



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

TEMA:

EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE AFECTACIÓN CAUSADOS POR (*Bactericera cockerelli*) COMO AGENTE TRANSMISOR DE LA PUNTA MORADA, EN LAS VARIEDADES DE PAPA SÚPER CHOLA, CAPIRO Y ÚNICA, CULTIVADAS EN EL CANTÓN MONTÚFAR PROVINCIA DEL CARCHI.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGROPECUARIO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Gestión sostenible y aprovechamiento de recursos naturales.

Sublínea: Desarrollo y Sostenibilidad

AUTOR: Cristian Geovanny Quespaz Hurtado

ASESOR: PhD. Diego León

Ibarra 23 de marzo de 2022

Ibarra, junio de 2022

Ph.D. Diego León

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



(f)

PhD. Diego León

C.C.: 1711668895

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL


El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):



(f)

PhD. Diego Manuel León Tapia

C.C.: 1711668895



(f).....

MSc. Edwin Fernando del Pozo Villacís

C.C.: 1001756566



(f)

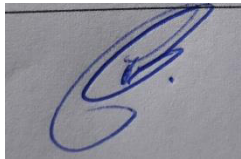
MSc. Maritza de los Ángeles Mier Quiroz

C.C.: 1002878286

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo CRISTIAN GEOVANNY QUESPAZ HURTADO, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 15 de junio de 2022

A square image showing a handwritten signature in blue ink on a light-colored surface. The signature is stylized and appears to be the name 'C. Quespaz Hurtado'.

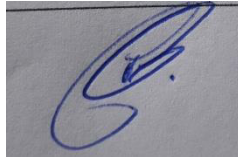
f):

CRISTIAN GEOVANNY QUESPAZ HURTADO

C.C.: 0402049092

AUTORÍA

Yo, CRISTIAN GEOVANNY QUESPAZ HURTADO, portador de la cédula de ciudadanía N° 0402049092, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is stylized and appears to be the initials 'C.G.' followed by a flourish.

f):

CRISTIAN GEOVANNY QUESPAZ HURTADO

C.C.: 0402049092

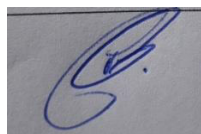
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, CRISTIAN GEOVANNY QUESPAZ HURTADO, con C.C.: 0402049092, autor del trabajo de grado intitulado: EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE AFECTACIÓN CAUSADOS POR (*Bactericera cockerelli*) COMO AGENTE TRANSMISOR DE LA PUNTA MORADA, EN LAS VARIEDADES DE PAPA SÚPER CHOLA, CAPIRO Y ÚNICA, CULTIVADAS EN EL CANTÓN MONTÚFAR PROVINCIA DEL CARCHI, previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Agropecuaria/Ambiental/Zootecnia, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 15 de junio de 2022



f):

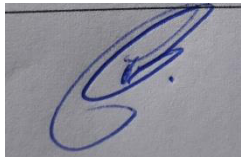
CRISTIAN GEOVANNY QUESPAZ HURTADO

C.C.: 0402049092

**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA
ELABORACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE AFECTACIÓN CAUSADOS POR (*Bactericera cockerelli*) COMO AGENTE TRANSMISOR DE LA PUNTA MORADA, EN LAS VARIEDADES DE PAPA SÚPER CHOLA, CAPIRO Y ÚNICA, CULTIVADAS EN EL CANTÓN MONTÚFAR PROVINCIA DEL CARCHI, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 15 de Junio de 2022

Para constancia firma:



f):

CRISTIAN GEOVANNY QUESPAZ HURTADO

Estudiante que ejecuta el trabajo de Titulación

C.C/ Pasaporte: 0402049092

Carrera: Ingeniería Agropecuaria

Ibarra, 15 de Junio de 2022

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y el privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme en la vida, por guiarme a lo largo de este proceso, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Jeny y Ramiro, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a los docentes de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, al Ph.D. Diego León tutor de nuestro proyecto de investigación quien me ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

Agradezco de igual manera a mis compañeros de aula Julio, Jorge, Galo, Cristian, Alexander por ser unos excelentes compañeros de empeño y de colaboración.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	20
INTRODUCCIÓN	20
CAPÍTULO II	22
OBJETIVOS	22
2.1. Objetivo general	22
2.2. Objetivos específicos	22
2.3. Hipótesis	23
CAPÍTULO III.....	24
ESTADO DEL ARTE.....	24
3.1. Papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	24
3.1.1. Principales Zonas Productoras	24
3.1.2. Productividad	24
3.1.3. Morfología de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	25
3.1.4. Variedades de papa.....	26
3.1.5. Principales Plagas.....	26
3.2. Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>).....	27
3.2.1. Taxonomía (<i>Bactericera cockerelli</i>)	27
3.2.2. Ciclo biológico	27
3.2.3. Síntomas	32
3.2.4. Distribución.....	32
3.3. Punta morada de la papa (PMP)	34

3.3.1. Taxonómica de la Punta Morada (<i>Candidatus Phytoplasma aurantifolia</i>).....	34
3.3.2. Agente causal	35
3.3.3. Síntomas	35
3.3.4. Distribución.....	38
CAPÍTULO IV	39
MATERIALES Y MÉTODOS	39
4.1. Materiales	39
4.2. Métodos	39
4.2.1 Muestreo.....	39
4.3 Variables.....	43
4.3.1. Incidencia de <i>Bactericera cockerelli</i> y Punta Morada de la papa.	43
4.3.2. Severidad, de <i>Bactericera cockerelli</i> y Punta Morada de la papa.....	45
4.4. Datos Climáticos	49
4.5. Análisis Estadístico	49
4.6. Mapas	50
4.7. Área de Estudio	50
CAPÍTULO V	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
5.1. Incidencia de <i>Bactericera cockerelli</i> en las parroquias del Cantón Montúfar.	53
5.2. Mapa de Incidencia de <i>Bactericera cockerelli</i> en el cantón Montúfar.....	56
5.3. Incidencia de Punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias del cantón Montúfar.	57
5.4. Mapa de Incidencia de Punta Morada de la papa (PMP)	59
5.5. Severidad de <i>Bactericera cockerelli</i> en las parroquias del cantón Montúfar.....	60

