



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**  
**MAESTRIA EN AGRONOMÍA MENCIÓN CAMBIO**  
**CLIMÁTICO**

**“BIOECOLOGÍA DE *Bactericera cockerelli* (Sulc.) EN EL**  
**CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LAS**  
**PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI”**

**Trabajo de investigación, previo a la obtención del Grado Académico de**  
**Magister en Agronomía mención Cambio Climático**

**Ing. Alexandra Maribel Manobanda Moreta**

**AMBATO – ECUADOR**

**2020**

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación, presidido por el Ingeniero Marco Pérez Salinas Magíster, e integrado por los señores Ingeniero Michel Leiva Mora Doctor y el Ingeniero Edgar Luciano Valle Velastegui Magíster, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Investigación con el tema: “BIOECOLOGÍA DE *Bactericera cockerelli* (Sulc.) EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI”, elaborado y presentado por la señorita Ingeniera Alexandra Maribel Manobanda Moreta, para optar por el Grado Académico de Magíster en Agronomía mención Cambio Climático; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación; el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

-----  
Ing. Marco Pérez Salinas Mg.  
**Presidente del Tribunal**

-----  
Ing. Michel Leiva Mora PhD  
**Miembro del Tribunal**

-----  
Ing. Edgar Luciano Valle Velastegui Mg.  
**Miembro del Tribunal**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación, presentado con el tema: “BIOECOLOGÍA DE *Bactericera cockerelli* (Sulc.) EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniera Alexandra Maribel Manobanda Moreta, Autora bajo la Dirección del Ingeniero Carlos Luis Vásquez Freytez PhD, director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

(revisar espacio de interlineado)

-----  
Ing. Alexandra Maribel Manobanda Moreta

1804401196

**AUTORA**

-----  
Ing. Carlos Luis Vásquez Freytez PhD

1758533747

**DIRECTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

-----  
Ing. Alexandra Maribel Manobanda Moreta  
c.c. 1804401196

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**  
**MAESTRIA EN AGRONOMÍA MENCIÓN CAMBIO**  
**CLIMÁTICO**

**INFORMACIÓN GENERAL**

**TEMA:** BIOECOLOGÍA DE *Bactericera cockerelli* (Sulc.) EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI

**AUTOR:** Alexandra Maribel Manobanda Moreta

*Grado académico: Ingeniero Agrónomo*

*Correo electrónico*

**DIRECTOR:** Ing. Agr. Carlos Luis Vásquez Freytez, Ph. D.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** PRODUCCION AGROALIMENTARIA Y MEDIO AMBIENTE

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la oportunidad y sabiduría para culminar esta meta; por ser mi amparo, protección y fortaleza en mis momentos de debilidad.

A los seres que más amo mis padres Luis Oswaldo y Gladys Mercedes quienes me apoyaron a lo largo de este proceso y han sido mi inspiración para alcanzar esta meta, siendo mi baluarte a lo largo de mi vida con sus consejos y enseñanzas brindándome siempre su amor y apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Área a Posgrado por acogerme en sus aulas y brindarme la posibilidad de culminar esta etapa.

Mi sincero agradecimiento al PhD. Carlos Vásquez, quien, con su paciencia, conocimientos, consejos, responsabilidad y ayuda me permitió realizar esta investigación.

Mi agradecimiento al PhD. Marco Pérez, PhD. Mg. Segundo Curay y al Ing. Mg. Olguer León por su apoyo incondicional, sugerencias y consejos aportados para desarrollar esta investigación.

A mis queridos amigos, compañeros de aventuras que me brindaron su amistad incondicional, apoyándome durante esta etapa de la mi vida.

## ÍNDICE GENERAL

INFORMACIÓN GENERAL.....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTOS .....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1. CAPÍTULO I.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	3
OBJETIVO GENERAL .....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
2. CAPÍTULO II.....	6
2.1. Estado del arte .....	6
2.1.1. Aspectos biológicos de <i>B. cockerelli</i> y su importancia en el cultivo de papa .....	6
2.1.2. Distribución geográfica y rango de plantas hospederas.....	7
2.1.3. Importancia económica del psílido de la papa .....	9
2.1.4. Fundamentación filosófica.....	10
2.1.5. Fundamentación legal .....	10
3. CAPÍTULO III.....	12
3.1. Metodología.....	12
3.1.1. <i>Enfoque</i> .....	12
3.1.2. <i>Modalidad básica de la investigación</i> .....	12
3.1.3. Nivel o tipo de investigación.....	12
3.1.4. Población y muestra .....	12
3.2. Ubicación del ensayo.....	13
3.3. Diseño experimental.....	15
3.4. Análisis estadístico .....	15



4. CAPÍTULO IV .....	16
4.1. Resultados .....	16
4.1.1. Duración del ciclo biológico de <i>B. cockerelli</i> .....	16
4.1.2. Distribución geográfica e intraplanta de <i>B. cockerelli</i> .....	18
5. CAPÍTULO V .....	28
5.1. Conclusiones .....	28
5.2. Recomendaciones .....	29
Bibliografía .....	30
Anexos .....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Zonas de muestreo de las poblaciones de <i>B. cockerelli</i> .....	14
Tabla 2. Duración promedio (días $\pm$ desviación estándar) de <i>B. cockerelli</i> criado en plantas de papa variedad Super Chola .....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución mundial de <i>B. cockerelli</i> (Tomado de <a href="https://www.cabi.org/isc/datasheet/45643#toDistributionMaps">https://www.cabi.org/isc/datasheet/45643#toDistributionMaps</a> ).....	8
Figura 2. Unidad de cría de <i>B. cockerelli</i> .....	15
Figura 3. Temperatura y humedad relativa durante la evaluación del ciclo biológico de <i>B. cockerelli</i> .....	17
Figura 4. Mapa de distribución de <i>B. cockerelli</i> en Tungurahua (Cantones donde se .....	19
Figura 5. Distribución de <i>B. cockerelli</i> en las diferentes localidades del cantón Ambato.....	21
Figura 6. Distribución de <i>B. cockerelli</i> en las diferentes localidades Presidente Urbina, San Andrés y Poalo del cantón Píllaro.....	22
Figura 7. Distribución de <i>B. cockerelli</i> en las diferentes localidades San Marco, Chambapongo y Papahurco del cantón Salcedo .....	23
Figura 8. Distribución intraplanta de <i>B. cockerelli</i> en plantas de papa en localidades del cantón Ambato .....	24
Figura 9. Distribución intraplanta de <i>B. cockerelli</i> en plantas de papa en localidades del cantón Píllaro.....	25
Figura 10. Distribución intraplanta de <i>B. cockerelli</i> en plantas de papa en localidades del cantón Píllaro.....	26

## RESUMEN

### **BIOECOLOGÍA DE *Bactericera cockerelli* (Sulc.) EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI**

El psílido de papa, *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Psyllidae) es considerada una plaga en varias especies de solanáceas, originaria de América del Norte que ha adquirido mayor relevancia en los últimos años debido a su capacidad invasiva en varias zonas geográficas, su amplio rango de plantas hospederas y, principalmente por su capacidad para transmitir patógenos en las plantas de las cuales se alimenta. Dado que esta especie ha sido recientemente reportada en el país, en el presente estudio se evaluó la biología y distribución geográfica y distribución intraplanta de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa en las provincias de Tungurahua y Cotopaxi. La biología fue estudiada en hojas de papa variedad Super Chola bajo condiciones de laboratorio (21,2 °C y 49,6 % de humedad relativa). Adicionalmente se hicieron muestreos en 14 localidades pertenecientes a cinco cantones de la provincia de Tungurahua (Ambato, Tisaleo, Mocha, Quero y Pelileo) y en cinco localidades del cantón Salcedo (provincia de Cotopaxi). El ciclo biológico de *B. cockerelli* mostró una duración total promedio de 22,93 días con tasa de mortalidad durante la fase de huevo con un 59,6 %, mientras que en el primer y cuarto instar ninfal se verificó apenas un 4,25 %, respectivamente. Con relación a la distribución geográfica, la plaga fue detectada en los cantones Ambato y Píllaro (Tungurahua), en los cuales el psílido de la papa fue encontrado en 7 de 14 localidades muestreadas, lo que representa el 50,0 % de las zonas consideradas en el muestreo. En el cantón Salcedo (Cotopaxi), fue encontrada en tres de las cinco localidades de muestreo, representando un 60% de casos positivos para la presencia de la plaga. Esta distribución verificada en las zonas muestreadas pareciera estar relacionada con la altura sobre el nivel del mar, puesto que la especie no fue encontrada en aquellas localidades con alturas cercanas a los 3 000 msnm. Con relación a la distribución intraplanta, se observó amplia variabilidad en la distribución espacial en los diferentes estratos de la planta

(superior, medio e inferior), lo cual sugiere que la plaga no muestra preferencia para seleccionar el sustrato para la oviposición y qde alimentación. Los resultados obtenidos en la presente investigación sientan las bases de los estudios bioecológicos de *B. cockerelli* en la región, sin embargo, se sugiere realizar estudios similares para evaluar otros aspectos bioecológicos de la plaga.

**Palabras clave:** psílido de la papa, biología, distribución geográfica, distribución intraplanta, Tungurahua, Cotopaxi.

## ABSTRACT

### **BIOECOLOGY OF *Bactericera cockerelli* (Sulc.) ON POTATO (*Solanum tuberosum* L.) CROPS IN PROVINCES OF TUNGURAHUA AND COTOPAXI**

The potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Psyllidae) is considered a pest in several solanaceous species, native to North America and currently it has become more relevant in recent years due to its capacity to invade in various geographical areas, its wide range of host plants and, mainly due to their ability to transmit pathogens to plants they feed on. Given that this species has been recently reported in the country, the present study evaluated the biology, geographic distribution and intra-plant distribution of *B. cockerelli* in potato crops in the provinces of Tungurahua and Cotopaxi. Biology was studied in potato leaves variety Super Chola under laboratory conditions (21.2 °C and 49.6% relative humidity). Additionally, samplings were carried out in 14 localities belonging to five cantons of the Tungurahua province (Ambato, Tisaleo, Mocha, Quero and Pelileo) and in five localities of the canton of Salcedo (Cotopaxi province). The life cycle of *B. cockerelli* showed an average total duration of 22.93 days with a mortality rate during the egg phase with 59.6%, while in the first and fourth nymphal instars only 4.25% of mortality was verified, respectively. Regarding geographical distribution, the plague was detected in cantons of Ambato and Píllaro (Tungurahua), in which the potato psyllid was found in 7 of 14 sampled localities, representing 50.0% of the areas considered in sampling. In canton of Salcedo (Cotopaxi), it was found in three of the five sampling locations, representing 60% of positive cases for the presence of the pest. This verified distribution in the sampled areas seems to be related to the height above sea level, since the species was not found in those locations with heights close to 3,000 meters above sea level. Regarding the intra-plant distribution, wide variability was observed in the spatial distribution in the different plant strata (upper, middle and lower), which suggests that the pest shows no preference to select the substrate for oviposition and feeding. The results obtained in the present investigation lay the foundations for the

bioecological studies of *B. cockerelli* in the region, however, it is suggested that similar studies be carried out to evaluate other bioecological aspects of the pest.

**Keywords:** potato psyllid, biology, geographic distribution, intra-plant distribution, Tungurahua, Cotopaxi.

# 1. CAPÍTULO I

## 1.1. Introducción

El psílido de papa, *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Psyllidae) es considerada una plaga en varias especies de solanáceas, que inicialmente fue tratada como una plaga ocasional debido a que desarrollaba brotes poblacionales esporádicos, sin embargo, esta apreciación ha cambiado drásticamente en los últimos años debido a que la especie ha experimentado un cambio en su distribución, rango de plantas hospederas y, principalmente por su capacidad para transmitir un patógenos en las plantas de las cuales se alimenta (Prager and Trumble 2018).

