mohammad, A. (1999). *Integrated pest management of tomato/potato psyllid, Paratrioza cockerelli* Sulc. (Homoptera: Psyllidae) with emphasis on its importance in greenhouse grown tomatoes [Tesis de Doctorado, Colorado State University]. <https://hdl.handle.net/10217/217323>
- Al-Jabr Mohammad, A. y Cranshaw S, W. (2007). Trapping Tomato Psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Psyllidae), in Greenhouses. *Southwestern Entomologist*, 32(1), 25–30. <http://doi:10.3958/0147-1724-32.1.25>
- Almeyda, I. L., Rubio, O. C., y Zavala, T. Q. (1999). Determinación de la implicación de fitoplasmas con la expresión sintomatológica de punta morada en papa (*Solanum tuberosum* L.). *Desarrollo Agropecuario*. IV Simposio de Ciencia y Tecnología. Secretaría de Educación Pública, Monterrey, México.

- Andrade, J., y Kromann, P. (8-11 de julio de 2015). *Semilla de papa: perspectivas para el Ecuador y otros países en desarrollo*. VI Congreso Ecuatoriano de la Papa. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Antolinez, C., Moreno, A., Ontiveros, I., Pla, S., Plaza, M., Sanjuan, S., Palomo, J., Sjölund, M., Sumner, J., Arnsdorf, Y., Jeffries, C., Ouvarard, D., y Fereres, A. (2019). Seasonal abundance of psyllid species on carrots and potato crops in Spain. *Insects*, 10(287), 15. <https://doi.org/10.3390/insects10090287>
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador. *Constitución de la Republica del Ecuador*[Archivo PDF]. (2008). https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. *Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria* [Archivo PDF]. (2017). https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Sanidad%20Agropecuaria.pdf
- Asscherman, E., Bokx, J., Brinkman, H., Bus, C., Hostma, P., Meijers, C., Mulder, A., Scholte, K., Turkensteen, L., Wustman, R., y Van der Zaag, D. (1996). *Potato diseases*. Netherlands Potato Consultive Institute.
- Arslan, A., Bessey M, P., Matsuda, K., y Oebker F, N. (1985). Physiological effects of psyllid (*Paratrioza cockerelli* Sulc.) on potato. *American Potato Journal*, 62, 9-22. <https://doi.org/10.1007/BF02871295>
- Avilés, G. M., Garzón, T. J., Marín, J. A., y Caro, M. P. (2004). *El psílido del tomate Paratrioza cockerelli (Sulc.): biología, ecología y su control*. Memorias del taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc. como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, México.
- Barrera, J., Montoya , P., y Rojas, J. (2006). *Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas*. Simposio sobre trampas y atrayentes de detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. México.
- Berry, N. A., Walker, M. K., y Butler, R. C. (2009). Laboratory studies to determine the efficacy of selected insecticides on tomato/potato psyllid. *New Zealand Plant Protection*, 62, 145-151. <https://www.cabi.org/isc/FullTextPDF/2010/20103041278.pdf>
- Borja, C. (2006). *Manual de papa paso a paso* [Archivo PDF]. https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual_cultivos/PAPA.pdf
- Bordunale, A. (2018). *Abundancia y diversidad de insectos benéficos en la vegetación espontánea de huertas agroecológicas en función de variables a escala local y de paisaje* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Córdoba].

<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/11675/Tesina%20Agostina%20Bordunale.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Bravo Mosqueda, E. (2002). Uso reducido de insecticidas y control biológico de plagas del jitomate en Oaxaca. *Agricultura Técnica en México*, 28(2), 137-149. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=60828204>.
- Bujanos, M., R., Garzón., T. J., y Marín, J. A. (2005). *Manejo integrado del pulgón saltador Bactericera (=Paratrioza) cockerelli (Sulc.) (Hemiptera: triozae) en los cultivos de solanáceas en México*. Segunda convención mundial del chile, INIFAP, Guanajuato, México.
- Bujanos, R., y Ramos, C. (2015). *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*. Corporativo Editorial Tauro S.A. de C.V.
- Butler D, C., Henneberry J, T., Stansly A, P., y Schuster J, D. (1993). Insecticidal effects of selected soaps, oils, and detergents on the sweet-potato whitefly: (Homoptera: Aleyrodidae). *Florida Entomologist*, 76(1), 161-167. <https://doi.org/10.2307/3496023>
- Butler D, C., Byrne R, F., Keremane L, M., Lee F, L., y Trumble T, J. (2011). Effects of insecticides on behavior of adult *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) and transmission of *Candidatus Liberibacter psyllaurous*. *Journal of Economic Entomology*, 104(2), 586–594. <http://doi: 10.1603/ec10285>
- Butler D, C., Walker P, G., y Trumble T, J. (2012). Feeding disruption of potato psyllid, *Bactericera cockerelli*, by imidacloprid as measured by electrical penetration graphs. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 142(3), 247–257. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2012.01219.x>
- Butler D, C., y Trumble T, J. (2012). The potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): life history, relationship to plant diseases, and management strategies. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 5, 87–111. doi:10.1163/187498312X634266
- Bynum, E., Henne, D., y Rush, M. (7-10 noviembre de 2010). *Evaluation of spray applications for potato psyllid and ZC management*. Proceedings of the 10th Annual Zebra Chip Reporting Session, Dallas, USA.
- Caicedo Chávez, J., Crizón, M., Pozo, A., Cevallos, A., Simbaña, L., Rivera, L., y Arahana, V. (2015). First report of ‘*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*’ (16SrII) associated with potato purple top in San Gabriel, Carchi, Ecuador. *New Disease Reports*, 32(1), 20.