5.6. Mapa de severidad de <i>Bactericera cockerelli</i> en el cantón Montúfar.	67
5.7. Severidad de Punta Morada de la papa en las parroquias del cantón Montúfar.	68
5.8. Mapa de Severidad de Punta Morada de la papa (PMP)	71
CAPÍTULO VI	73
CONCLUSIONES	73
CAPÍTULO VII	75
RECOMENDACIONES	75
CAPÍTULO VIII	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación taxonómica de (<i>Bactericera cockerelli</i>).	27
Tabla 2	Duración del ciclo biológico de (<i>Bactericera cockerelli</i>).	31
Tabla 3	Clasificación taxonómica de (<i>Candidatus Phytoplasma aurantifolia</i>) ...	34
Tabla 4	Niveles de afectación y síntomas de la Punta Morada de la papa.	37
Tabla 5	Materiales y equipos.....	39
Tabla 6	Tamaño de muestra por parroquias en el cantón Montúfar.	40
Tabla 7	Ubicación geográfica de las parroquias del cantón Montúfar	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Morfología de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	25
Figura 2.	Sistema aéreo y subterráneo de la papa con sus respectivas funciones.	26
Figura 3.	Ciclo biológico de (<i>Bactericera cockerelli</i>).....	28
Figura 4.	Huevos de <i>Bactericera cockerelli</i>	28
Figura 5.	Estadios Ninfales de <i>Bactericera cockerelli</i>	30
Figura 6.	Insecto adulto de <i>Bactericera cockerelli</i> ; a) Adulto hembra, b) Adulto macho.....	31
Figura 7.	Dimorfismo sexual de <i>Bactericera cockerelli</i> , a) Segmento abdominal adulto hembra, b) Segmento abdominal adulto macho.....	31
Figura 8.	Hojas de papa con síntomas de ataque de <i>Bactericera cockerelli</i>	32
Figura 9.	Distribución de <i>Bactericera cockerelli</i>	33
Figura 10.	Distribución de Punta Morada de la papa en Ecuador	38
Figura 11.	Visualización de síntomas de (<i>Bactericera cockerelli</i>) y PMP en el lote seleccionado.....	42
Figura 12.	Inspección del follaje (Muestreo en zig zag) para visualizar adultos, ninfas y huevecillos de (<i>Bactericera cockerelli</i>) y sintomatología de Punta Morada de la papa (PMP)	42
Figura 13.	Presencia de síntomas en plantas de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) afectadas por (<i>Bactericera cockerelli</i>) y Punta Morada de la papa.	43
Figura 14.	Cuantificación de (<i>Bactericera cockerelli</i>) adultos, ninfas, oviposturas y verificación de los síntomas de punta morada de la papa (PMP) en los tercios de la planta de papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	48

Figura 15. Mini microscopio portátil 1000x para la cuantificación de ninfas y huevos de (<i>Bactericera cockerelli</i>) en papa (<i>Solanum tuberosum</i>).	48
Figura 16. Temperatura y precipitaciones de los meses Junio, Julio y Agosto, meses en los que se realizó el muestreo..	49
Figura 17. Ubicación del sitio experimental.....	51
Figura 18. Incidencia de <i>Bactericera cockerelli</i> en las parroquias del Cantón Montúfar.....	53
Figura 19. Representación porcentual de los resultados de Incidencia de (<i>Bactericera cockerelli</i>) en las parroquias del cantón Montúfar.	55
Figura 20. Mapa de Incidencia de <i>Bactericera cockerelli</i> en el cantón Montúfar.	56
Figura 21. Incidencia promedio de Punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias del cantón Montúfar.	57
Figura 22. Representación porcentual de los resultados de Incidencia de Punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias del cantón Montúfar	58
Figura 23. Mapa de Incidencia de Punta Morada de la papa (PMP).....	59
Figura 24. Severidad de <i>Bactericera cockerelli</i> en las parroquias del cantón Montúfar.....	60
Figura 25. Umbral de daño de (<i>Bactericera cockerelli</i>) en papa (<i>Solanum tuberosum</i>) en las parroquias del cantón Montúfar.....	62
Figura 26. Porcentajes de muestras de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) afectadas por adultos, huevos y ninfas de (<i>Bactericera cockerelli</i>) en las parroquias del Cantón Montúfar.....	64
Figura 27. Representación porcentual de los resultados de Severidad de (<i>Bactericera cockerelli</i>) en las parroquias del cantón Montúfar.	66
Figura 28. Mapa de severidad de <i>Bactericera cockerelli</i> en el cantón Montúfar. .	67

Figura 29. Severidad de Punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias del cantón Montúfar.....	68
Figura 30. Porcentaje de muestras de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) que presentaron Punta Morada de la Papa.	69
Figura 31. Representación porcentual de valores de Incidencia y Severidad de Punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias del cantón Montúfar	70
Figura 32. Mapa de Severidad de Punta Morada de la papa (PMP).....	71
Figura 33. Mapa de puntos de muestreo de <i>Bactericera cockerelli</i> y Punta Morada de la papa (PMP) en el cantón Montúfar	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Estadística descriptiva de los resultados de incidencia y severidad de <i>Bactericera cockerelli</i> y Punta Morada de la papa (PMP).	85
Anexo 2	Base de datos, cálculo de incidencia y severidad de <i>Bactericera cockerelli</i> y Punta Morada de la papa.....	91
Anexo 3	Insecto adulto de <i>Bactericera cockerelli</i>	91
Anexo 4	Ninfas de <i>Bactericera cockerelli</i>	92
Anexo 5	Huevos de <i>Bactericera cockerelli</i>	93
Anexo 6	Cultivo afectado que presenta síntomas de Punta Morada de la papa.....	94
Anexo 7	Ninfas de <i>Bactericera cockerelli</i> en papa.....	94
Anexo 8	Síntomas de Punta Morada de la papa.....	95
Anexo 9	Planta con nivel de afectación 5 de Punta Morada de la papa.....	96

RESUMEN

La paratrioza *Bactericera cockerelli* también conocido como el pulgón saltador es considerado como el principal vector de la enfermedad de la Punta Morada de la papa (PMP) provocando pérdidas de productividad en zonas donde existen cultivos de papa *Solanum tuberosum*. Dado que este vector ha sido reportado en los últimos años en el país, en el presente estudio se evaluó la importancia y distribución del vector *Bactericera cockerelli*, así como también de la Punta Morada de la papa (PMP) en el Cantón Montúfar específicamente en las parroquias de Fernández Salvador, Chitan de Navarrete, Cristóbal Colón, La Paz, San Gabriel y Piartal pertenecientes a la provincia del Carchi. Para el muestreo se procedió a recorrer las distintas parroquias mencionadas localizando cultivos de papa que se encontraban en la etapa fenológica de inicio de tuberización y de maduración para verificar la presencia de los síntomas de Punta Morada de la papa (PMP), posteriormente se tomó una planta afectada y se realizó el respectivo conteo de huevos, ninfas e insectos adultos de *Bactericera cockerelli* en las hojas infestadas de la planta afectada, en dicha muestra también se realizó el conteo de hojas que presentaban síntomas de Punta Morada de la papa así como también determinar en cual nivel de afectación de (PMP) se encontraba la planta. Las distintas poblaciones de los insectos vectores de *Bactericera cockerelli* que transmiten la Punta Morada de la papa (PMP) fueron observados en todas las parroquias del cantón Montúfar en donde también se verificó que la gran mayoría de cultivos presentaban incidencia y severidad de (PMP). De esta manera la parroquia San Gabriel presentó valores de incidencia en adultos de 0,8 % de huevos, 10,4% y de Ninfas 4,44%, aunque la parroquia que presentó valores altos de incidencia en adultos fue La Paz con 1,48 %, por su parte la parroquia Chitan de Navarrete presentó valores de incidencia de ninfas de 6,66%, la parroquia San Gabriel fue la zona donde se registraron los mayores datos de severidad los cuales fueron 7 Adultos por hoja, 16 huevos por hoja y 9 ninfas por hoja, en Incidencia de Punta Morada la parroquia más afectada fue Chitan de Navarrete con valores de Incidencia de hasta 100 % y la parroquia de Fernández Salvador fue la zona con valores de severidad altos registrando un 58,97 %.