Las especies de Psylloidea generalmente se alimentan de un número restringido de plantas hospederas, sin embargo, *B. cockerelli* muestra un hábito de alimentación más generalista puesto que puede alimentarse de más de 40 especies en 20 familias, incluyendo Convolvulaceae, Lamiaceae y Solanaceae, con preferencia sobre especies de esta última familia, en la cual resaltan *Capsicum annum* L., *Solanum tuberosum* L., *Solanum melongena* L. y *Solanum lycopersicum* L., sin embargo, aún no existen acuerdo al respecto (Prager and Trumble 2018)

*Bactericera cockerelli* se alimenta del floema de la planta hospedadora, lo que provoca amarillamiento caracterizado por curvatura de las hojas, clorosis, retraso del crecimiento y, en casos extremos, muerte de las plantas (Olaniyan et al. 2020). A inicios de 1990 se asoció el daño causado por *B. cockerelli* en solanáceas con el amarillamiento de la planta provocado por un trastorno fisiológico presumiblemente causado por una toxina transmitida durante la alimentación del insecto, especialmente en las ninfas, sin embargo, la naturaleza de esta toxina aún no se ha demostrado (Munyaneza and Henne 2013).

Aparte de la inyección de toxinas, recientemente se demostrado la capacidad de *B. cockerelli* de transmitir la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*



(sinónimo *Ca. L. psyllaurous*) la cual también se asocia con la enfermedad en papa Zebra chip (Liefting et al. 2009).

Con relación a su distribución geográfica, aunque se presume que el psílido de la papa tiene su centro de origen en el sudoeste de los Estados Unidos y el norte de México, actualmente está ampliamente distribuida en Norte América (Estados Unidos, México y Canadá), Centro América (Guatemala, Honduras, Nicaragua, El Salvador) y Nueva Zelanda (EPPO 2013). Recientemente fue reportada su presencia en Ecuador, sin embargo, no ha sido reportado en Costa Rica, Panamá y Colombia, lo que sugiere que esta plaga pudo haber sido introducida al Ecuador junto con productos agrícolas debido al intenso comercio entre países del norte de Sudamérica (Castillo Carrillo, Fu, and Burckhardt 2019).

La papa es uno de los principales cultivos tradicionales producidos en toda la sierra ecuatoriana, con una superficie sembrada de 22099 ha y un rendimiento de 121816 kg/ha durante el 2018 (FAO 2020), el cual es hecho con diferentes niveles de tecnología, insumos químicos, eficiencia de producción, tipos de variedades cultivadas, por lo cual su rendimiento muestra diferencias marcadas.

La reciente introducción del psílido de la papa presenta una seria amenaza para la producción de papa en el país, por lo cual es necesario evaluar cual es la distribución de esta plaga, su potencial para causar daño en las diferentes variedades de papa cultivadas comercialmente en el país y en otras especies de solanáceas de importancia económica.

## 1.2. Justificación

La papa es uno de los principales cultivos tradicionales producidos en toda la sierra ecuatoriana, concentrada en las provincias de Carchi, Chimborazo, Cotopaxi y Tungurahua, en donde se encuentra el 70,13 % de la superficie sembrada y el 81% de la producción (INEC 2020), sin embargo, el Carchi es la provincia más productiva, mientras que Chimborazo y Tungurahua tienen el mayor número de productores siendo estos productores a pequeña escala y con altos niveles de pobreza.

De acuerdo con los datos de la FAO, tanto la superficie como la producción y el rendimiento de este cultivo disminuyó en 25,2; 28,6 y 4,7 %, respectivamente (FAO 2020), lo cual podría agravarse después de la introducción del psílido de la papa al país. Esta plaga tiene un impacto en la reducción del rendimiento que varía desde el 50% en papa (EPPO 2013) hasta 93 %, dependiendo de la variedad de papa (Munyanza et al 2008) y en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) las pérdidas alcanzan hasta 45% debido a su asociación con un microorganismo que originalmente se pensó fuera un fitoplasma pero que luego fue identificado como una bacteria no cultivable (Crespo-Herrera et al 2012; Melgoza et al 2018). Esta bacteria fue identificada como *Candidatus Liberibacter solanacearum* causante de la enfermedad “permanente del tomate” (PT), la enfermedad “Zebra chip” (ZC) en papa y la enfermedad “brotes cloróticos” en pimiento (Melgoza Villagómez et al. 2018).

La enfermedad permanente del tomate se caracteriza por el achaparramiento de las plantas y oscurecimiento del tejido vascular de la raíz, las hojas inferiores presentan enrollamiento, las cuales se hacen quebradizas, mientras que los folíolos apicales se hacen cloróticos con márgenes de color morado y las flores son abortadas, sin embargo, debido a que ocurre proliferación de yemas, estas forman tallos delgados con flores que producen frutos pequeños (Garzón Tiznado et al. 2009; Melgoza Villagómez et al. 2018). En el caso del pimiento, los síntomas del brote clorótico son el acortamiento de entrenudos y plantas pequeñas (Munyanza et al. 2009). Finalmente, el caso de la papa, la enfermedad de *Zebra chip* se caracteriza por la presencia de brotes de color morado a clorótico, tallos axilares abultados y

oscurecimiento radial del tubérculo, el cual pierde calidad de freído y su cocción no es uniforme, estas papas son de sabor un poco dulce, con lo que pierden su calidad comercial (Melgoza Villagómez et al. 2018).

De acuerdo con Castillo Carrillo et al. (2019), las pruebas moleculares confirmaron, por un lado, que la población de *B. cockerelli* del Ecuador se trata de un haplotipo central, lo que sugiere que estas poblaciones podrían provenir de América del Norte o Central y, por otro lado, estos especímenes ecuatorianos demostraron estar libres del patógeno (*C. l. solanasearum*), sin embargo, existe el riesgo de su introducción al país, por lo que se sugiere conducir estudios de campo en especies de solanáceas y estudios genómicos a escala fina para localizar la fuente del psílido, lo que podría ayudar a prevenir la introducción del patógeno en América del Sur.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la bioecología de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa en las provincias de Tungurahua y Cotopaxi

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la duración del ciclo biológico de *B. cockerelli* criado en el cultivar de papa más comercial usado en la Provincia de Tungurahua
- Determinar la distribución geográfica de *B. cockerelli* en diferentes cantones de las provincias de Tungurahua y Cotopaxi
- Determinar la distribución intraplanta de *B. cockerelli* en diferentes cantones de las provincias de Tungurahua y Cotopaxi
- Evaluar los parámetros reproductivos de *B. cockerelli* criado en el cultivar de papa más comercial usado en la Provincia de Tungurahua

## 2. CAPÍTULO II

### 2.1. Estado del arte

#### 2.1.1. Aspectos biológicos de *B. cockerelli* y su importancia en el cultivo de papa

El ciclo biológico de los artrópodos fitófagos puede ser influenciado por factores bióticos, como la especie de la planta hospedera y por factores abióticos como la temperatura, humedad relativa y fotoperíodo (Moreau et al. 2017). En general, el psílido de la papa presenta metamorfosis hemimetábola, en la cual se distingue el desarrollo de un estado de huevo, seguido de 4 o 5 instares ninfales y el estadio adulto.

Tran et al. (2012) observaron que la duración del ciclo biológico de *B. cockerelli* varió por efecto tanto de la temperatura con la cual demostraron una relación lineal negativa como por efecto de la planta hospedera, siendo más corto en plantas de papa que en tomate. Así estos autores encontraron que el psílido de la papa requirió 90,3 y 97,8 días cuando fue criado a 8 °C sobre hojas de papa y tomate, mientras que cuando la temperatura aumentó a 31 °C, el tiempo de desarrolló disminuyó a 25.5 y 26.1 días en papa y tomate, respectivamente.

Un estudio demostró que la biología de *B. cockerelli* criado sobre hojas de papa mostró mejores valores cuando era conducido en laboratorio que bajo condiciones de campo. Así, la duración del ciclo biológico fue más corto en laboratorio (19,2 días) que en campo (22,4 días) y de manera similar la longevidad y fecundidad en el laboratorio fueron 62,1 días y 399,7 huevos en comparación de 17,4 días y 147,5 huevos observados en campo (Yang et al. 2010).

Yang y Liu (2009) evaluaron efecto de la planta hospedera (berenjena, *S. melongena* variedad Special Hibush y pimiento, *C. annuum* variedad Capsitrano) sobre el tiempo desarrollo, la supervivencia y la fecundidad del psílido de la papa a 26.7 °C, 70 % de humedad relativa y fotoperíodo 14:10, observando que la berenjena mostró mejores condiciones para el desarrollo de la plaga, puesto que se desarrolló en 24,1 días, mayor tasa de sobrevivencia (50,2 %) y longevidad (62,2

días) desarrolló más rápido cuando fue criado sobre berenjena (24.1 d) que pimiento (26.2 d). Las tasas de supervivencia de los estadios inmaduros desde la aparición de huevos hasta adultos fueron más altas en berenjenas (50,2%) que en pimiento (34,6%), mientras que en pimiento estos parámetros fueron de 26,2 días, 34,6 % y 55,0 días, respectivamente.

El ciclo biológico de *B. cockerelli* fue estudiado en plantas de tomate bajo condiciones de temperatura entre 26-27 °C, humedad relativa entre 60-70 % y fotoperíodo 12:12, resultando que el tiempo de desarrollo del ciclo biológico desde huevo hasta la emergencia del adulto requirió 34,7 días (29,9 a 37 días), con un tiempo promedio de incubación del huevo de 6,7 días (rango 5,7-8,2 días) y de 21,9 (19,1-23,8 días) para las diferentes instares ninfales, los cuales mostraron una tasa de sobrevivencia de 40,6; 62,7 y 47,3 %, respectivamente (Abdullah 2008). Adicionalmente este autor señaló que la hembra requería un tiempo promedio previo al apareamiento de 4,2 días y un período de preoviposición de 6,9 días.

### **2.1.2. Distribución geográfica y rango de plantas hospederas**

Se ha hipotetizado que el psílido de la papa podría ser originario del sudoeste de los Estados Unidos y el norte de México (EPPO 2013), sin embargo, en los últimos años ha expandido su rango de distribución a varios estados de México y los Estados Unidos, también ha sido señalado en Guatemala, Honduras e recientemente invadió Nueva Zelanda y Canadá (Butler and Trumble 2012). En México se encuentra distribuido en el medio oeste de México, incluido el estado de Guanajuato, donde provocó la pérdida del 60% de la producción de tomate, en San Luis Potosí y en el noreste de México, mientras que en Estados Unidos se ha reportado en California, Montana, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Nebraska, Kansas, Oklahoma, Texas y Minnesota y en Canadá en las provincias de Alberta, Columbia Británica y Saskatchewan (Prager y Trumble, 2018) (Fig. 1).

Castillo Carrillo et al. (2019) reportaron al psílido de la papa sobre plantas de papa en dos localidades de la provincia de Pichincha a finales del 2017, la cual fue inicialmente identificada con base en las características morfológicas de la especie y posteriormente las pruebas moleculares del gen COI mitocondrial confirmaron a

la población de Ecuador similar al haplotipo central y se sugiere que estas poblaciones pudieron haber sido introducidos con productos agrícolas u otro material vegetal. Posterior a su introducción en Ecuador su presencia ha sido señalada en algunas áreas de las provincias de Imbabura, Carchi, Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua (FAO 2019).



Figura 1. Distribución mundial de *B. cockerelli* (Tomado de <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45643#toDistributionMaps>)

Con relación a las especies de plantas hospederas, *B. cockerelli* ha sido principalmente asociada con especies cultivadas y malezas de la familia Solanaceae, incluyendo papa (*Solanum tuberosum*), tomate (*Solanum lycopersicon*), pimiento (*Capsicum annuum*), berenjena (*Solanum melongena*) y tabaco (*Nicotiana tabacum*), *Physalis* spp., *Lycium* spp., así como varias especies no cultivadas del género *Solanum* (CABI 2020). Adicionalmente, se han recolectado adultos de plantas en numerosas familias, incluyendo Pinaceae, Salicaceae, Polygonaceae, Chenopodiaceae, Brassicaceae, Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Amaranthaceae, Lamiaceae, Poaceae, Menthaceae y Convolvulaceae, pero este no es el rango completo de huéspedes de este psílido (CABI 2020), sin embargo, estas pudieran tratarse de una relación accidental que la plaga usa para

distribuirse, por lo que se requiere realizar estudios en cada una de estas plantas para evaluar la capacidad de desarrollarse de la plaga.