- <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2015.032.020>
- Campbell, A., Frazer, B., Gilbert, N., Gutierrez, A., Mackauer, M. (1974). Temperature requirements of some aphids and their parasites. *Journal of Applied Ecology*, 11(2): 431–438. <https://doi.org/10.2307/2402197>
- Castillo Carrillo, C. C., Paltrinieri, S., Bustamante Buitrón, J., y Bertaccini, A. (2018). Detection and molecular characterization of a 16SrI-F phytoplasma in potato showing purple top disease in Ecuador. *Australasian Plant Pathology*, 47(3), 311-315. <http://dx.doi.org/10.1007/s13313-018-0557-9>
- Castillo Carrillo, C., Fu, Z., y Burckhardt, D. (2019). First record of the tomato potato psyllid *Bactericera cockerelli* from South America. *Bulletin of Insectology*, 1(72), 7. <http://www.bulletinofinsectology.org/pdfarticles/vol72-2019-085-091castillo-carrillo.pdf> <http://dx.doi.org/10.1111/j.1570-8703.2006.00458.x>
- Cerna Chávez, E., Ail, C., Landeros, J., Sánchez, S., Badii, M., Aguirre, L., y Ochoa, Y. (2012). Comparación de la toxicidad y selectividad de insecticidas para la plaga *Bactericera cockerelli* y su depredador *Crysoperla carnea*. *Agrociencia*, 46(8), 1405-3195. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n8/v46n8a4.pdf>
- Cerna Chávez, E., Hernández Bautista, O., Ochoa Fuentes, Y., Landeros Flores, J., Aguirre Uribe, L., y Hernández Juárez, A. (2018). Morfometría de inmaduros y tablas de vida de *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) de poblaciones del noreste de México. *Revista Colombiana de Entomología*, 44 (1), 53-60. <http://doi:10.25100/socolen.v44i1.6543>
- Cevallos Gallardo, G., y Mantilla López, J. (2008). *Levantamiento de plagas insectiles de papa (Solanum tuberosum) en cuatro formaciones ecológicas de la serranía ecuatoriana* [Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica del Ejército]. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2517>
- Charnley K, A. (1993). *Mechanism of fungal pathogenesis in insects with particular reference to locusts*. Biological control of locusts and grasshoppers. Melkshan, UK: CAB International.
- Chávez, P. (2008). *La papa, tesoro de los Andes* [Archivo PDF]. <https://docplayer.es/13157233-La-papa-tesoro-de-los-andes-perla-chavez-ing-agr-msc-doctorante-uib-cip.html>

- Chavan, V., y Summanwar, A. (1993). *Population dynamics and aspects of the biology of citrus psylla, Diaphorina citri* Kuw. 12th Conference of the International Organization of Citrus Virologists. Universidad de California, Riverside.
- Chirinos, D., Castro, R., y Garcés, A. (2017). Efecto de insecticidas sobre *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) y sus parasitoides en frijol, *Phaseolus vulgaris*. *Revista Colombiana de Entomología*, 43(1). 21-26.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v43n1/0120-0488-rcen-43-01-00021.pdf>
- Chirinos, D., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta, S., Solis, L., y Geraud, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1). 1276.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1276
- Cordero Cevallos, M. (2013). *Control alternativo de plagas del follaje y frutos*. Asociación el Bálsamo. San Salvador Centroamérica.
- Cranshaw S, W. (1985). Control of potato insects with soil applied systemic insecticides, Greenley, CO, 1984. *Insecticide Acaricide Tests*. 10(1), 132-133.
<https://doi.org/10.1093/iat/10.1.133>
- Cranshaw S, W. (1989). Potato insect control, 1986. *Insecticide Acaricide Tests*. 14, 136.
- Cranshaw S, W. (2001). *Diseases caused by insect toxin: Psyllid yellows* [Resumen del Compendium]. Compendium of potato disease. USA.
- Cranshaw S, W. (26-28 septiembre de 2002). *Manejo del psílido de la papa-tomate el cultivo de la papa*. Memorias del XI Congreso Nacional de Productores de Papa. Guanajuato, México.
- Cranshaw S, W. (2005). *Potato or tomato psyllids*. <https://wyoextension.org/parkcounty/wp-content/uploads/2016/03/Potato-or-Tomato-Psyllids.pdf>
- Crizón Domínguez, M. (2017). *Identificación molecular del fitoplasma causante de la Punta Morada de la papa y ensayos de resistencia sistémica adquirida* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13057>
- Crosslin M, J., Manyaneza E, J., Brown K, J., y Liefting W, L. (2010). Potato Zebra Chip Disease: A Phytopathological Tale. *Plant Health Progress*, 11(1). 9. doi:10.1094/PHP-20100317-01-RV
- Cuesta, X., Peñaherrera, D., Velásquez, J., y Castillo, C. (2018). *Guía de manejo de la punta morada de la papa*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