Palabras clave: *Bactericera cockerelli*, Punta Morada de la papa, vector, fitoplasma, psílido

ABSTRACT

The paratrioza *Bactericera cockerelli*, also known as the jumping aphid, is considered to be the main vector of the potato Purple Tip disease (PMP), causing productivity losses in areas where there are *Solanum tuberosum* potato crops. Given that this vector has been reported in recent years in the country, in the present study the importance and distribution of the *Bactericera cockerelli* vector was evaluated, as well as the Punta Morada de la papa (PMP) in the Montúfar Canton, specifically in the parishes of Fernández Salvador, Chitan de Navarrete, Cristóbal Colón, La Paz, San Gabriel and Piartal belonging to the province of Carchi. For the sampling, we proceeded to go through the different parishes mentioned, locating potato crops that were in the phenological stage of the beginning of tuberization and maturation to verify the presence of the symptoms of Punta Morada de la papa (PMP). affected plant and the respective count of eggs, nymphs and adult insects of *Bactericera cockerelli* was carried out in the infested leaves of the affected plant, in said sample the count of leaves that presented symptoms of Punta Morada de la papa was also carried out, as well as determining in which level of affectation of (PMP) was the plant. The different populations of the insect vectors of *Bactericera cockerelli* that transmit Purple Tip of the potato (PMP) were observed in all the parishes of the Montúfar canton where it was also verified that the vast majority of crops had incidence and severity of (PMP). In this way, the San Gabriel parish presented incidence values in adults of 0.8% of eggs 10.4% and of Nymphs 4.44%, although the parish that presented high incidence values in adults was La Paz with 1.48 %, for its part, the Chitan de Navarrete parish presented nymphal incidence values of 6.66%, the San Gabriel parish was the area where the highest severity data was recorded, which were 7 Adults per leaf, 16 eggs per leaf and 9 nymphs per leaf, in Incidence of Punta Morada the most affected parish was Chitan de Navarrete with Incidence values of up to 100% and the parish of Fernández Salvador was the area with high severity values registering 58.97%.

Keywords: *Bactericera cockerelli*, Purple Tip of potato, vector, phytoplasma, psyllid

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, *Bactericera cockerelli*, ha sido una plaga que ha generado muchas pérdidas económicas en el sector papicultor de la provincia del Carchi, debido a que la papa *Solanum tuberosum* es su principal hospedero para su proliferación, esto ha generado una baja productividad, conjuntamente con altos costos de producción por hectárea para el productor, el psílido de la papa, pulgón saltador de la papa o paratrioza comúnmente llamado, es el principal vector de los síntomas de la punta morada de la papa PMP, la cual es generada por un fitoplasma que *Bactericera cockerelli* transmite al alimentarse del floema de la planta.

Los daños ocasionados por *Bactericera cockerelli* y la punta morada de la papa PMP son de mucha importancia económica para los productores de papa, como tal esta plaga genera pérdidas productivas y económicas entre el 50% y 100% del cultivo al desconocer tanto su procedencia, adaptabilidad y ciclo reproductivo (Bujanos y Ramos 2015).

La principal consecuencia del ataque de *Bactericera cockerelli*, y la punta morada de la papa PMP es cultivar variedades de papa susceptibles y vulnerables a cualquier tipo de enfermedad, es por eso que los productores de papa en el Carchi al desconocer esto, utilizan semillas infectadas con el fitoplasma, de manera que esta práctica, ejerce la propagación de los síntomas de la Punta Morada de la papa PMP, adicionalmente gastos muy altos en el control de dicha enfermedad que inútilmente son eficientes (Cooper et al., 2016).

Ante esta situación se añade también la utilización errónea del control químico por parte del productor al aplicar dosis altas de plaguicidas para el control del vector de la punta morada de la papa en los diferentes cultivos establecidos de papa de los diferentes cantones de la provincia del Carchi (Devaux et al., 2021).

Algo que se debe resaltar es que *Bactericera cockerelli* es un biotipo capaz de adaptarse a cualquier ambiente, es por esto que Diehl y Bush, (1984). mencionan que el fenotipo es el resultado de genotipo más ambiente al cual se adapta una plaga, por otro lado Martini et al.,

(2012) afirman que la distribución espacio – temporal de las ninfas de *Bactericera cockerelli* varía según las variedades de papa cultivadas.

Hay que mencionar que *Bactericera cockerelli* se reproduce en lugares donde las condiciones agroclimáticas son las adecuadas para su desarrollo como temperatura entre 12 °C y 22°C, en las zonas donde se cultivan papa y las condiciones agroclimáticas no son idóneas para el desarrollo de dicha plaga, pero que los síntomas de la punta morada PMP son notorios se debe a la utilización de semillas contaminadas con el fitoplasma que produce la punta morada de la papa dando lugar a una práctica agrícola incorrecta al no utilizar semillas certificadas (Thinakaran et al., 2017).

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar los diferentes niveles de agresión causados por *Bactericera cockerelli* en las principales variedades de papa, Súper Chola, Capiro y Única, cultivadas en el cantón Montufar provincia del Carchi.

2.2. Objetivos específicos

- Calcular incidencia y severidad de *Bactericera cockerelli* a través de los niveles de daño en las variedades de papa Súper Chola, Capiro y Única, cultivadas en el cantón Montúfar, relacionando con las variables climáticas de la zona.
- Determinar la variedad de papa más tolerante a la infestación de *Bactericera cockerelli* mediante el análisis de la densidad poblacional de ninfas sobre el cultivo.
- Identificar las zonas estratégicas donde existe fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* georreferenciando los sectores, mediante el software ArcGis.

2.3. Hipótesis

Ho: Las poblaciones de *Bactericera cockerelli* agente transmisor de la Punta Morada de la papa no afecta severamente a las principales variedades de papa cultivadas en las parroquias del cantón Montufar provincia del Carchi.

Ha: Las poblaciones de *Bactericera cockerelli* agente transmisor de la Punta Morada de la papa afecta severamente a las principales variedades de papa cultivadas en las parroquias del cantón Montufar provincia del Carchi.

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1. Papa (*Solanum tuberosum*)

3.1.1. Principales Zonas Productoras

La mayor diversidad de papa (*Solanum tuberosum*) perteneciente a la familia botánica Solanaceae es cultivada en la Región Andina de América del Sur (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Según Pumisacho y Sherwood (2002) en Ecuador las Zonas Norte, Centro y Sur del país son las que mayor rendimiento productivo tienen. La zona Norte que comprende la Provincia del Carchi, es el lugar que se caracteriza por generar el mayor rendimiento productivo de papa por hectárea a nivel nacional registrando un valor promedio de 21,7 t ha⁻¹, la provincia del Carchi ocupa el 25 % de la superficie nacional asignada para el cultivo de papa (15000 ha.), por lo cual dicha provincia produce el 40 % de la cosecha anual del país.