### **2.1.3. Importancia económica del psílido de la papa**

Aunque inicialmente el psílido de la papa era considerado como una plaga secundaria, en las últimas décadas ha sido reconocido como una de las plagas con mayor impacto económico en varias especies de solanáceas en el hemisferio occidental debido a su capacidad de inyectar toxinas que provocan amarillamiento de los psílicos y de transmitir bacterias fitopatógenas identificada como *Candidatus Liberobacter solanacearum* (Munyaneza and Henne 2013).

El amarillamiento producido por la inyección de toxinas de los psílicos se caracteriza por el retraso en el crecimiento, clorosis y color púrpura en el follaje nuevo, enrollamiento ascendente de las hojas en toda la planta, entrenudos terminales acortados y engrosados que resultan en rosetas, ensanchamiento de los nudos agrandados, axilares ramas y tubérculos de papa aéreos, lo que se traduce en un número excesivo de pequeños tubérculos deformados, la producción de tubérculos en cadena y la ruptura temprana de la latencia de los tubérculos (Munyaneza and Henne 2013).

Aparte de la inyección de toxinas, se ha demostrado que *B. cockerelli* transmite una bacteria no cultivable, *Candidatus Liberibacter solanacearum* en papa, la cual es señalada como el principal agente causal de la enfermedad "zebra chip" en conjunto con algunos fitoplasmas y del "variegado del pimiento" en México, cuyas incidencia en estos cultivos provocan reducción de la calidad del producto y su valor comercial en el mercado (Delgado-Ortiz et al. 2019). Esta especie de liberibacter también se ha documentado en la zanahoria (*Daucus carota* L.) en Finlandia, Noruega y Suecia (Tahzima et al. 2014), España, Canarias y Marruecos) (Tahzima et al., 2014) y en Francia siendo transmitido por *Trioza apicalis* (M. Loiseau, S. Garnier, V. Boirin, M. Merieau, A. Leguay, I. Renaudin, J.-P. Renvoisé 2014), también en apio (*Apium graveolens*) en España (Teresani et al. 2014).



#### **2.1.4. Fundamentación filosófica**

Según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos en el Ecuador, en las zonas en las cuales son consideradas como rurales se ha identificado que la agricultura es la primera base económica de las familias y es por ello que el IPCC está trabajando sobre la información científica, técnica y socioeconómica actual sobre el riesgo de cambio climático provocado por la actividad humana, sus potenciales consecuencias medioambientales y socioeconómicas, y las posibles opciones para adaptarse a esas consecuencias o mitigar sus efectos.

#### **2.1.5. Fundamentación legal**

En nuestro país, la normativa legal permite a la ciudadanía proteger y acceder a alimentos sanos, a productos amigables con el ambiente, de esta manera se garantice el cuidado del ambiente y la salud humana, cuidando los recursos naturales y de misma se fomenta el objetivo de mantener y mejorar el ambiente para las generaciones venideras.

La normativa para la protección del ambiente son las siguientes:

#### **CAPÍTULO SEGUNDO, SOBRE LOS DERECHOS DEL BUEN VIVIR.**

Entre los derechos del Buen Vivir, el artículo 13 de la Constitución de la República del Ecuador, prescribe que las personas y las colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales, para lo cual el Estado deberá promover la soberanía alimentaria

#### **SECCIÓN SEGUNDA: AMBIENTE SANO**

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del

patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

### CAPÍTULO TERCERO, SOBERANÍA ALIMENTARIA

Que, el artículo 281 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que la soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente. Para ello, será responsabilidad del Estado entre otras: “6. Promover la preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas.

### NORMA CONSTITUCIONAL

Que, el artículo 334 numeral 4 de la Norma Constitucional, dictamina que al Estado le corresponde promover el acceso equitativo a los factores de producción, desarrollando políticas de fomento a la producción nacional en todos los sectores, en especial para garantizar la soberanía alimentaria, generar empleo y valor agregado.

### 3. CAPÍTULO III

#### 3.1. Metodología

##### 3.1.1. Enfoque

El presente estudio fue conducido con un enfoque cuantitativo, el cual según, utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, and Baptista-Lucio 2014).

##### 3.1.2. Modalidad básica de la investigación

**Bibliográfica:** Es una de las primeras etapas de la investigación donde se explora información bibliográfica publicada sobre el o los tópicos abordados en el presente estudio, y servirá para comprobar con los resultados obtenidos.

**Experimental:** se evaluará el ciclo biológico de *B. cockerelli* en plantas de papa y se tratará de relacionar con los elementos climáticos (temperatura y humedad relativa)

##### 3.1.3. Nivel o tipo de investigación

De acuerdo con la naturaleza de la presente investigación es de tipo experimental de laboratorio y de campo; en el caso del experimento de laboratorio se realiza en condiciones controladas, en las cuales el efecto de variables externas y covariables es eliminado, mientras que el experimento de campo es un estudio efectuado en una situación real en la que el investigador manipula una o más variables independientes en condiciones tan cuidadosamente controladas como sea posible (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, y Baptista-Lucio 2014).

##### 3.1.4. Población y muestra

La población en estudio estuvo representada por las localidades de las provincias de Tungurahua (Ambato, Píllaro, Pelileo, Quero, Mocha y Tisaleo) y Cotopaxi

(Salcedo) que fueron muestreadas para definir la presencia del psílido de la papa, su distribución intra-planta y la fluctuación poblacional de la plaga.

La muestra estuvo constituida por 5 plantas de papa por cada localidad de muestreo, las cuales fueron divididas en tres estratos (inferior, medio y superior) de donde se tomaron 10 hojas para totalizar 50 hojas por estrato/localidad.

Tratamientos:

Los tratamientos estuvieron conformados por las siete localidades de muestreo y los estratos de la planta (inferior, medio y superior).

### **3.2. Ubicación del ensayo**

El estudio fue dividido en dos fases; la primera fase de muestreo fue llevado a cabo en los cantones Ambato, Píllaro, Pelileo, Quero, Mocha y Tisaleo (provincia de Tungurahua) y Salcedo (provincia de Cotopaxi), de acuerdo con la tabla 1.

Posteriormente fue estudiada los aspectos biológicos de *B. cockerelli* en hojas de papa de la variedad Super Chola, usando unidades de cría, la cual consistió en un contenedor plástico al cual se le abrió un agujero en la tapa que fue cubierto con *doppio velo* para asegurar la circulación de aire.

Para obtener una cohorte de edad homogénea, las hembras y machos traídos de campo fueron confinados en contenedores plásticos donde se dispuso un envase más pequeño con agua en su interior para sujetar pequeños brotes tiernos de papa para que sirviera como sustrato de oviposición durante 24-48 horas (Fig. 2). Transcurrido este tiempo, las hembras y machos traídos de campo fueron retirados y los huevos fueron dejados dentro de la unidad de cría para observar el tiempo de incubación. Para ello, las unidades de cría fueron observados diariamente hasta observar la eclosión de los huevos usando el microscopio estereoscópico. Una vez emergida la primera ninfa (N1), estas fueron individualizadas para determinar la duración de los diferentes instares ninfales hasta la emergencia del adulto (hembra y macho).

Las hembras y machos recién emergidos fueron nuevamente colocados en nuevas unidades de cría para medir los parámetros reproductivos (número de huevos colocados durante su tiempo de vida) y de longevidad (tiempo de vida medido desde la emergencia del adulto).

**Tabla 1.** Zonas de muestreo de las poblaciones de *B. cockerelli*

<b>Localidad</b>	<b>Coordenadas</b>		
<b>A. PROVINCIA COTOPAXI</b>			
<b>1. Salcedo</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
San Marcos	768073	9883216	2692
Papahurco	770724	9883532	2759
Chambapongo	772309	9883359	2881
Huagraguasi	776117	9883514	3042
Huagraguasi	778450	9885825	3258
<b>B. PROVINCIA TUNGURAHUA</b>			
<b>1. Pillaro</b>			
San Andrés	774031	9874525	2886
Presidente Urbina	771980	9874007	2792
Poalo	780561	9879193	2976
Marcos Espinel	775662	9869474	2938
San Miguelito	776613	9867284	2946
<b>1. Ambato</b>			
Cunchibamba	768662	9873651	2683
Atahualpa	767315	9865182	2622
Izamba	770772	9865147	2658
Pilahuin	752824	9855363	3289
Martinez	765135	9869189	2921
<b>2. Tisaleo</b>			
La Matriz	759595	9850610	3223
Quinchicoto	761515	9846300	3202
<b>3. Mocha</b>			
Pinguili	763007	9844576	3100
<b>4. Quero</b>			
Yanayacu	759780	9841079	3355
Rumipamba	763075	9838940	3520
La Matriz	767336	9846551	3011

La Matriz	769427	9844926	3431
Rumipamba	762340	9841903	3229
<b>5. Pelileo</b>			
Huambaló	775181	9845410	2945



**Figura 2.** Unidad de cría de *B. cockerelli*

### **3.3. Diseño experimental**

Tanto la primera fase referida al muestreo para determinar la distribución geográfica y la distribución intra-planta de *B. cockerelli* como el estudio de la biología fueron conducidos bajo un diseño de experimentos completamente al azar.

### **3.4. Análisis estadístico**

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y los datos que resultaron significativos fueron sometidos a prueba de medias según Tukey ( $p < 0,05$ ) usando el paquete estadístico Statistix Windows versión para 10.0.

## 4. CAPÍTULO IV

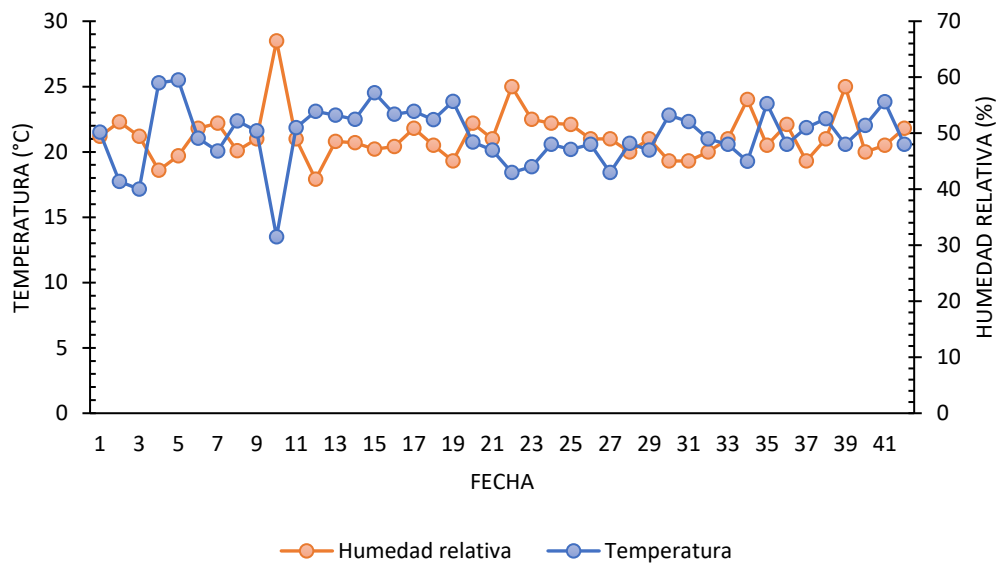
### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Duración del ciclo biológico de *B. cockerelli*

El ciclo biológico de *B. cockerelli* estudiado a 21,2 °C y 49,6 % de humedad relativa resultó en una duración total promedio de 22,93 días cuando fue criado en plantas de papa variedad Super Chola (Tabla 2). Durante el estudio, la mayor tasa de mortalidad fue observada en la fase de huevo con un 59,6 %, mientras que en el primer y cuarto instar ninfal se verificó apenas un 4,25 %, respectivamente.