- Cuesta, H. X., Peñaherrera, D., Velásquez, J., Racines, M., y Castillo, C. (2021). *Guía de manejo de la punta morada de la papa*. (2ª ed., No. 104). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Dalgo Nicolalde, M. (2020). *Evaluación de un sistema de manejo integrado de *Bactericera cockerelli* y su relación con punta morada de la papa en Tumbaco, Pichincha* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21455>
- Daniels B, L. (1954). *The nature of the toxicogenic condition resulting from the feeding of the tomato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc)* [Tesis de Doctorado, University of Minnesota]. <https://www.proquest.com/openview/52e36e89995ffd46bce39439b5fef574/1?cbl=18750&diss=y&loginDisplay=true&pq-origsite=gscholar>
- Davis, A. C. (1937). Observation on the life history of *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) in southern California. *Journal of Economic Entomology*, 30(2), 377-378. <https://worldveg.tind.io/record/7015/>
- Delgadillo, S. (1999). *Alteraciones histológicas causadas por fitoplasmas asociados al “permanente del jitomate” en Guanajuato*. XXVI Congreso Nacional de Fitopatología. México.
- Delgado Ortiz, J., Beltrán Beache, M., Cerna Chávez, E., Aguirre Uribe, L., Landero Flores, J., Rodríguez Pagaza, Y., y Ochoa Fuentes, Y. (2019). *Candidatus Liberibacter solanacearum* patógeno vascular de solanáceas: Diagnóstico y control. TIP. *Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 22,1-12. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2019.0.177>.
- Djaman, K., Higgins, C., Begay, S., Koudahe, K., Allen, S., Lombard, K., y O'Neill, M. (2020). Seasonal occurrence of potato psyllid (*Bactericera cockerelli*) and risk of Zebra chip pathogen (*Candidatus Liberibacter solanacearum*) in Northwestern New Mexico. *Insects*, 11(1), 1–13. <http://doi.org/10.3390/insects11010003>
- Díaz Valasis, M., Cadena Hinojosa, M., Rojas Martínez, R., Zavaleta Mejía, E., Ochoa Martínez, D., y Bujanos Muñoz, R. (2008). Responses of potato cultivars to the psyllid (*Bactericera cockerelli*) under greenhouse conditions. *Agricultura técnica en México*, 34(4), 471-479. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v34n4/v34n4a10.pdf>

- Echegaray R, E., y Rondon I, S. (2017). Incidence of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) under different pesticide regimes in the lower Columbia Basin. *Journal of Economic Entomology*, 110 (4), 1639-1647 pp. <https://doi.org/10.1093/jee/tox135>
- European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). (2013). *Bactericera cockerelli*. <https://gd.eppo.int/taxon/PARZCO>
- Fathi, Asghar, S.A. (2011). Population density and life history parameters of the psyllid *Bactericera nigricornis* (Forster) on four commercial cultivars of potato. *Crop Protection*, 30(7), 844–848. doi:10.1016/j.cropro.2011.03.003
- Flores, A., Alemán, I., y Notario M. (2004). *Alternativas para el manejo de la punta morada de la papa* [Resumen de presentación de conferencia]. XXI Semana Internacional del Parasitólogo, Coahuila, México.
- Gaston, K. J. (1993). Spatial patterns in the description and richness of the Hymenoptera en La Salle, J., y Gauld, D (Eds.). *Hymenoptera and Biodiversity* (pp. 277-293). United Kingdom: International Press.
- Garzón, T. A. (2002). “El pulgón saltador” o la Paratrioza, una amenaza para la horticultura de Sinaloa. Memoria de taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc. como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México.
- Garzón Tiznado, J., Velarde F, S., Marín Jarillo, A., y Cárdenas Valenzuela, O. (2005). Ensayos de transmisión del fitoplasma asociado al permanente del tomate por el psílido *Bactericera cockerelli* Sulc. en México. *Entomología Mexicana*, 4, 672-674.
- Garzón Tiznado, J., Cárdenas Valenzuela, O., Bujanos Muñiz, R., Marín Jarillo, A., Becerra Flora, A., Velarde, S., Reyes Moreno, C., González Chavira, M., y Martínez Carrillo, J. (2009). Asociación de Hemiptera: Triozidae con la enfermedad "permanente del tomate" en México. *Agricultura Técnica en México*, 35(1), 61-72. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000100006
- Gharalari, A. H., Nansen, C., Lawson, D. S., Gilley, J., Munyaneza, J. E., y Vaughn, K. (2009). Knockdown mortality, repellency, and residual effects of insecticides for control of adult *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae). *Journal of Economic Entomology*. 102, 1032-1038. <https://doi.org/10.1603/029.102.0322>
- Goolsby, J. A., Adamczyk, J., Bextine, B., Lin, D., Munyaneza, J. E., Bester, G., y Lay, F. (2007). Development of an IPM program for management of the potato psyllid to

- reduce incidence of zebra chip disorder in potatoes. *Subtropical Plant Science*, 59, 85–94. <https://www.researchgate.net/publication/252750425>.
- González Cabrera, J., Sánchez González, J., y Arredondo Bernal, H. (noviembre 2012). Oviposición de *Diaphorina citri* Kuwayana (Hemiptera: Psyllidae) sobre plantas de *Murraya paniculata* (L.) Jack (Rutácea) como factor en la producción de ninfas. Congreso Nacional de Control Biológico. Puebla, México.
- Granados Echegoney, C., Pérez Pacheco, R., Bautista Martínez, N., Alonso Hernández, N., Sánchez García, A., Martínez Tomas, S., y Sánchez Mendoza, S. (2015). Insecticidal effect of botanical extracts on developmental stages of *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Southwestern Entomologist*, 40, 97–110. <https://doi.org/10.3958/059.040.0108>
- Guachamin Chanataxi, O. D. (2021). *Evaluación de seis sistemas de rotación de insecticidas para el manejo de Bactericera cockerelli en la variedad de papa INIAP-Libertad* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23492>
- Gutiérrez, A., y Linares, Y. (2002). El mercado mundial de la papa. *Aldea Mundo*, 5(10). 59–69. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54301008>
- Hansen, A. K., Trumble, J. T., Stouthamer, R., y Paine, D. (2008). A new Huanglongbing species, “*Candidatus Liberibacter psyllaurous*”, found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc). *Appl. Environ. Microbiol*, 74(18), 5862–5865. <https://dx.doi.org/10.1128%2FAEM.01268-08>
- Henne, D.C., Paetzold, L., Workneh, F., y Rush, C. (2010). *Evaluation of potato psyllid cold tolerance, overwintering survival, sticky trap sampling, and effects of liberibacter on potato psyllid alternate host plants*. Proceedings of the 10th Annual Zebra Chip Reporting Session, Dallas, TX.
- Hernández Rosales, J. G. (2019). *Identificación de Bactericera cockerelli Sulc en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) parroquia Santa Martha de Cuba, cantón Tulcán, provincia de Carchi* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7191>
- Huffaker, C., Berryman, A., y Turchin, P. (1999). *Dynamics and regulation of insect populations*. Ecological entomology, New York.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI. (2020). *Servicio meteorológico*. <http://186.42.174.236/InamhiEmas/>

- Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC. (2019). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua* [Archivo PDF]. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2014). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2014* [Archivo PDF]. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2014-2015/2014/Informe%20ejecutivo%20ESPAC%202014.pdf
- Jirón Rojas, R., Nava Camberos, U., Jiménez Díaz, F., Alvarado Gómez, O., Ávila Rodríguez, V., y García Hernández, J. (2016). Densidades de *Bactericera cockerelli* (Sulc) e incidencia del "Permanente del tomate" en diferentes condiciones de producción del tomate. *Southwestern Entomologist*, 41(4), 1085-1094. <https://doi.org/10.3958/059.041.0408>
- Kaeslin, E., Redmond, I., y Dudley, N. (2013). *La fauna silvestre en un clima cambiante* [Archivo PDF]. <http://www.fao.org/3/i2498s/i2498s.pdf>
- Knowlton, G. F., y Allen, M. (1936). Three hemipterous predators of the potato psyllid. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 13, 293-294.
- Knowlton, G. F y Janes, M. J. (1931). Studies on the biology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). *Annals of the Entomological Society of America*, 24, 283-291. <https://doi.org/10.1093/aesa/24.2.283>
- Kristensen, N. P. (1999). Phylogeny of endopterygote insects, the most successful lineage of living organisms. *European Journal of Entomology*, 96, 237-254. <https://www.eje.cz/pdfs/eje/1999/03/03.pdf>
- Kumar, P., y Poehling, H. (2007). Effects of azadirachtin, abamectin, and spinosad on sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato plants under laboratory and greenhouse conditions in the humid tropics. *Journal of Economic Entomology*, 100(2), 411-420. [https://doi.org/10.1603/0022-0493\(2007\)100\[411:EOAAAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0022-0493(2007)100[411:EOAAAS]2.0.CO;2)
- Lacey A, L., de la Roza, F., y Horton R, D. (2009). Insecticidal activity of entomopathogenic fungi (Hypocreales) for potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae): development of bioassay techniques, effect of fungal species and stage of the psyllid.

- Biocontrol Science and Technology*. 19(9), 957–970.
<https://doi.org/10.1080/09583150903243904>
- Larral, P., y Ripa, R. (2008). *Manejo de Plagas en Paltos y Cítricos*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
<http://www.avocadosource.com/books/ripa2008/ripa.htm>
- Lehman S, R. (1930). Some observations on the life history of the tomato psyllid (*Paratrioza cockerelli* Sulc) (Homoptera). *Journal of the New York Entomological Society*, 38(3), 307-312. <https://www.jstor.org/stable/25004373>
- Liefting, L., Sutherland, P., Ward, I., Paice, K., Weir, B., y Clover, G. (2009a). Una nueva especie de ‘*Candidatus Liberibacter*’ asociada con enfermedades de cultivos solanáceos. *Enfermedad de las Plantas*, 93(3), 206-214. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-3-0208>
- Liefting, L., Pérez, Z., Clover, G., y Anderson, J. (2009b). Una nueva especie de ‘*Candidatus Liberibacter*’ en *Solanum tuberosum* en Nueva Zelanda. *Revista Internacional de Microbiología Sistemática y Evolutiva*, 92(10), 1474. doi:10.1094/PDIS-92-10-1474A
- List, G. M. (1939). The effect of temperature upon egg deposition, egg hatch and nymphal development of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). *Journal of Economic Entomology*, 32(1), 30–36. doi:10.1093/jee/32.1.30
- Liu, D., y Trumble, J. (2006). Ovipositional preferences, damage thresholds, and detection of the tomato–potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on selected tomato accessions. *Bulletin of Entomological Research*, 96(02), 197–204. doi:10.1079/ber2005416
- Liu, D., Trumble, J., y Stouthamer, R. (2006). Genetic differentiation between Eastern populations and recent introductions of potato psyllid (*Bactericera cockerelli*) into western North America. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 118 (3), 177-183. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1570-7458.2006.00383.x>
- Liu, D., y Trumble, J. (2007). Comparative fitness of invasive and native populations of the potato psyllid (*Bactericera cockerelli*). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 123(1), 35–42. doi:10.1111/j.1570-7458.2007.00521.x
- Liu, D., y Tsai, J. (2000). Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). *Annals of Applied Biology*, 137(3), 201–206. doi:10.1111/j.1744-7348.2000.tb00060.x
- López, A. A. (1979). *Insectos plaga en cultivo de la papa*. Curso internacional sobre producción de semilla de papa. Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario.