Durante el transcurso del año, las condiciones agroclimáticas son idénticas en los cuatro cantones más productores de papa los cuales son Tulcán, Montúfar, Espejo y Huaca, en donde las temperaturas fluctúan entre los 11,8°C y 12,1°C; con una ligera disminución en los meses de junio y agosto (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Del género *Solanum* se han registrado aproximadamente 2000 especies de las cuales 170 forman tubérculos, de los cuales solo 8 son especies comestibles y cultivables (Pumisacho y Sherwood, 2002).

3.1.2. Productividad

La papa *Solanum tuberosum* es una de las principales fuentes alimenticias en la dieta de la población, es el cuarto alimento esencial luego del maíz, trigo y cebada. El cultivo de papa

necesita de suelos francos y un pH de 5,5 a 6,5 para su mayor desarrollo y productividad estos suelos deben ser franco – arenoso, franco – arcilloso o franco – limoso las cuales son texturas encontradas en la Zona Norte que comprende la provincia del Carchi , también necesita condiciones agroclimáticas favorables como una temperatura que fluctúe entre los 10 °C y 18 °C y una pluviosidad de 1000 a 1200 mm, dichas condiciones están presentes en una altitud entre los 2700 a 3400 msnm (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Según MAG (2020) en el año 2019 se registró un rendimiento objetivo promedio de 16,28 t ha⁻¹ a nivel nacional, en donde las provincias de Pichincha, Carchi y Tungurahua fueron las que mayores rendimientos obtuvieron con 21,25; 28,84 y 17,93 t ha⁻¹ respectivamente, por su parte la provincia de Cotopaxi obtuvo el menor rendimiento el cual fue de 8,49 t ha⁻¹.

3.1.3. Morfología de la papa (*Solanum tuberosum*)

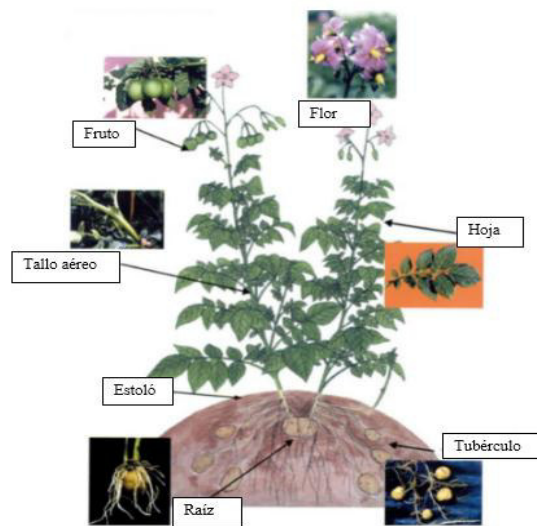


Figura 1. Morfología de la papa (*Solanum tuberosum*). Egúsquiza, 2000

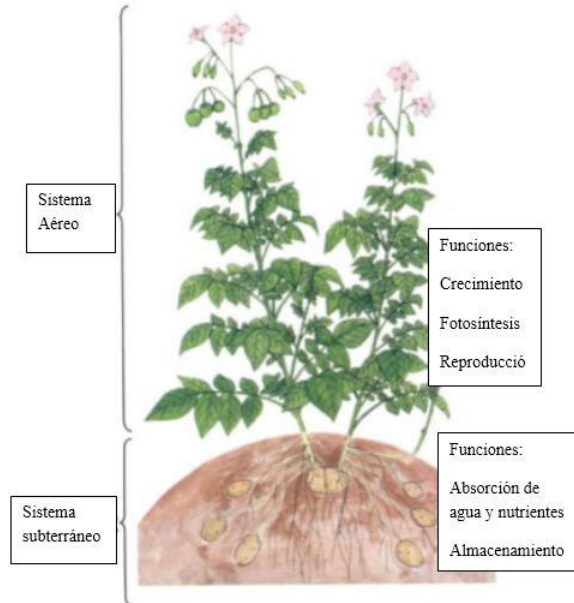


Figura 2. Sistema aéreo y subterráneo de la papa con sus respectivas funciones. Egúsquiza, 2000

3.1.4. Variedades de papa

Las principales variedades más cultivadas en la provincia del Carchi son:

Súper Chola, ICA Capiro, Única, estas variedades son las más cultivadas potencialmente en la provincia del Carchi, aunque también se cultivan variedades como Gabriela, Esperanza, Fripapa 99, margarita y Yema de huevo (Pumisacho y Sherwood, 2002).

3.1.5. Principales Plagas

Las principales plagas que afectan al cultivo de papa *Solanum tuberosum* son Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), Tizón temprano, Rizoctonia, Sarna polvorienta, Polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*), Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), Babosa (*Deroceras sp.*), Pulgón (*Aphis gossypii*), Pulguilla (*Epitrix spp.*) (Pérez y Forbes, 2011) (ICA,2011).

3.2. Paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

El pulgón saltador de la papa o paratrioza como comúnmente se denomina a esta plaga es la causante de cuantiosas pérdidas económicas de las diferentes producciones de solanáceas entre ellas la papa (*Solanum tuberosum*), debido a que es el agente causal de la Punta Morada de la papa (PMP) (Bujanos y Ramos, 2015).

3.2.1. Taxonomía (*Bactericera cockerelli*)

Tabla 1

Clasificación taxonómica de (Bactericera cockerelli).

Reino	Animalia
Filo	Artrópoda
Subphylum	Hexápoda
Clase	Insecta
Orden	Hemíptera
Suborden	Homóptera
Superfamilia	Psylloidea
Familia	Trizoidae
Género	Bactericera
Especie	Cockerelli

Adaptado de EPPO Base de datos global. (2022).

3.2.2. Ciclo biológico

El ciclo biológico que cumple *Bactericera cockerelli*, al ser una especie hemimetábola (ciclo de metamorfosis incompleta), presenta 5 estadios ninfales los cuales sobreviven en el envés de las hojas de la planta, provocando severos daños (Bujanos y Ramos, 2015).



Figura 3. Ciclo biológico de (*Bactericera cockerelli*). Vargas et al., 2014

Los estadios de *Bactericera cockerelli* son los siguientes:

Huevos

Los huevecillos presentan una forma ovoide, de color amarillo, estos presentan una estructura en la punta llamada filamento que les permite adherirse al envés de las hojas (Marín et al., 1995).



Figura 4. Huevos de *Bactericera cockerelli*. Por el autor.