**Tabla 2.** Duración promedio (días  $\pm$  desviación estándar) de *B. cockerelli* criado en plantas de papa variedad Super Chola

Estadio de desarrollo	Duración promedio $\pm$ D.E.	Valor mínimo	Valor máximo	Tasa de mortalidad (%)
Huevo	8,21 $\pm$ 0,801	7	10	59,6
Ninfa (total)	14,71 $\pm$ 2,494	11	19	
Primer instar	4,29 $\pm$ 0,726	3	5	4,25
Segundo instar	2,14 $\pm$ 1,460	1	4	0,00
Tercer instar	3,71 $\pm$ 0,994	2	5	0,00
Cuarto instar	2,64 $\pm$ 8,871	1	5	4,25
Quinto instar	2,50 $\pm$ 1,286	1	4	0,00
<b>Total (huevo-adulto)</b>	<b>22,93 <math>\pm</math> 3,025</b>	<b>19,0</b>	<b>29,0</b>	



**Figura 3.** Temperatura y humedad relativa durante la evaluación del ciclo biológico de *B. cockerelli*

Los resultados son similares a los obtenidos por Yang et al. (2010), quienes observaron valores del tiempo de duración total de 22,4 días a 22,8 °C cuando fue criado en plantas de papa, con duración de las diferentes fases de desarrollo en 6,5; 3,6; 3,6; 3,1; 3,0 y 2,9 días para huevo, primer, segundo, tercer, cuarto, quinto instar ninfal, respectivamente. Por otra parte, en comparación con la duración observada en otras especies de solanáceas, los valores fueron significativamente mayores en berenjena y pimiento donde el tiempo promedio del ciclo huevo-adulto fue de 24,1 y 26,2 días, respectivamente, en las cuales se observó que el estadio de desarrollo que más tardó fue la fase de ninfa, que representó el 79,3 y 71,1 % del ciclo total en ambos cultivos (Yang y Liu, 2009).



#### 4.1.2. Distribución geográfica e intraplanta de *B. cockerelli*

Del total de cantones muestreados, *B. cockerelli* estuvo presente en Ambato, Píllaro y Salcedo, cuyos valores promedios fueron de 1,6; 0,66 y 0,87 ninfas/hoja y 5,62; 1,31 y 1,01 huevos/hoja, respectivamente, mientras que, en Mocha, Quero, Tisaleo y Pelileo no se encontraron especímenes asociados con cultivo de papa (Fig. 4). La distribución actualmente verificada en las zonas muestreadas pareciera estar relacionada con la altura sobre el nivel del mar, puesto que la especie no fue encontrada en aquellas localidades con alturas cercanas a los 3 000 msnm. Sin embargo, hasta el presente no existe información sobre la distribución altitudinal de esta especie, por lo que deberían hacerse estudios más detallados.

Cuando se analizó la distribución geográfica de *B. cockerelli* en el cantón Ambato, se encontraron diferencias por efecto de la localidad (g.l.= 3; F= 28,33; P= 0.0006), siendo la población significativamente superior en plantas de papa sembradas en Martínez donde el número promedio de huevos/hoja varió desde 2,43 hasta 3,63 y el número de ninfas entre 1,27 y 2,00 (Fig. 5a). Aunque en las localidades de Cunchibamba, Izamba y Atahualpa el número promedio de huevos varió desde 2,11 hasta 4,16; 2,58 y 3,27 y 2,93 a 3,27, respectivamente, el número de ninfas fue menor (Fig. 5 b-d).

De las cinco localidades muestreadas en Píllaro, el psílido de la papa fue detectado solo en Presidente Urbina, San Andrés y Poalo, mientras que en Marcos Espinel y San Miguelito no se reportó a la plaga. Las mayores poblaciones fueron observadas en Presidente Urbina donde las densidades de huevo alcanzaron valores entre 1,91 y 2,74, mientras que en San Andrés y Poalo estos valores oscilaron entre 1,0 y 3,0 y 1,58 y 2,44, respectivamente. En las tres localidades el número de ninfas fue siempre bajo, alcanzando un número máximo de 1,0 ninfa/hoja (Fig. 6 a-c).

Por último, en el cantón Salcedo, la plaga fue reportada en tres de las cuatro localidades muestreadas (San Marcos, Papahurco y Chambapongo) fue detectada la plaga, mientras que en Huagraguasi no fue detectada la plaga para el momento de muestreo. Sin embargo, solo en San Marco fueron verificadas las mayores

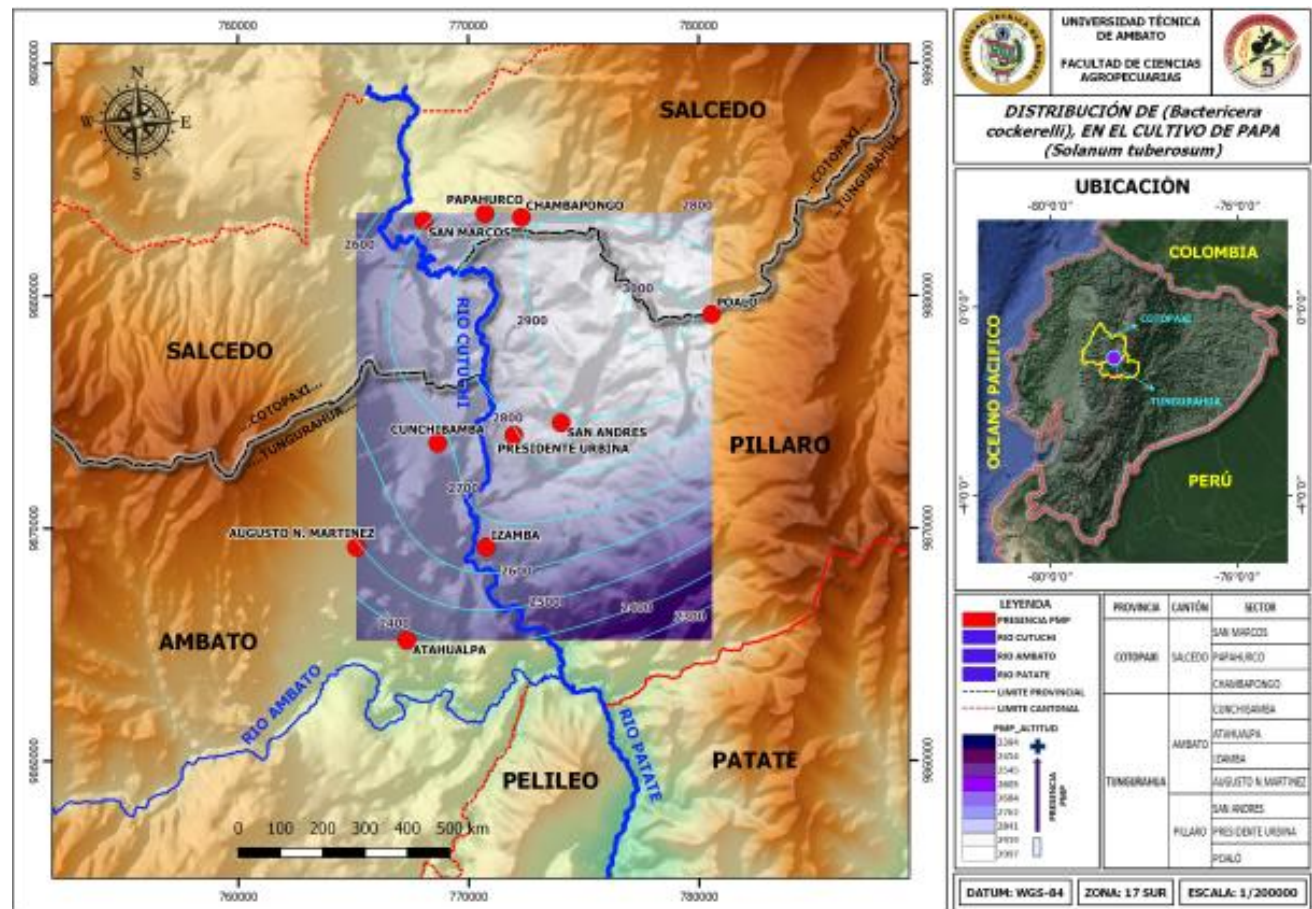


Figura 4. Mapa de distribución de *B. cockerelli* en Tungurahua (Cantones donde se

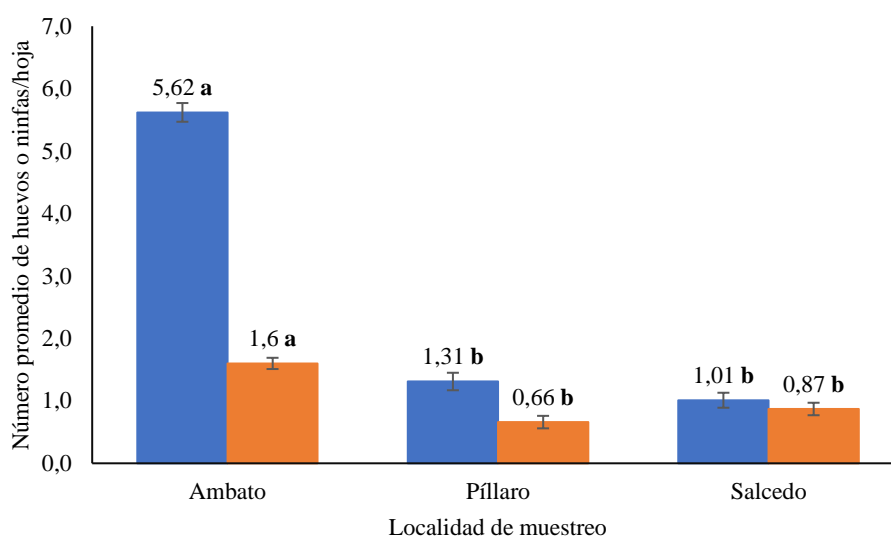
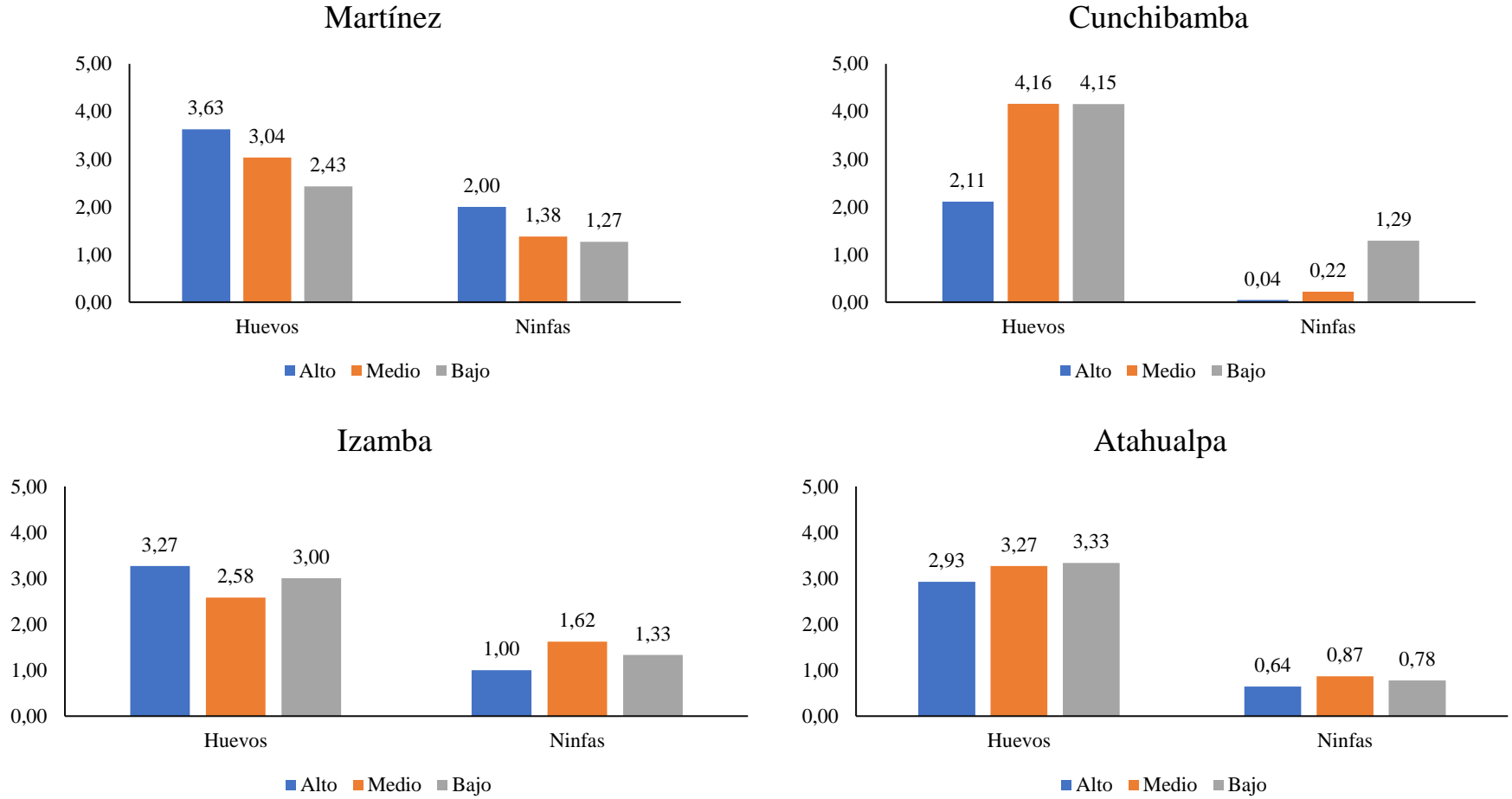