- López López, H. (2010). *Determinación de la tolerancia de cuatro poblaciones del psílido de la papa *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae)* [Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"]. Repositorio Institucional-Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- López, J., Amor, F., Bengochea, P., Medina, P., Budia, F. y E. Viñuela. (2011). Toxicity of emamectin benzoate to adults of *Nesidiocoris tenuis* Reuter, *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Heteroptera, Miridae) and *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera, Eulophidae) on tomato plants. *Spanish Journal Agriculture Research*, 9, 617–622 pp. <https://doi.org/10.5424/sjar/20110902-180-10>
- López Monroy, B. (2012). *Variación genética de *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemíptera:Triozidae) en zonas paperas de México* [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/3024>
- Lozano Gutiérrez, J., Salas Montes, J., España Luna, M., Lara Herrera, A., Balleza Cadengo, J., y Martínez Contreras C. (2018). Entomofauna asociada a seis tipos de chile (*Capsicum annum* L.) en Morelos, Zacatecas, México. *Entomología mexicana*, 5, 95-99. <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2018/AGR/AGR%20095-099.pdf>
- Lozano Gutiérrez, J., España Luna, M., Lara Herrera, A., Balleza Cadengo, J., y Pinedo Espinoza, J. (2019). Parasitismo de *Tamarixia triozae* Burks 1943 (Hymenoptera: Eulophidae) sobre ninfas de *Bactericera cockerelli* Sulc 1909 en condiciones de invernadero. *Entomología mexicana*, 6, 266-270. <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2019/EA/EA%20266-270.pdf>
- Lu, Z., X., Zhu, P. Y., Gurr, G. M., Zheng, X. S., Read, D. M., Heong, K. L., Yang, Y. J., y Xu, H. X. (2014). Mechanisms for flowering plants to benefit arthropod natural enemies of insect pests: prospects for enhanced use in agriculture. *Insect Science*, 21(1), 1-12. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12000>
- Marín Jarillo, A., Garzón Tiznado, J., Becerra Flora, A., Mejía Ávila, C., Bujanos Muñoz, R., y Byerly Murphy, K. (1995). Ciclo biológico y morfología del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae), vector de la enfermedad "Permanente del jitomate" en el Bajío. *Manejo Integrado de Plagas*, (38). 25-32. <http://hdl.handle.net/11554/7237>
- Marín, J. Garzón, J., Becerra, A., Mejía, C., Bujanos, R., y Byerly, K. (2002). *Ciclo biológico y morfología del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae), como vector de la enfermedad "permanente del jitomate" en el Bajío* [Resumen de la

- presentación del Taller]. Taller sobre *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Sinaloa, México.
- Martínez, S. (1999). *La punta morada de la papa* [Resumen de la presentación del Congreso]. IX Congreso Nacional de Productores de Papa. León, Guanajuato, México.
- Martínez, M., Baños, H., Cuellar, L., Del Toro, M., Sánchez, A., Miranda, I., y Duarte, L. (2021). Diversidad y grupos funcionales de artrópodos en pimiento (*Capsicum annum* L.) a campo abierto y casas de cultivo. *Revista de Protección Vegetal*, 36(1), 2224-4697. <https://eqrcode.co/a/jcITsC>
- Masapanta Molina, J. (2020). *Monitoreo de Bactericera cockerelli en dos variedades de papa bajo manejo fitosanitario no químico en el cantón Pedro Moncayo* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21982>
- Maya, H. V.; Ramírez, O. J.; Cortéz, O. R.; Vega, M. R. y Moreno, Ch. G. (2003). *Manejo integrado del pulgón saltador en jitomate en el estado de San Luís Potosí*. INIFAP. México.
- Méndez L, P., Sotomayor T, L., e Inostroza F, J. (2009). *Reconocimiento y control de las principales plagas comunes en papa*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7312>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG. (2010). *Servicio fitosanitario del estado desarrolla plan de acción ante la cercanía de Paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc.)*. Servicio Fitosanitario del Estado, Costa Rica.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2019). *Informe de rendimientos objetivos de papa en el Ecuador 2018* [Archivo PDF]. <https://fliphtml5.com/ijia/tlcp/basic>
- Monteros, C., Cuesta, X., Jiménez, J., y López, G. (2005). *Las papas nativas en Ecuador* [Archivo PDF]. https://nqxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/papas_nativas_ecuador.pdf
- Monteros, C. y Reinoso, I. (2010). *Biodiversidad y oportunidades de mercado para papas nativas ecuatorianas* [Archivo PDF]. https://nqxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Papas%20Nativas_Biodiversidad_mercados.pdf
- Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade, J., y Reinoso, I (Eds.). (2011). *Papas nativas de la sierra centro y norte del Ecuador: Catálogo etnobotánico, morfológico, agronómico y de*