Estadíos Ninfales

Los estadíos identificados en esta plaga son 5, se caracterizan por ser de forma oval con dorso aplanado, sus ojos son bien definidos y fáciles de identificar, en sus antenas poseen estructuras de forma circular que les permite cumplir funciones olfativas, en el contorno del cuerpo poseen distribuciones estructurales cilíndricas que contienen filamentos cerosos, los cuales forman una corona en la periferia corporal (Vargas et al., 2013).

Primer Estadío (N-1)

Posee un dorso aplanado ventralmente, y de forma ovoide, con presencia de cefalotórax, antenas debidamente segmentadas basales cortos, gruesos y poco diferenciados, sus ojos no son muy notorios y posee un estilete casi de la longitud corporal (Marín et al., 1995).

Segundo Estadío (N-2)

En este estadío se puede evidenciar las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen, en su zona bucal el clípeo, el estilete y el labio se encuentran claramente diferenciados, también los ojos son más visibles (Marín et al., 1995).

Tercer Estadío (N-3)

El tercer estadío se caracteriza por tener un dorso debidamente aplanado, con las divisiones corporales bien notorias como el segundo estadío con antenas en la cabeza que poseen tres placoides diferenciados con saetas sonoras (Marín et al., 1995).

Cuarto estadío (N-4)

En el penúltimo estadío de desarrollo de esta plaga las características más importantes son presencia de omatidias en los ojos, su tórax con patas segmentadas y un par de uñas visibles, con paquetes alares y una constricción más notoria entre abdomen y tórax (Marín et al., 1995).

Quinto estadio (N-5)

En el último estadio ninfal se caracteriza por tener cabeza, tórax y abdomen bien definidos, con presencia de antenas desarrolladas en su base con una reducción en la parte terminal, sus ojos idénticos al estadio anterior, así como también sus partes bucales (Marín et al., 1995).

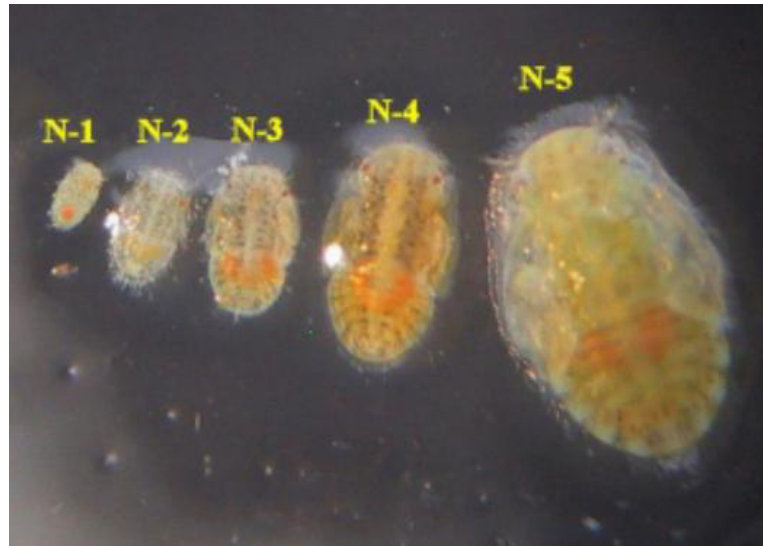


Figura 5. Estadios Ninfales de *Bactericera cockerelli* Vargas et al., 2014

Adulto

Al terminar los 5 estadios ninfales, este insecto presenta una coloración verde amarillenta, sus alas por lo general son blanca al momento de emerger, pero al transcurrir entre 3 ó 4 horas se vuelven transparentes, seguidamente el color de su cuerpo presenta una coloración ámbar a café para posteriormente entre los 7 y 10 días adquirir un color negro (Marín et al., 1995).

El dimorfismo sexual que presenta esta especie es el abdomen ya que las hembras presentan 5 segmentos visibles, más el segmento genital por lo que adquiere una forma cónica visto lateralmente, mientras que los machos poseen 6 segmentos visibles más el segmento genital, al realizar una observación de este insecto se puede distinguir las valvas genitales con

estructura en forma de pinzas que confiere la característica de diferenciación sexual en los machos (Marín et al., 1995).



Figura 6. Insecto adulto de *Bactericera cockerelli*; a) Adulto hembra, b) Adulto macho, Bujanos y Ramos, 2015

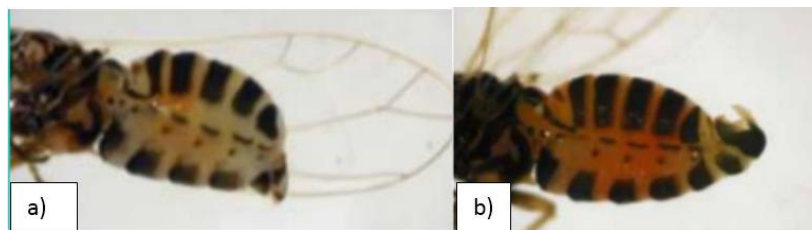


Figura 7. Dimorfismo sexual de *Bactericera cockerelli*, a) Segmento abdominal adulto hembra, b) Segmento abdominal adulto macho, Bujanos y Ramos, 2015

Tabla 2

Duración del ciclo biológico de (Bactericera cockerelli).

Estadio	Días
Huevo a Ninfa 1	5,5
Ninfa 1 a Ninfa 2	4,1
Ninfa 2 a Ninfa 3	3,6
Ninfa 3 a Ninfa 4	4,1
Ninfa 4 a Ninfa 5	3,6
Ninfa 5 a adulto	6,1
Total	27

Nota: Esta tabla indica los días que le toma a (*Bactericera cockerelli*) desarrollarse completamente tomando en cuenta que la temperatura para un desarrollo adecuado es entre 19°C y 23 °C.

Adaptado de Vega et al., 2016

Según Manobanda (2020) señala que el ciclo biológico de *Bactericera cockerelli* en papa de variedad Súper Chola dura 22,93 días en promedio con la mayor tasa de mortalidad durante la fase de huevo, mientras que en la fase de ninfa la mortalidad es baja.

3.2.3. Síntomas

Bactericera cockerelli se alimenta succionando la savia de las plantas, cuando esto sucede el insecto inyecta toxinas lo que provoca síntomas como enrollamiento de las hojas hacia arriba conjuntamente con hojas débiles y quebradizas tornándose una decoloración. El vigor de la planta se ve reducido notablemente por ataque de paratrioza. También se reduce la floración y el cuajado frutos, aumentando notablemente el aborto de frutos recién cuajados (INIAP, 2021).



Figura 8. Hojas de papa con síntomas de ataque de *Bactericera cockerelli*. Por el autor

3.2.4. Distribución

Bactericera cockerelli es endémica de Norteamérica y posiblemente de Centroamérica, pero en los últimos años ha presentado una gran distribución por todo el mundo, esto se puede corroborar con los distintos informes de *Bactericera cockerelli* en algunos lugares del mundo donde existe la presencia de dicho vector, en general es de mucha credibilidad que el psílido es originario de México, debido a que el vector *Bactericera cockerelli* se ha estudiado y documentado desde la década de los 70, aunque el primer reporte fue en 1915 en Estados

Unidos, pero las principales migraciones de *Bactericera cockerelli* fueron procedentes desde el sur de México (Prager y Trumble, 2018).