Figura 5. Número promedio de huevos y ninfas/hoja en plantas de papa

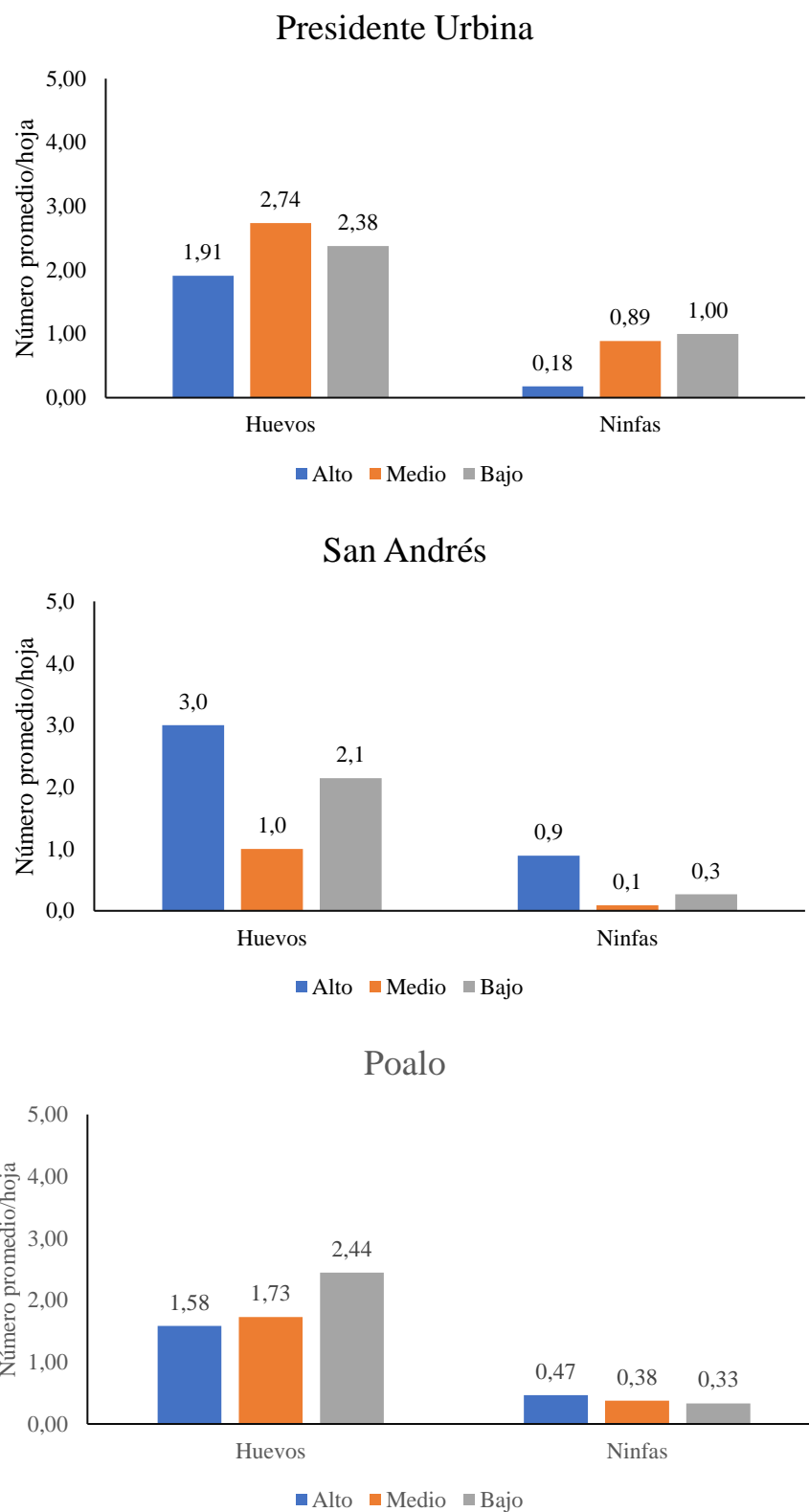
poblaciones del psílido de la papa en Salcedo, variando desde 2,42 a 3,38 huevos/hoja y 0,82 a 1,49 ninfas/hoja (Fig. 7a), mientras que en Papahurco el número de huevos varió de 1,3 a 1,7 y el de ninfas de 0,4 a 0,7 individuos/hoja (Fig. 7b). Finalmente, en Chambapongo, aunque la plaga estuvo presente, los niveles poblacionales fueron los más bajos de todas las zonas muestreadas, en donde en la mayoría de los casos alcanzó un máximo de 1,0 huevo/hoja y 0,42 ninfas/hoja.

Con relación a la distribución intraplanta, la plaga no mostró un patrón de distribución espacial entre los diferentes estratos de la planta y tampoco mostró preferencia por alguna región de la hoja (Figs. 8-10).

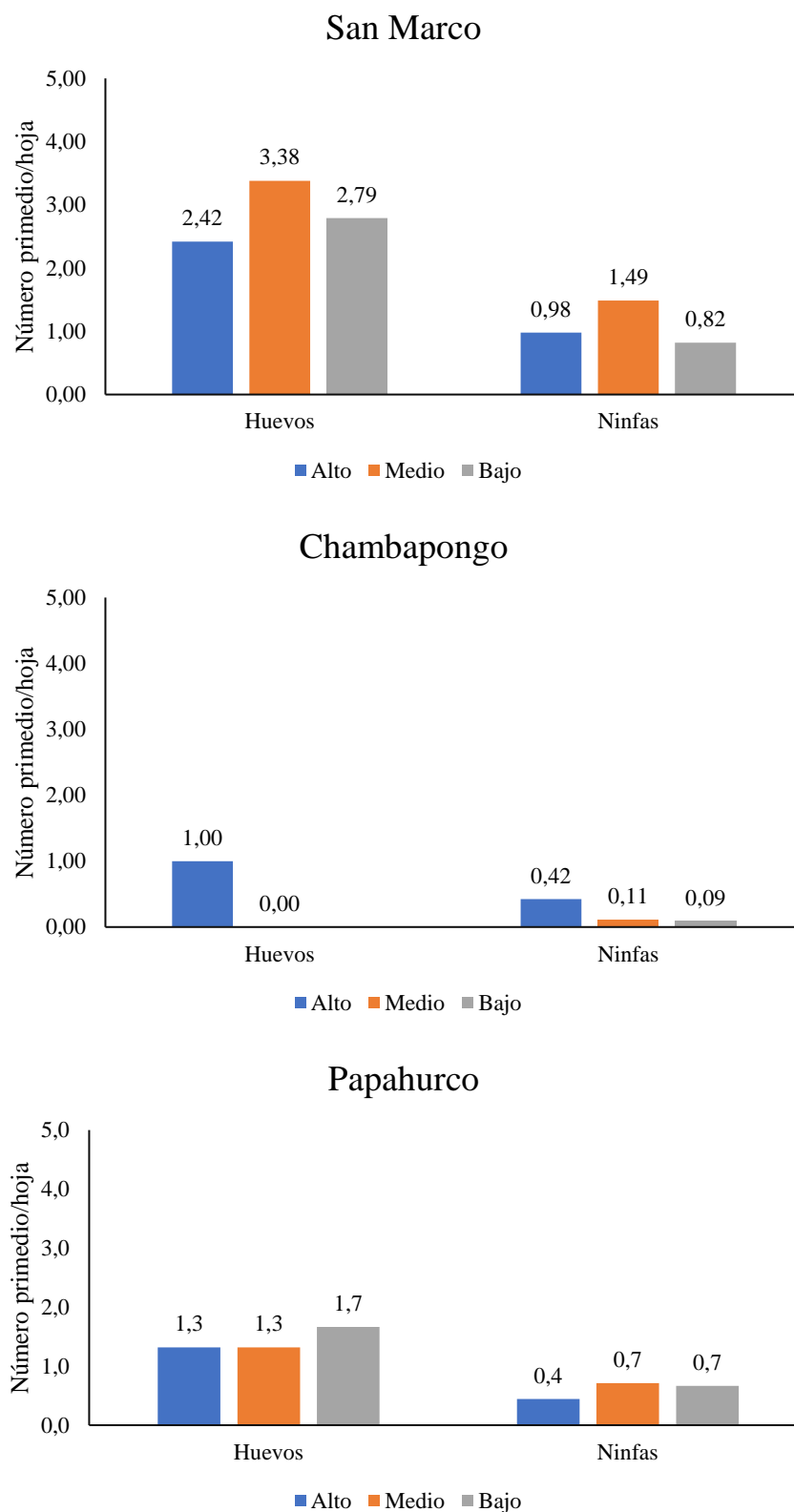
Los resultados observados en el presente estudio son parcialmente similares a los obtenidos por Prager, Butler, et al. (2014), quienes demostraron que tanto las ninfas como huevos de *B. cockerelli* mostraron preferencia por las hojas con respecto a tallos y flores y con mayor tendencia a alimentarse en la superficie abaxial, sin embargo, se estos autores observaron una tendencia a que los juveniles se localicen en el estrato inferior de la planta. Contrariamente, en el presente estudio, no se observó esa misma tendencia. Probablemente, esta diferencia podría deberse a diferentes factores como el método de muestreo, la variedad de la planta,