- calidad*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador.
- Montesdeoca, F., Panchi, N., Navarrete, I., Pallo, E., Yumisaca, F., Taipe, A., Espinoza, S., y Andrade, J. (2013). *Guía fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador*. Quito, Ecuador: CIP/INIAP.
- Munyanza E, J., Crosslin M, J., y Upton E, J. (2007). Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with Zebra chip, a new potato disease in southwestern United States and México. *Journal of Economic Entomology*, 100, 656-663. [https://doi.org/10.1603/0022-0493\(2007\)100\[656:aobchp\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1603/0022-0493(2007)100[656:aobchp]2.0.co;2)
- Munyanza E, J., Segonda G, V., Garzón T, J., y Cárdenas V, O. (2009). First report of *Candidatus Liberibacter solanacearum* in tomato plants in México. *Plant Diseases*, 93(10), 1076. <https://doi.org/10.1094/pdis-93-10-1076a>
- Munyanza E, J. (2012). Zebra Chip Disease of Potato: Biology, Epidemiology, and Management. *American Journal of Potato Research*, 89(5), 329-350. <http://doi.org/10.1007/s12230-012-9262-3>
- Nava, P. E., García, G. C., Camacho, B. R., y Vázquez, M. L. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*, 8(3b),17-29. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46125177003>
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). (2015). El psílido de la papa y tomate *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Trioziidae): Ciclo biológico, la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas en la región del OIRSA. *Revista Chapingo*, 1(1), 5-17.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). (2008). *Tesoro enterrado: la papa* [Archivo PDF]. <http://www.fao.org/ag/esp/revista/pdf/0611-1.pdf>
- Padilla, M., Echeverría, L., y Mora, F. (2010). *SFE desarrolla Plan de Acción ante la cercanía de la Paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc.)* [Archivo PDF] <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AF-0045.pdf>
- Pavlista D, A. (2002). Potato (tomato) psyllids. *Nebraska Potato eyes*. 14(2). <http://www.panhandle.unl.edu/peyes.htm>
- Pérez Güiz, M., y Tulcán Chapuel, A. (2015). *Eficiencia de los insecticidas engeo, fiprogent, buffago y 1345 (galil), en el control de gusano blanco (Premnotrypes vorax Hustache) de la papa (Solanum tuberosum L.) en Huaca, provincia del Carchi* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4306>

- Pérez, D., Araújo, M. S., Clepf, P., Martínez A., Pineda, S. y Carvalho, G. (2018). Lethal and sublethal effects of insecticides on *Engytatus varians* (Heteroptera: Miridae), a predator of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ecotoxicology*, 27, 719–728. <https://doi.org/10.1007/s10646-018-1954-0>
- Pérez, W., Gamarra, H., Arango, E., Cruz, W., Kreuze, J., y Andrade, J. (2020). *Taller internacional sobre prevención de la diseminación de las principales plagas y enfermedades de la papa en la región andina: Punta morada, psílido de la papa y manchado interno de la papa. Lima (Perú)*. Programa de Investigación del CGIAR en Raíces, Tubérculos y Bananas (RTB). www.rtb.ciagar.org
- Plan Nacional para el Buen Vivir. (2017). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021, planificamos para toda una vida*. <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf>
- Pletsch J, D. (1947). *The potato psyllid Paratrioza cockerelli (Sulc) its biology and control*. Montana Agricultural Experiment Station.
- Pumisacho, M., y Sherwood, S. (Eds.). (2002). *El cultivo de papa en Ecuador*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Pumisacho, M., y Velásquez, J. (Eds.). (2009). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Puketapu, A. (2011). *The lifecycle and epidemiology of the tomato/potato psyllid (Bactericera cockerelli) on three traditional Māori food sources* [Tesis de Maestría, Massey University]. <http://hdl.handle.net/10179/3517>
- Quispe Tarqui, R. (2015). *Refugios vegetales para el fomento de la entomofauna benéfica en el agroecosistema del cultivo de maíz en la Molina* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1163>
- Ramírez Dávila, J., y Figueroa Figueroa, D. (2013). Modelización y mapeo de la distribución espacial de *Bactericera cockerelli* Sulc (Homoptera: Triozidae) en papa en el estado de México. *Southwest Entomologist*, 40(3), 57-70. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V40-Numero_3/cag113131933.pdf
- Ramírez Gómez, M., Santamaria Cesar, E., Méndez Rivera, J., Ríos Flores, J., Hernández Salgado, J., y Méndez J, P. (2008). Evaluación de insecticidas alternativos para el control de Paratrioza (*Bactericera cockerelli* B. y L.) (Homoptera: Triozidae) en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.). *Revista Chapingo*. 7(1), 1-10. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545066007>

- Ramos Andino, R. (2014). *Fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemiptera: Triozidae) e incidencia de punta morada (Candidatus *Liberibacter solanacearum*) en lotes comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.) Estelí* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh10r175.pdf>
- Raura Vargas, D. (2021). *Efecto de la aplicación de extractos vegetales sobre la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23138>
- Richards L, B. (1931). Further studies with psyllid yellows of the potato. *Phytopathology*, 21(1), 103. <https://www.cabi.org/isc/abstract/19310500675>
- Richards L, B. y Blood H, L. (1933). Psyllid yellows of the Potato. *Journal of Agricultural Research*, 46(3). 189-216. <http://doi.org/19331100946>
- Rivadeneira, J., Bolaños, C., Garcés, S., Tello, C., Bonilla, V., Ochoa, J., Insuati, M., Suquillo, J., Orbe, K., y Cuesta, H. (2019). ¿*La punta morada de la papa en la Sierra Norte del Ecuador?* VI Congreso Ecuatoriano de la Papa. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Rojas, P., Rodríguez Leyva, E., Lomeli Flores, J., y Liu X, T. (2014). Biology and life history of *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae), a parasitoid of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). *Biocontrol*, 60, 27–35. <http://doi.org/10.1007/s10526-014-9625-4>.
- Rotondi Rossi, B. A., Bernaschini, M. L., Musicante, M. L. y Salvo, A. (2019). Forest microsite influence on captures of flying Hymenoptera by yellow traps. *Entomologia Generalis*, 39, 193-203. <http://dx.doi.org/10.1127/entomologia/2019/0726>
- Rubio Covarrubias, O., Almeyda León, I., Ireta Moreno, J., Sánchez Salas, J., Fernández Sosa, R., Borbón Soto, J., Díaz Hernández, C., Garzón Tiznado, J., Rocha Rodríguez, R, y Cadena Hinojosa, M. (2006). Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* Sulc. en las principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura técnica en México*, 32(2), 201-211. https://www.researchgate.net/publication/262445471_Distribucion_de_la_punta_morada_y_Bactericera_cockerelli_Sulc_en_las_principales_zonas_productoras_de_papa_en_Mexico
- Rubio Covarrubias, O., Almeyda León, I., Cadena Hinojosa, M., y Lobato Sánchez, R. (2011). Relación entre *Bactericera cockerelli* y presencia de *Candidatus Liberibacter*