Aguirre (2021) concluye que *Bactericera cockerelli* tiene una incidencia promedio de 2,42% en el cultivo de papa siendo este cultivo el que presenta el menor valor si se relaciona con los otros cultivos de solanáceas, de igual manera (Aguirre, 2021) confirma la presencia de Fitoplasma y CaLso en individuos de *Bactericera cockerelli*.

En el Ecuador los lugares donde se distribuye *Bactericera cockerelli* son los siguientes (Figura 9).

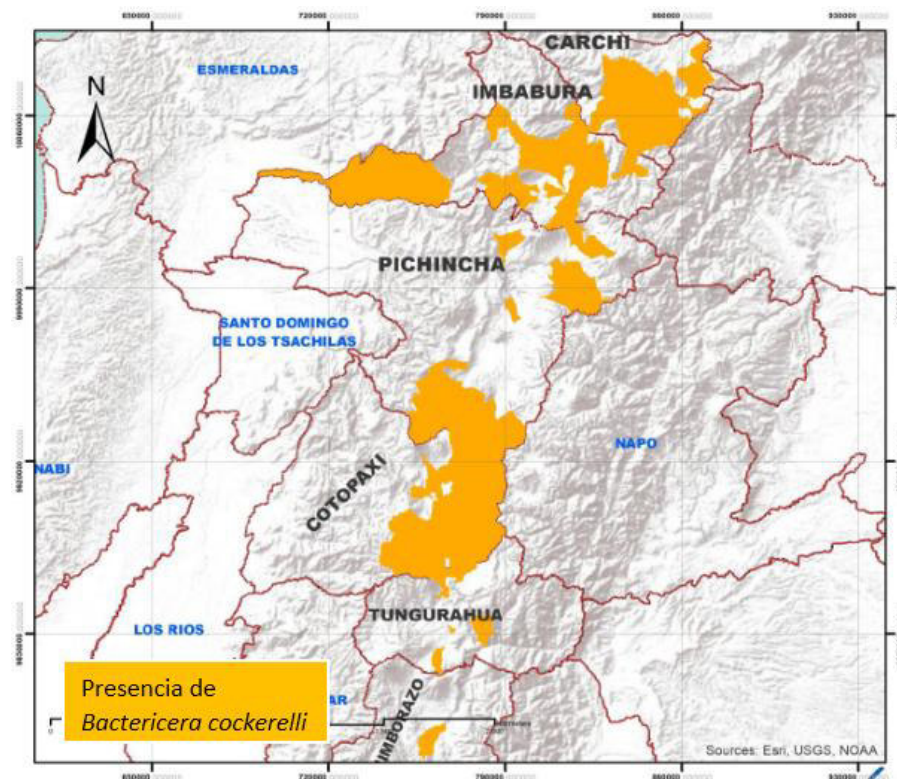


Figura 9. Distribución de *Bactericera cockerelli*. Agrocalidad, 2019

3.3. Punta morada de la papa (PMP)

La Punta Morada de la papa (PMP) es una enfermedad que afecta en su totalidad a cultivos de papa provocando el 100 % de pérdidas de productividad y económicas en el mundo, como principal agente causal de los síntomas de la (PMP) es *Candidatus Phytoplasma aurantifolia* un fitoplasma transmitido por *Bactericera cockerelli* afectando al floema de la planta.

Además, la transmisión de esta enfermedad se genera a través de la siembra con semilla afectada de *Candidatus Phytoplasma aurantifolia* para lo cual hay que realizar un estricto control para evitar la diseminación de esta enfermedad en la superficie cultivada.

3.3.1. Taxonómica de la Punta Morada (*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*)

Dado que el agente causal de la punta Morada es un fitoplasma, los fitoplasmas no se pueden aislar y ser cultivados en medios artificiales, es por esto que se ha creado en ellos una condición especial en la cual los taxónomos le dan una categoría de *Candidatus*. Esta clasificación científica es un término formal que se coloca antes del género y la especie de una bacteria que no puede mantenerse en una colección de cultivo bacteriológico; es decir, el estatus de "*Candidatus*" se usa cuando una especie o género está bien caracterizado, pero no es cultivable. Por este hecho, a partir del 2004 el nombre científico para referirse a los fitoplasmas es establecido como *Candidatus Phytoplasma* (Firrao et al., 2004).

Tabla 3

Clasificación taxonómica de Candidatus Phytoplasma aurantifolia

Reino	Bacterias
Filo	Tenerife
Clase	Mollicutes
Familia	Acholeplasmataceae
Género	Fitoplasma
Especie	<i>Candidatus Phytoplasma aurantifolia</i>

Adaptado de EPPO Base de datos global . (2022).

3.3.2. Agente causal

El Agente causal del Punta Morada de la papa (PMP) es un fitoplasma *Candidatus Phytoplasma aurantifolia* perteneciente al grupo 16SrII y otro *Candidatus Phytoplasma aurantifolia* perteneciente al subgrupo 16SrI-F, los cuales probablemente son transmitidos por el psílido de la papa *Bactericera cockerelli* (INIAP,2018) y (Rad et al., 2012).

3.3.3. Síntomas

Según Aguirre (2021) Indica que la incidencia de *Bactericera cockerelli* y los síntomas de PMP tienen una relación directa entre el porcentaje de incidencia de *Bactericera cockerelli* y severidad del PMP.


Un estudio revela que en el estado de México el 29% de las muestras de plantas enfermas resultaron positivas a la presencia del fitoplasma que genera los síntomas de la Punta Morada de la papa (Rubio et al., 2006), En dicho estudio concluye que, en todas las regiones del estado de México productoras de papa, se detectaron plantas con fitoplasma, resultando positivas 34% de las muestras colectadas. las plantas enfermas desarrollan enanismo, las hojas superiores se enrollan, se tornan amarillas o moradas, los peciolos de las hojas se ensanchan, existe un engrosamiento de los nudos del tallo, las distancias entre los nudos del tallo se acortan, el tallo crece en zig zag, se forman tubérculos aéreos y la planta presenta una muerte temprana (Castillo et al.,2018). Como resultado los rendimientos se reducen significativamente y el tamaño de los tubérculos se reduce.

Los síntomas de la enfermedad son la decoloración púrpura (punta morada) o amarillamiento de foliolos superiores, enrollamiento apical de hojas (Figura 4), brotes axilares y la formación de tubérculos aéreos (Xicay y Alvarado, 2014). En contraste, se observa que muchos tubérculos infectados son asintomáticos en la forma de su brotación el cual es un elemento importante a ser considerado ya se constituye el principal medio de propagación de la enfermedad causada por fitoplasmas en zonas de cultivo de papa. A su vez, los tubérculos

cosechados no son aceptados en los mercados, porque en su interior se observa coloraciones marrones o cafés en forma de estrías al momento de ser procesadas por la industria de la papa lo que ocasiona considerables pérdidas económicas (Aguirre, 2021) (Cuesta et al., 2018).