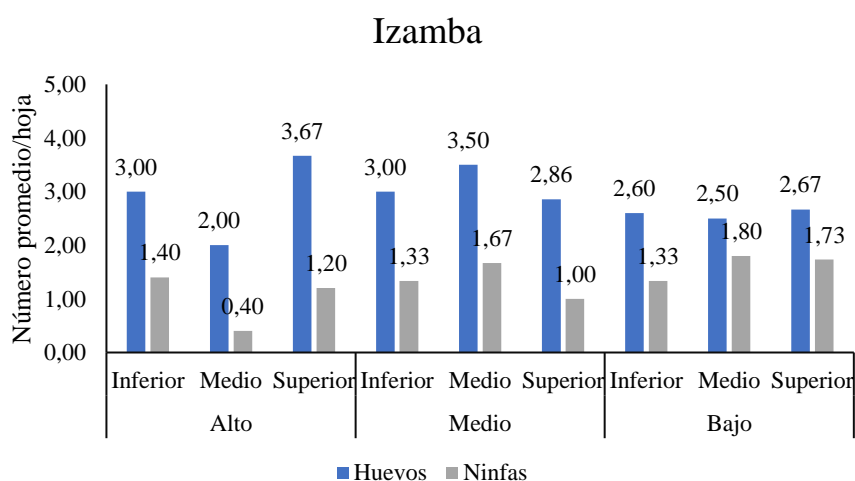
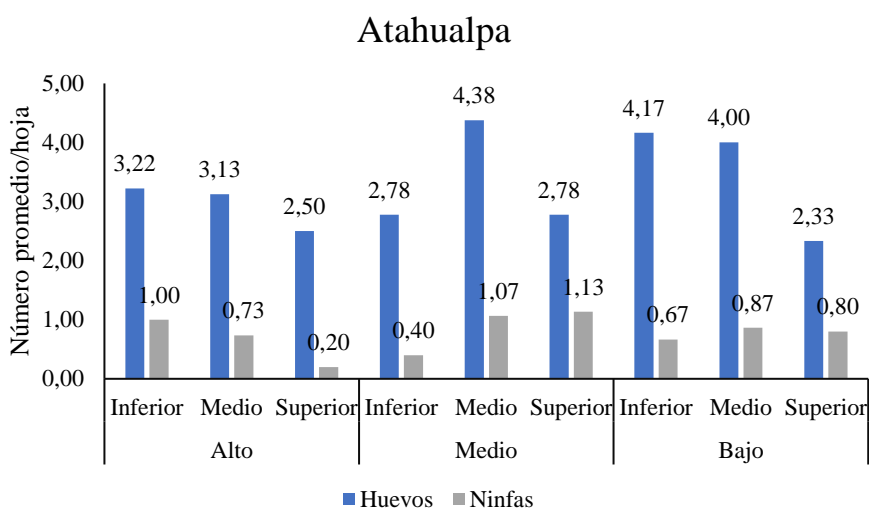
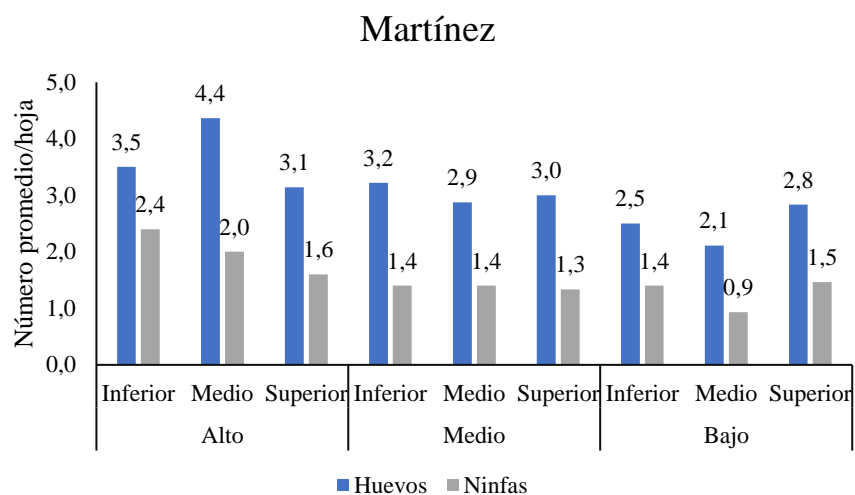
**Figura 5.** Distribución de *B. cockerelli* en las diferentes localidades del cantón Ambato



**Figura 6.** Distribución de *B. cockerelli* en las diferentes localidades Presidente Urbina, San Andrés y Poalo del cantón Píllaro



**Figura 7.** Distribución de *B. cockerelli* en las diferentes localidades San Marco, Chambapongo y Papahurco del cantón Salcedo



**Figura 8.** Distribución intraplanta de *B. cockerelli* en plantas de papa en localidades del cantón Ambato

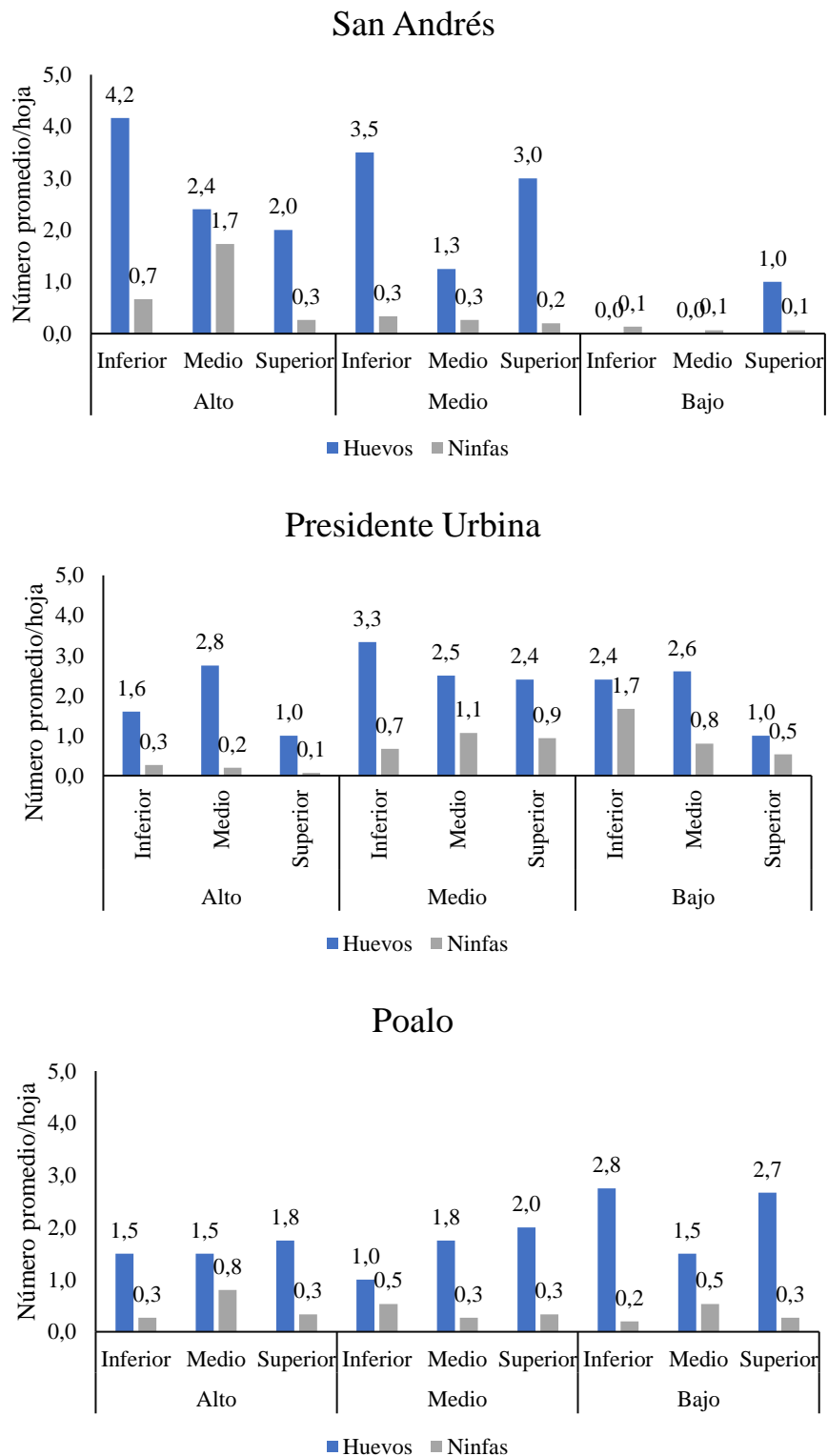
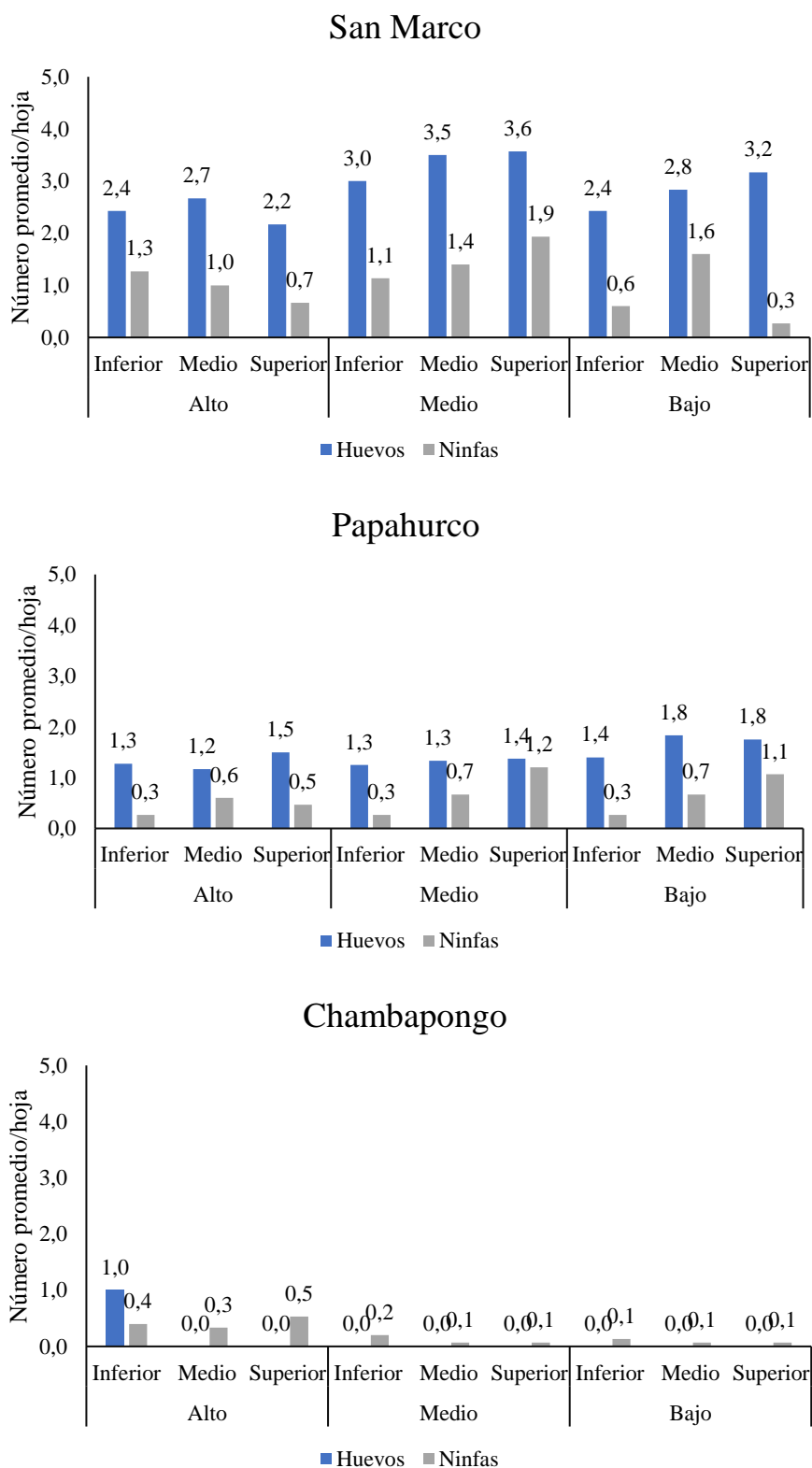


Figura 9. Distribución intraplanta de *B. cockerelli* en plantas de papa en localidades del cantón Píllaro





**Figura 10.** Distribución intraplanta de *B. cockerelli* en plantas de papa en localidades del cantón Píllaro

condiciones climáticas y a las condiciones bioecológicas de la plaga, entre otras. Con relación a este último factor, aunque Prager, Butler, et al. (2014) demostraron preferencia por el estrato inferior de la planta, esto había sido diferente al inicio de su estudio cuando la plaga se localizaba con preferencia en la zona alta de la planta, lo que sugiere que esta especie presenta un tipo aleatorio de distribución, lo cual dificulta el establecimiento del muestreo para fines de control.