- psyllaourous en lotes comerciales de papa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(1), 17-28. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v2n1/v2n1a2.pdf>
- Rubio Covarrubias, O., Cadena Hinojosa, M., y Vázquez Carrillo, G. (2013). *Manejo integrado de la punta morada de la papa en el estado de México*. Metepec: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Centro de Investigación Regional Centro. 7-35. doi: 10.13140/2.1.3912.0967.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2014). *Campaña Manejo Fitosanitario del Jitomate “Manejo Integrado de la Paratrioza” (Bactericera cockerelli Sulc)*. www.cesavem.org
- Serrano Cervántes, L., y Pérez, D. (2006). *Información verbal sobre el causante de la enfermedad puta morada (en línea)* [Archivo PDF]. http://ri.ues.edu.sv/1573/2/13100253_Ej.2.pdf
- Schaal A, L. (1938). Some factors affecting the symptoms of the psyllid yellows disease of potatoes. *American Journal of Potato Research*, 15(7), 193–206. <https://doi.org/10.1007/BF02879099>
- Secor, G., Rivera, V., Rengifo, J., De Boer, S., Lee, I. y Gudmestad, N., (2008). Zebra chip: a new disease of potato. *American Journal of Potato Research*, 85, 29.
- Stenberg, J. (2017). A conceptual framework for integrated pest management. *Trend in Plant Science*, 22(9), 759-769. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2017.06.010>
- Swisher, K., Sengoda, V., Dixon, J., Murphy, A., Echegaray, E., Munyaneza, J., Crosslin, J., y Rondon, S. (2013). Haplotypes of the potato psyllid, *Bactericera cockerelli*, on the wild host plant solanum dulcamara in the Pacific Northwestern United States. *American Journal of Potato Research*, 2(1), 570-577. <https://doi.org/10.1007/s12230-013-9330-3>
- Tang, Q., Xiang, M., Hu, H., An, C., y Gao, X. (2015). Evaluation of sublethal effects of sulfoxaflor on the green peach aphid (Hemiptera: Aphididae) using life table parameters. *Journal of Economic Entomology*, 108(6), 2720-2728. <https://doi.org/10.1093/jee/tov221>
- Toledo, M. (2016). *Manejo de la Paratrioza (Bactericera cockerelli) en el cultivo de la papa* [Archivo PDF]. <http://repiica.iica.int/docs/B4174e/B4174e.pdf>
- Torres Moreno, A. (2010). *Determinación de la entomofauna en sistemas convencionales y agroecológicos en zonas potenciales para el cultivo de papa (Solanum tuberosum) en el Cantón Pillaro, provincia de Tungurahua* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/646>

- Trujillo García, J., Lozano Gutiérrez, J., España Luna, M., Lara Herrera, A., y Balleza Cadengo, J. (2018). Parasitismo de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Psyllidae) en dos cultivares de chile guajillo en invernadero. *Entomología mexicana*, 5(1), 160-163. <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2018/CB/CB%20160-163.pdf>
- Trumble T, J. (1990). Vegetable insect control with minimal use of insecticides. *HortScience*, 25(2),159-164. <https://journals.ashs.org/hortsci/previewpdf/journals/hortsci/25/2/articlep159.xml?pdfJsInlineViewToken=1866101466&inlineView=true>
- Tucuch Hass, J., Rodríguez, M. J., Lagunes, T. A., Silva, A. G., Aguilar, M. S., Robles, B. A., y González, C. J. (2010). Toxicity of spiromesifen to the development stages of *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Neotropical Entomology*, 39(3), 436-440. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2010000300019>
- Vallejo Borja, M. (2020). *Caracterización filogenética y molecular de 'Candidatus Liberibacter solanacearum' en cuatro especies de la familia Solanaceae* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21454>
- Vargas Caamal, I. (2005). *Especies y fluctuación poblacional de cicadelidos y psíllidos positivos a fitoplasma en el cultivo de la papa y malezas aledañas en Arteaga, Coahuila* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/3636>
- Vargas Madriz, H., Bautista Martínez N., Vera Graziano, J., García, G. C., y Chavarín, P. C. (2011). Life and fertility table of *Bactericera cockerelli* (Sulc) on two varieties of tomato in a greenhouse. *Southwestern Entomologist*, 36(4), 413-422. <http://dx.doi.org/10.3958/059.036.0403>
- Vendramin, J. D., y Rodríguez, C. H. (2003). *Insecticidas y resistencia vegetal*. Bases para el manejo racional de insecticidas. Concepción, Chile.
- Vignola, R., Wattle, W., Céspedes, A., y Morales, M. (2017). *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de papa en Costa Rica* [Archivo PDF]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-papa.pdf>
- Villanueva Segura, O. (2015). *Caracterización molecular del receptor de la vitelogenia en Bactericera cockerelli Sulc. 1909 (Hemiptera: Triozidae)* [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/9183>