Tabla 4

Niveles de afectación y síntomas de la Punta Morada de la papa (PMP).

Nivel de Afectación (PMP)	Síntomas	Nivel de Afectación (PMP)	Síntomas
Nivel 0.- Plantas sanas, sin presencia de síntoma		Nivel 3.- Planta con enrollamiento y hojas amarillas con entrenudos cortos.	
Nivel 1.- Planta con enrollamiento en las hojas.		Nivel 4.- Plantas con hojas purpuras, entrenudos cortos y ensanchados con presencia de tubérculos aéreos.	
Nivel 2.- Plantas con presencia de enrollamiento y con leves decoloraciones en hojas.		Nivel 5.- Plantas marchita (muerta)	

Nota: La tabla 4 muestra los 6 niveles de afectación que provoca la Punta Morada de la papa (PMP) los cuales se tomó en cuenta para realizar el respectivo cálculo de incidencia y severidad de dicha enfermedad. Adaptado de Castillo et al., (2018)

3.3.4. Distribución

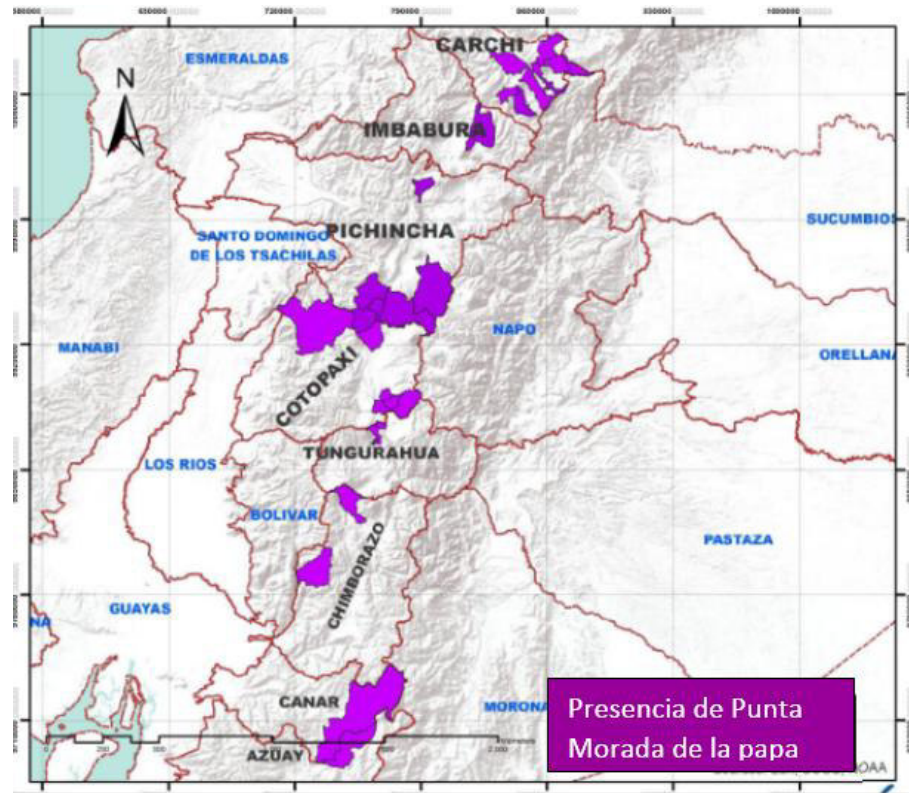


Figura 10. Distribución de Punta Morada de la papa en Ecuador. Agrocalidad, 2019

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

Tabla 5

Materiales y equipos

Materiales	Equipos	Software
Alcohol (70%)	Mini microscopio 1000x (Juicart)	Microsoft Excel 2016 (versión gratuita)
Fundas plásticas		Software R 386 4.1.2 (Gratis)
Recipiente		Maps.Me (libre)
Lupa		GPS.Essentials (libre)
Etiquetas		Arc gis 10.5 (license 1098280)

Elaborado por el autor

4.2. Métodos

4.2.1 Muestreo

Para el respectivo muestreo tanto de (*Bactericera cockerelli*) y la punta morada de la papa (PMP) se recurrió a datos de la superficie sembrada en el cantón Montúfar otorgados por el Ministerio de agricultura y ganadería en donde menciona que existieron 161,95 hectáreas de cultivos de papa sembradas entre los meses de Noviembre y Diciembre de 2020 (MAG, 2021).

Para determinar el tamaño de muestra se usó la siguiente fórmula debido a que la población es finita (Aguilar, 2005).

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

En donde:

n= Tamaño de Muestra.

N= Número total de hectáreas.

Z= Rango de significancia.

e= Precisión (5%).

p= Proporción esperada 50% (0,5).

q= p-0,5

Tabla 6

Tamaño de muestra por parroquias en el cantón Montúfar.

Parroquia	Hectáreas a Muestrear			Muestras
	Capiro (ha)	Súper Chola (ha)	Única (ha)	
Chitan de Navarrete	0	10,15	0	22
Cristóbal Colón	0,7	21,92	1,84	55
Fernández Salvador	0	5,21	0,4	15
La Paz	3,29	21,76	5,81	20
Piartal	0	3,76	0,25	13
San Gabriel	12,27	51,45	6,13	78
Total	16,8	130,1	14,67	203
Total hectáreas			144,95 (ha)	

Elaborado por el autor

Se realizaron 203 muestras en 144,95 hectáreas de papa *Solanum tuberosum* sembradas en los meses de Noviembre y Diciembre del año 2020 y distribuidas en las parroquias del cantón Montúfar, por cada hectárea se realizaron 1,5 muestras (Agrocalidad, 2020).

Los diferentes cultivos muestreados fueron seleccionados en el estado fenológico de Inicio de Tuberización y Maduración debido a que tanto el vector *Bactericera cockerelli* y la enfermedad de la Punta Morada de la papa (PMP) se presentan con mayor intensidad para la respectiva cuantificación (Taylor et al.,2014)

Las diferentes poblaciones de *Bactericera cockerelli* en los estadios fenológicos de Inicio de Tuberización y maduración de cultivares de papa fueron monitoreados realizando un conteo meticuloso de hojas en la planta afectada para su respectiva caracterización tanto los insectos adultos de *Bactericera cockerelli*, ninfas y huevecillos se muestrearon en las plantas de papa específicamente en el envés de las hojas lugar donde se localiza y es de preferencia para el vector (Butler y Trumble, 2012).

Al momento del muestreo de *Bactericera cockerelli* en sus distintos estadios evolutivos, se procedió a ubicarse en un lugar en el cuál se pudo apreciar la superficie del cultivo para así identificar las partes afectadas que denotaban síntomas del ataque de dicho vector *Bactericera cockerelli* (Agrocalidad, 2020).