Similar a nuestros resultados, Crespo-Herrera et al. (2012) también observaron diferentes patrones de disposición espacial dentro de una misma localidad, por lo que sugiere se realicen más estudios que permitan determinar si esta variabilidad en los patrones de disposición es un rasgo de la bioecología de *B. cockerelli* o si pudiera ser debido al tamaño de muestra usado durante el estudio o a las densidades encontradas en el campo, puesto que en caso de bajas densidades de plaga, la varianza tiende a igualar a la media, lo cual denotaría un patrón de distribución pseudoaleatorio.

De acuerdo con estudios recientes, la abundancia de *B. cockerelli* ha mostrado tener una relación directa con la temperatura. Djaman et al. (2020) demostraron que las poblaciones del psílido de la papa aumentó cuando la temperatura promedio del aire era mayor a 19 °C durante ambas temporadas de cultivo y su abundancia mostró una mejor relación con la unidad térmica acumulada que con la temperatura promedio del aire. De manera similar, Antolínez et al. (2019) también demostraron que esta especie plaga empieza a incrementar sus poblaciones en plantaciones de papa cuando la temperatura promedio del aire es superior a 15 °C y muestra sus picos poblacionales cuando la temperatura del aire fluctúa alrededor de los 25 °C en España.

Basados en el efecto de la temperatura del ambiente sobre la densidad de la plaga, es necesario realizar monitoreos continuos en las diferentes localidades donde ha sido detectada *B. cockerelli* de manera de continuar evaluando el efecto tanto de los factores abióticos como de los factores bióticos sobre su distribución y variaciones poblacionales en la zona de manera de establecer medidas de control eficientes de la plaga.

## 5. CAPÍTULO V

### 5.1. Conclusiones

El ciclo biológico de *B. cockerelli* en papa variedad Super Chola duró 22,93 días en promedio, con la mayor tasa de mortalidad durante la fase de huevo, mientras que las fases de ninfa, la tasa de mortalidad fue baja.

Con relación a la distribución geográfica, en la provincia de Tungurahua, la plaga fue detectada en los cantones Ambato y Píllaro, en los cuales el psílido de la papa fue encontrado en 7 de 14 localidades muestreadas, lo que representa el 50,0 % de las zonas consideradas en el muestreo. En el caso del cantón Salcedo (Cotopaxi), fue encontrada en tres de las cinco localidades de muestreo, representando un 60% de casos positivos para la presencia de la plaga.

Con relación a la distribución intraplanta, similar a otros estudios se observó amplia variabilidad en la distribución espacial en los diferentes estratos de la planta (superior, medio e inferior), lo cual sugiere que la plaga no muestra preferencia para seleccionar el sustrato para la oviposición y que la ninfa es capaz de alimentarse de cualquier hoja, independiente de su madurez. Sin embargo, si se observó preferencia por ovipositar y alimentarse en la superficie abaxial de la hoja, lo cual debería ser considerado al momento de aplicar alguna medida de control químico.

## 5.2. Recomendaciones

Los resultados obtenidos en la presente investigación sientan las bases de los estudios bioecológicos de *B. cockerelli* en la región, sin embargo, se sugiere realizar estudios similares considerando la evaluación del ciclo biológico en diferentes variedades de papa, tanto de valor comercial como aquellas variedades nativas, de manera de determinar el potencial de estas variedades para servir como hospederos de la plaga.

Así mismo, se deberían realizar monitoreos continuos en las zonas donde fue detectada la presencia de la plaga para determinar los picos poblacionales en función de las variaciones de temperatura a lo largo del año, con el fin de establecer programas de manejo de la plaga. Adicionalmente, es necesario hacer supervisiones continuas en las zonas donde aún no ha sido detectada con el fin de evaluar el progreso de esta plaga en su dispersión en la provincia.

Simultáneamente a los estudios sobre las fluctuaciones poblacionales referidos en el aparte anterior, es recomendable evaluar la posible introducción de enemigos naturales (parasitoides y/o depredadores) junto con la plaga o, a su vez, la existencia de posibles agentes de biocontrol nativos que pudieran ser usados en futuros programas de manejo de esta plaga.

Por último, se recomienda diseñar estudios para identificar las especies de planta que pudieran servir como hospederas alternativas a la planta y además las fuentes de resistencia varietal en las especies de plantas ya identificadas como hospederas principales de la plaga.

## Bibliografía

- Abdullah, N. M. M. 2008. Life History of the Potato Psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) in Controlled Environment Agriculture in Arizona. *African Journal of Agricultural Research* 3(1):060–067.
- Antolínez, Moreno, Ontiveros, Pla, Plaza, Sanjuan, Palomo, Sjölund, Sumner-Kalkun, Arnsdorf, Jeffries, Ouvrard, and Fereres. 2019. Seasonal Abundance of Psyllid Species on Carrots and Potato Crops in Spain. *Insects* 10(9):287.
- Butler, Casey D., and John T. Trumble. 2012. The Potato Psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): Life History, Relationship to Plant Diseases, and Management Strategies. *Terrestrial Arthropod Reviews* 5(2):87–111.
- CABI. 2020. *Bactericera cockerelli* (Tomato/Potato Psyllid). *Invasive Species Compendium*. Retrieved (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/45643>).
- Castillo Carrillo, Carmen, Zhen Fu, and Daniel Burckhardt. 2019. First Record of the Tomato Potato Psyllid *Bactericera cockerelli* from South America. *Bulletin of Insectology* 72(1):85–91.
- Crespo-Herrera, Leonardo A., Jorge Vera-Graziano, Hiram Bravo-Mojica, José López-Collado, Roberto Reyna-Robles, Aureliano Peña-Lomelí, Víctor Manuel-Pinto, and Ramón Garza-García. 2012. Distribución Espacial de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) En Tomate de Cáscara (*Physalis Ixocarpa* (Brot.)). *Agrociencia* 46(3):289–98.
- Delgado-Ortiz, Juan Carlos, Mariana Beltrán-Beache, Ernesto Cerna-Chávez, Luis Alberto Aguirre-Urbe, Jerónimo Landero-Flores, Yolanda Rodríguez-Pagaza, and Yisa María Ochoa-Fuentes. 2019. *Candidatus Liberibacter Solanacearum* Patógeno Vascular de Solanáceas: Diagnóstico y Control. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas* 22:1–12.
- Djaman, Ko, Charles Higgins, Shantel Begay, Komlan Koudahe, Samuel Allen, Kevin Lombard, and Michael O. Neill. 2020. Seasonal Occurrence of Potato

Psyllid (*Bactericera cockerelli*) and Risk of Zebra Chip Pathogen (*Candidatus Liberibacter Solanacearum*) in Northwestern New Mexico. *Insects* 11(3):1–13.

EPPO. 2013. *Bactericera Cockerelli*. Vol. 43.

FAO. 2019. Presencia de *Bactericera cockerelli* En Ecuador. Retrieved (<https://www.ippc.int/es/countries/ecuador/pestreports/2019/03/presencia-de-bactericera-cockerelli-en-ecuador/>).

FAO. 2020. Datos de Cultivos. *FAOSTAT*. Retrieved (<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>).

Garzón Tiznado, José, Oralia Cárdenas Valenzuela, Rafael Bujanos Muñiz, Antonio Marín Jarillo, Alicia Becerra Flora, Sixto Velarde Félix, Cuauhtémoc Reyes Moreno, Mario González Chavira, and José Martínez Carrillo. 2009. Asociación de Hemiptera: Triozidae Con La Enfermedad `permanente Del Tomate´ En México. *Agricultura Técnica En México* 35(1):58–69.

Hernández-Sampieri, R., C. Fernández-Collado, and P. Baptista-Lucio. 2014. *Metodología de La Investigación*. Sexta. Ciudad de México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

INEC. 2020. *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019*.

Liefting, L. W., P. W. Sutherland, L. I. Ward, K. L. Paice, B. S. Weir, and G. R. G. Clover. 2009. A New ‘*Candidatus Liberibacter*’ Species Associated with Diseases of Solanaceous Crops. *Plant Disease* 93:208–14.

M. Loiseau, S. Garnier, V. Boirin, M. Merieau, A. Leguay, I. Renaudin, J.-P. Renvoisé, and P. Gentit. 2014. First Report of ‘*Candidatus Liberibacter Solanacearum*’ in Carrot in France. *Plant Disease* 98(6):839–839.

Melgoza Villagómez, Claudia María, Claudia Del Rosario León Sicairos, José Ángel López Valenzuela, Luis Alberto Hernández Espinal, Sixto Velarde

- Félix, and José Antonio Garzón Tiznado. 2018. “Presencia de *Candidatus Liberibacter Solanacearum* En *Bactericera cockerelli* Sulc Asociada Con Enfermedades En Tomate, Chile y Papa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9(3):499–509.
- Moreau, J., E. Desouhant, P. Louâpre, M. Goubault, E. Rajon, A. Jarrige, F. Menu, and D. Thiéry. 2017. How Host Plant and Fluctuating Environments Affect Insect Reproductive Strategies? *Advances in Botanical Research* 81:259–87.
- Munyaneza, J. E., V. G. Sengoda, J. M. Crosslin, J. A. Garzón, and O. G. Cárdenas. 2009. First Report of *Candidatus Liberibacter solanacearum* in Pepper Plants in México. *Plant Disease* 93(10):1076.
- Munyaneza, Joseph E., and Donald C. Henne. 2013. *Leafhopper and Psyllid Pests of Potato*. Elsevier Inc.
- Olaniyan, Oluwashola, Neus Rodríguez-Gasol, Nathalie Cayla, Eleonor Michaud, and Steve D. Wratten. 2020. *Bactericera cockerelli* (Sulc), a Potential Threat to China’s Potato Industry. *Journal of Integrative Agriculture* 19(2):338–49.
- Prager, Sean M., Casey D. Butler, and John T. Trumble. 2014. “A Binomial Sequential Sampling Plan for *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) in *Solanum lycopersicum* (Solanales: Solanaceae). *Journal of Economic Entomology* 107(2):838–45.
- Prager, Sean M., and John T. Trumble. 2018. *Psyllids: Biology, Ecology, and Management*. Elsevier Inc.
- Tahzima, R., M. Maes, E. H. Achbani, K. D. Swisher, J. E. Munyaneza, and K. de Jonghe. 2014. First Report of ‘*Candidatus Liberibacter Solanacearum*’ on Carrot in Africa. *Plant Disease* 90(10):1426-.
- Teresani, Gabriela R., Edson Bertolini, Ana Alfaro-Fernández, Carmen Martínez, Francisco André Ossamu Tanaka, Elliot W. Kitajima, Montserrat Roselló, Susana Sanjuán, Juan Carlos Ferrándiz, María M. López, Mariano Cambra, and María Isabel Font. 2014. Association of ‘*Candidatus Liberibacter*

*solanacearum*' with a Vegetative Disorder of Celery in Spain and Development of a Real-Time Pcr Method for Its Detection. *Phytopathology* 104(8):804–11.

Tran, L. T., S. P. Worner, R. J. Hale, and D. A. J. Teulon. 2012. Estimating Development Rate and Thermal Requirements of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) Reared on Potato and Tomato By Using Linear and Nonlinear Models. *Environmental Entomology* 41(5):1190–98.

Yang, Xiang-Bing, and Tong-Xian Liu. 2009. Life History and Life Tables of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae ) on Eggplant and Bell Pepper. *Environmental Entomology* 38(6):1661–67.

Yang, Xiang-Bing, Yong-Mei Zhang, Lei Hua, and Tong-Xian Liu. 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):1729–34.