- Vizcaíno Villota, F. (2017). *Evaluación de tres tipos de sustratos en la producción de semilla básica de papa variedad súper chola (Solanum tuberosum L.), bajo condiciones de invernadero* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3214>
- Yang Bing, X., y Liu Xian, T. (2009). Life history and life tables of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on eggplant and bell pepper. *Journal of Environmental Entomology*, 38(6), 1661–1667. <https://doi.org/10.1603/022.038.0619>
- Yang Bing, X., Zhang Mei, Y., Hua, L., y Liu Xian, T. (2010). Life history and life tables of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) on potato under laboratory and field conditions in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *Journal of Economic Entomology*, 103(5), 1729–1734. <https://doi.org/10.1603/ec10083>
- Yang Bing, X., Zhang Mei, Y., Henne C, D., y Liu Xian, T. (2013). Life tables of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) on tomato under laboratory and field conditions in southern Texas. *Florida Entomologist*, 96(3), 904-913. <https://doi.org/10.1653/024.096.0326>
- Yanchatipan Toapanta, D. (2020). *Monitoreo del Psílido Bactericera cockerelli en el Cultivo de Papa (Solanum tuberosum L.) en el Campus CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Salache* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7047>
- Yen, A. L., Madge, D. G., Berry, N. A., y Yen, J. D. (2012). Evaluating the effectiveness of five sampling methods for detection of the tomato potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Psylloidea: Triozidae). *Australian Journal of Entomology*, 52(2), 168–174. doi:10.1111/aen.12006.
- Walker, G., MacDonald, F., Larsen, N. y Wallace, A. (2011). Monitoring *Bactericera cockerelli* and associated insect populations in potatoes in South Auckland. *New Zealand Plant Protection*, 64, 269-275. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2011.64.6009>
- Walker, G., MacDonald, F., Wright, P., Puketapu, A., Gardner, R., Connolly, P., y Anderson, J. (2015). Development of action thresholds for management of *Bactericera cockerelli* and zebra chip disease in potatoes at Pukekohe, New Zealand. *American Journal of Potato Research*, 92, 266–275. <https://doi.org/10.1007/s12230-014-9427-3>
- Wallis, R. (1955). *Ecological studies on the potato psyllid as a pest of potatoes*. DOI: 10.22004/ag.econ.156862

- Workneh, F., Henne, D., Paetzold, L., Harveson, R., Bradshaw, J., y Rush, C. (noviembre 2010). *Status of regional Zebra Chip incidence in 2010 and temperature effect under controlled conditions*. 10th Annual Zebra Chip Reporting Session. Dallas, TX.
- Zens, B., Rush, C., Henne, D., Workneh, F., Bynum, E., Nansen, C., y Gudmestad, N. (2010). *Efficacy of seven chemical programs to control potato psyllids in the Texas Panhandle*. 10th Annual Zebra Chip Reporting Session. Dallas, TX.

ANEXOS

Anexo 1

*Plantilla para la toma de datos del monitoreo de *Bactericera cockerelli* (Šulc.) establecido por el INIAP.*

Monitoreo de <i>Bactericera cockerelli</i>										
Fecha de evaluación							Días desde el inicio del monitoreo			
Planta Número	Número de Ninfas/planta						Número de huevos/ planta/5min	Síntomas de Punta Morada		
	Hoja 1	Hoja 2	Hoja 3	Hoja 4	Hoja 5	Hoja 6		Presencia	Ausencia	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Observaciones:

Anexo 2

Encuesta aplicada a los productores del cultivo de papa.

Ubicación del lote					
Provincia		Cantón		Parroquia	
Localidad			Agricultor		
Latitud		Longitud		Altitud	
Datos generales del lote					
Fecha de siembra	Cultivo anterior		Etapa fenológica	Variedad	
Riego	Si () No ()	Frecuencia	Precipitaciones	Si () No ()	Frecuencia
Pendiente	Quebrada ()		Ondulada ()		Piano ()

Controles fitosanitarios			
Fecha de aplicación	Ingredientes activos	Dosis	Cantidad utilizadas

Cultivos alrededor del lote (Por favor realice un croquis del lote y señale los cultivos alrededor de este)

Anexo 3

Ejemplo de encuesta realizada al Sr. Luis Pavón, propietario del lote 4 ubicado en la localidad de Chirihuasi.

Plantilla para la toma de datos del monitoreo de *Bactericera cockerelli*

LOTE 4 / MONITOREO 4

Ubicación del lote					
Provincia	Imbabura	Cantón	Ibawa	Parroquia	La Esperanza
Localidad	Chirihuasi		Agricultor	Luis E. Pavón	
Latitud		Longitud		Altitud	
Datos generales del lote					
Fecha de siembra	Cultivo anterior		Etapa fenológica	Variedad	
23/08/2019	Kikuyo		Floración	Superchala	
Riego	Si () No (x)	Frecuencia	Precipitaciones	Si (x) No ()	Frecuencia 3 días en la semana
Pendiente	Quebrada ()		Ondulada (x)		Plano ()

Controles fitosanitarios			
Fecha de aplicación	Ingredientes activos	Dosis	Cantidad utilizadas
03/11/2019	Propineb	700 g/kg	2500 g
	Alquil anti poliglicol éter	250 g/l	100 ml
	Dianizon	600 g/l	500 ml
	Xylene	330 g/l	
	P205	190 g/kg	1000 ml
	K20	140 g/kg	

Cultivos alrededor del lote (Por favor realice un croquis del lote y señale los cultivos alrededor de este)

Cultivo de papa

Kikuyo