## Anexos

### Análisis por localidad

#### Salcedo

Statistix 9.0  
22/06/2020, 13:16:57

##### Completely Randomized AOV for Huevos

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	104.538	52.2691	30.50	0.0000
Error	402	688.830	1.7135		
Total	404	793.368			

Grand Mean 0.6395      CV 204.69

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	13.2	0.0000
O'Brien's Test	13.1	0.0000
Brown and Forsythe Test	30.5	0.0000

##### Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2.0	55.85	0.0000
Error	182.4		

Component of variance for between groups      0.37449  
Effective cell size      135.0

Localidad	Mean
1	1.2593
2	0.6444
3	0.0148

Observations per Mean      135  
Standard Error of a Mean      0.1127  
Std Error (Diff of 2 Means)      0.1593

##### Completely Randomized AOV for Ninfa

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	43.244	21.6222	12.44	0.0000
Error	402	698.667	1.7380		
Total	404	741.911			

Grand Mean 0.6148      CV 214.43

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	4.78	0.0089
O'Brien's Test	4.74	0.0092
Brown and Forsythe Test	12.4	0.0000

##### Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2.0	16.22	0.0000
Error	222.4		

Component of variance for between groups 0.14729  
Effective cell size 135.0

Localidad	Mean
1	1.0074
2	0.6296
3	0.2074

Observations per Mean 135  
Standard Error of a Mean 0.1135  
Std Error (Diff of 2 Means) 0.1605

**Completely Randomized AOV for Huevosq**

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	5.4288	2.71438	34.82	0.0000
Error	402	31.3337	0.07794		
Total	404	36.7624			

Grand Mean 1.8838 CV 14.82

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	20.4	0.0000
O'Brien's Test	20.3	0.0000
Brown and Forsythe Test	34.8	0.0000

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Localidad	2.0	63.92	0.0000
Error	183.5		

Component of variance for between groups 0.01953  
Effective cell size 135.0

Localidad	Mean
1	2.0187
2	1.8967
3	1.7360

Observations per Mean 135  
Standard Error of a Mean 0.0240  
Std Error (Diff of 2 Means) 0.0340

**Completely Randomized AOV for Ninfasq**

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	2.2479	1.12397	13.81	0.0000
Error	402	32.7176	0.08139		
Total	404	34.9656			

Grand Mean 1.8784 CV 15.19

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	6.55	0.0016
O'Brien's Test	6.50	0.0017
Brown and Forsythe Test	13.8	0.0000

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Localidad	2.0	17.46	0.0000
Error	232.0		

Component of variance for between groups 7.723E-03  
 Effective cell size 135.0

**Localidad Mean**

1	1.9671
2	1.8834
3	1.7848

Observations per Mean 135  
 Standard Error of a Mean 0.0246  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0.0347

**Prueba de medias**

Statistix 9.0  
 22/06/2020, 13:15:47

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Huevos by Localidad**

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
1	1.2593	A
2	0.6444	B
3	0.0148	C

Alpha 0.01 Standard Error for Comparison 0.1593  
 Critical Q Value 4.133 Critical Value for Comparison 0.4656  
 All 3 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Ninfa by Localidad**

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
1	1.0074	A
2	0.6296	AB
3	0.2074	B

Alpha 0.01 Standard Error for Comparison 0.1605  
 Critical Q Value 4.133 Critical Value for Comparison 0.4689  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Huevosq by Localidad**

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
1	2.0187	A
2	1.8967	B
3	1.7360	C

Alpha 0.01 Standard Error for Comparison 0.0340  
 Critical Q Value 4.133 Critical Value for Comparison 0.0993  
 All 3 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Ninfasq by Localidad**

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
-----------	------	--------------------

1	1.9671	A
2	1.8834	AB
3	1.7848	B

Alpha 0.01 Standard Error for Comparison 0.0347  
 Critical Q Value 4.133 Critical Value for Comparison 0.1015  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

## Píllaro

### ANAVAR

Statistix 9.0  
 22/06/2020, 13:19:18

#### Completely Randomized AOV for Huevos

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	12.598	6.29877	3.61	0.0278
Error	402	700.504	1.74255		
Total	404	713.101			

Grand Mean 0.5728 CV 230.44

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		2.66	0.0711
O'Brien's Test		2.64	0.0725
Brown and Forsythe Test		3.61	0.0278

#### Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2.0	3.00	0.0517
Error	254.4		

Component of variance for between groups 0.03375  
 Effective cell size 135.0

Localidad	Mean
1	0.4519
2	0.8222
3	0.4444

Observations per Mean 135  
 Standard Error of a Mean 0.1136  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0.1607

#### Completely Randomized AOV for Ninfa

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	9.664	4.83210	2.89	0.0565
Error	402	671.363	1.67006		
Total	404	681.027			

Grand Mean 0.4765 CV 271.18

<b>Homogeneity of Variances</b>			<b>F</b>	<b>P</b>
Levene's Test			1.15	0.3164
O'Brien's Test			1.15	0.3192
Brown and Forsythe Test			2.89	0.0565

**Welch's Test for Mean Differences**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Localidad	2.0	2.16	0.1181
Error	244.2		

Component of variance for between groups 0.02342  
 Effective cell size 135.0

**Localidad Mean**

1	0.3259
2	0.6889
3	0.4148

Observations per Mean 135  
 Standard Error of a Mean 0.1112  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0.1573

**Completely Randomized AOV for Huevosq**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Localidad	2	0.6476	0.32380	3.80	0.0231
Error	402	34.2126	0.08511		
Total	404	34.8602			

Grand Mean 1.8673 CV 15.62

<b>Homogeneity of Variances</b>			<b>F</b>	<b>P</b>
Levene's Test			2.72	0.0670
O'Brien's Test			2.70	0.0684
Brown and Forsythe Test			3.80	0.0231

**Welch's Test for Mean Differences**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Localidad	2.0	3.10	0.0467
Error	259.7		

Component of variance for between groups 1.768E-03  
 Effective cell size 135.0

**Localidad Mean**

1	1.8358
2	1.9237
3	1.8423

Observations per Mean 135  
 Standard Error of a Mean 0.0251  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0.0355

**Completely Randomized AOV for Ninfasq**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Localidad	2	0.4716	0.23580	3.21	0.0415
Error	402	29.5517	0.07351		
Total	404	30.0233			

Grand Mean 1.8446 CV 14.70

<b>Homogeneity of Variances</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Levene's Test	2.00	0.1372
O'Brien's Test	1.98	0.1393
Brown and Forsythe Test	3.21	0.0415

**Welch's Test for Mean Differences**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Localidad	2.0	2.54	0.0807
Error	256.8		

Component of variance for between groups 1.202E-03  
Effective cell size 135.0

<b>Localidad</b>	<b>Mean</b>
1	1.8069
2	1.8895
3	1.8373

Observations per Mean 135  
Standard Error of a Mean 0.0233  
Std Error (Diff of 2 Means) 0.0330

## Prueba de medias

Statistix 9.0  
22/06/2020, 13:20:32

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Huevos by Localidad

<b>Localidad</b>	<b>Mean</b>	<b>Homogeneous Groups</b>
2	0.8222	A
1	0.4519	AB
3	0.4444	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.1607  
Critical Q Value 3.314 Critical Value for Comparison 0.3765  
There are 2 groups (A and B) in which the means  
are not significantly different from one another.

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Ninfa by Localidad

<b>Localidad</b>	<b>Mean</b>	<b>Homogeneous Groups</b>
2	0.6889	A
3	0.4148	A
1	0.3259	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.1573  
Critical Q Value 3.314 Critical Value for Comparison 0.3686  
There are no significant pairwise differences among the means.

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Huevosq by Localidad

<b>Localidad</b>	<b>Mean</b>	<b>Homogeneous Groups</b>
2	1.9237	A
3	1.8423	AB
1	1.8358	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0355  
 Critical Q Value 3.314 Critical Value for Comparison 0.0832  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Ninfasq by Localidad**

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
2	1.8895	A
3	1.8373	AB
1	1.8069	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0330  
 Critical Q Value 3.314 Critical Value for Comparison 0.0773  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

## Ambato

## ANAVAR

Statistix 9.0  
 22/06/2020, 13:21:43

**Completely Randomized AOV for Huevos**

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	3	73.90	24.6340	5.31	0.0013
Error	536	2484.65	4.6355		
Total	539	2558.55			

Grand Mean 1.5907 CV 135.35

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	3.51	0.0151
O'Brien's Test	3.49	0.0156
Brown and Forsythe Test	4.76	0.0028

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Localidad	3.0	7.54	0.0001
Error	294.5		

Component of variance for between groups 0.14814  
 Effective cell size 135.0

Localidad	Mean
1	1.7111
2	1.7333
3	0.9704
5	1.9481

Observations per Mean 135  
 Standard Error of a Mean 0.1853  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0.2621

**Completely Randomized AOV for Ninfa**

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	3	92.40	30.8000	14.76	0.0000
Error	536	1118.86	2.0874		
Total	539	1211.26			

Grand Mean 1.0370      CV 139.32

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		1.16	0.3242
O'Brien's Test		1.15	0.3276
Brown and Forsythe Test		10.1	0.0000

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Localidad	3.0	15.56	0.0000
Error	296.5		

Component of variance for between groups      0.21269  
Effective cell size      135.0

Localidad	Mean
1	0.5185
2	0.7630
3	1.3185
5	1.5481

Observations per Mean      135  
Standard Error of a Mean      0.1243  
Std Error (Diff of 2 Means)      0.1759

**Completely Randomized AOV for Huevosq**

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	3	3.782	1.26057	6.23	0.0004
Error	536	108.448	0.20233		
Total	539	112.229			

Grand Mean 2.0935      CV 21.49

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		4.04	0.0074
O'Brien's Test		4.01	0.0077
Brown and Forsythe Test		5.21	0.0015

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Localidad	3.0	8.07	0.0000
Error	295.7		

Component of variance for between groups      7.839E-03  
Effective cell size      135.0

Localidad	Mean
1	2.1020
2	2.1320
3	1.9575
5	2.1827

Observations per Mean      135  
Standard Error of a Mean      0.0387



Std Error (Diff of 2 Means) 0.0547

#### Completely Randomized AOV for Ninfasq

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	3	5.4436	1.81452	17.29	0.0000
Error	536	56.2415	0.10493		
Total	539	61.6850			

Grand Mean 1.9806 CV 16.35

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	1.53	0.2047
O'Brien's Test	1.52	0.2077
Brown and Forsythe Test	11.6	0.0000

#### Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	3.0	18.21	0.0000
Error	296.6		

Component of variance for between groups 0.01266  
Effective cell size 135.0

#### Localidad Mean

1	1.8547
2	1.9148
3	2.0469
5	2.1061

Observations per Mean 135  
Standard Error of a Mean 0.0279  
Std Error (Diff of 2 Means) 0.0394

## Prueba de medias

Statistix 9.0  
22/06/2020, 13:22:24

#### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Huevos by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
5	1.9481	A
2	1.7333	AB
1	1.7111	AB
3	0.9704	B

Alpha 0.01 Standard Error for Comparison 0.2621  
Critical Q Value 4.419 Critical Value for Comparison 0.8189  
There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

#### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Ninfa by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
5	1.5481	A
3	1.3185	A
2	0.7630	B
1	0.5185	B

Alpha 0.01 Standard Error for Comparison 0.1759  
 Critical Q Value 4.419 Critical Value for Comparison 0.5495  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Huevosq by Localidad**

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
5	2.1827	A
2	2.1320	A
1	2.1020	AB
3	1.9575	B

Alpha 0.01 Standard Error for Comparison 0.0547  
 Critical Q Value 4.419 Critical Value for Comparison 0.1711  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Ninfasq by Localidad**

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
5	2.1061	A
3	2.0469	A
2	1.9148	B
1	1.8547	B

Alpha 0.01 Standard Error for Comparison 0.0394  
 Critical Q Value 4.419 Critical Value for Comparison 0.1232  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.