Según Agrocalidad (2020) determina que para realizar un muestreo tanto para *Bactericera cockerelli* y la punta morada de la papa se debe seguir los siguientes pasos:

Paso 1.- Identificar los lugares con riesgo de presencia de la plaga Figura 11.

Paso 2.- Se debe tomar una muestra tomada al azar de la parte afectada del cultivo.

Paso 3.- Ubicarse en un lugar donde se tenga toda la visibilidad del cultivo para lograr verificar los lugares afectados Figura 11.

Paso 4.- Para realizar la inspección del follaje se debe hacer un muestreo en W Figura 12.

Paso 5.- Realizar un conteo de todas las hojas de la planta muestreada, afectada por *Bactericera cockerelli* y Punta Morada de la papa Figura 14.



Figura 11. Visualización de síntomas de (*Bactericera cockerelli*) y PMP en el lote seleccionado. Agrocalidad, 2020

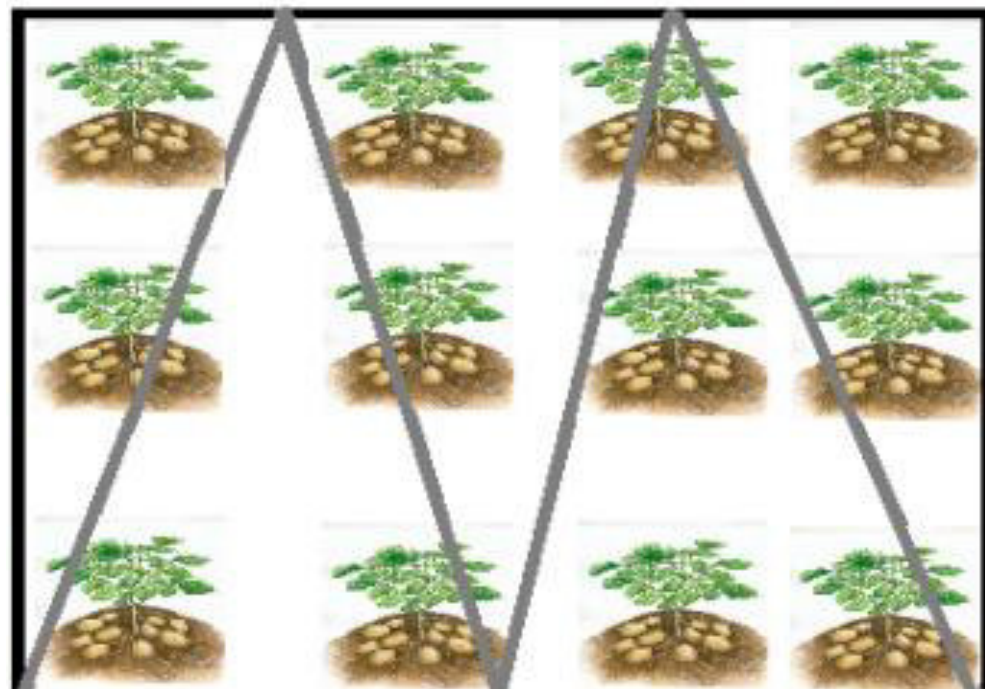


Figura 12. Inspección del follaje (Muestreo en zig zag) para visualizar adultos, ninfas y huevecillos de (*Bactericera cockerelli*) y sintomatología de Punta Morada de la papa (PMP) Agrocalidad, 2020



Figura 13. Presencia de síntomas en plantas de papa (*Solanum tuberosum*) afectadas por (*Bactericera cockerelli*) y Punta Morada de la papa. Por el autor

Según Agrocalidad (2020) determina que la superficie de los lotes es muy variable por lo cual se considera tomar una muestra representativa tomada al azar en las partes afectadas por *Bactericera cockerelli* y donde haya presencia de sintomatología de los distintos niveles de afectación de Punta Morada de la papa (PMP).

4.3 Variables

4.3.1. Incidencia de *Bactericera cockerelli* y Punta Morada de la papa.

Incidencia es el porcentaje o proporción de individuos enfermos en relación al total. Los individuos pueden ser plantas, hojas, flores, folíolos, frutos, espigas, etc. Se evalúa en cada individuo, la presencia o ausencia de enfermedad. No se determinan niveles de enfermedad. El uso de este parámetro en el cultivo es particularmente útil para estudiar la velocidad y patrón de avance de las enfermedades. Es un parámetro objetivo, de cálculo sencillo, y no se necesita un entrenamiento especial de parte del evaluador para su empleo (Ivancovich et al., 1998)

Incidencia de Huevos de *Bactericera cockerelli*

Para contabilizar el número de huevos de *Bactericera cockerelli* en los cultivos de papa localizados en el cantón Montúfar, se verificó la presencia de los mismos tanto en el tercio superior, tercio medio y tercio inferior de la planta muestreada logrando verificar y cuantificar el número de huevos por hoja en la planta. (Figura 14) (Kaur et al., 2020).

La incidencia de Huevos de *Bactericera cockerelli* se determinó al evaluar y contabilizar el número de hojas sin presencia de huevos y hojas con presencia de huevos (hojas afectadas), para lo cual se utilizó la siguiente ecuación para su cálculo.

Incidencia (%I)

$$I (\%) = \frac{\# \text{ de hojas con presencia de huevos}}{\text{Total de hojas muestreadas}} \times 100$$

Incidencia de Ninfas de *Bactericera cockerelli*

Para contabilizar el número de ninfas de (*Bactericera cockerelli*) en los cultivos de papa localizados en el cantón Montúfar, se verificó la presencia de las mismas tanto en el tercio superior, tercio medio y tercio inferior de la planta muestreada logrando verificar y cuantificar el número de Ninfas por hoja en la planta. (Figura 14) (Kaur, et al. 2020).

La incidencia de Ninfas de *Bactericera cockerelli* se determinó al evaluar y contabilizar el número de hojas sin presencia ninfas y el número de hojas con presencia de ninfas (hojas afectadas), para lo cual se utilizó la siguiente ecuación para su cálculo.

Incidencia (%I)

$$I (\%) = \frac{\# \text{ de hojas con presencia de ninfas}}{\text{Total de hojas muestreadas}} \times 100$$

Incidencia de Adultos de *Bactericera cockerelli*

Para contabilizar el número de adultos de (*Bactericera cockerelli*) en los cultivos de papa localizados en el cantón Montúfar, se verificó la presencia del vector tanto en el tercio superior, tercio medio y tercio inferior de la planta muestreada logrando verificar y cuantificar el número de insectos por hoja en la planta. (Figura 14) (Kaur et al., 2020).

Luego de identificar y cuantificar adultos en el envés de las hojas de papa (*Solanum tuberosum*) se logró capturar a el vector y colocarlo en el recipiente con alcohol al 70 % para así poder fotografiarlo (Márquez, 2005).

La incidencia de adultos de *Bactericera cockerelli* se determinó al evaluar y contabilizar el número de hojas sin presencia de insectos adultos y el número de hojas con presencia de insectos adultos (hojas afectadas), para lo cual se utilizó la siguiente ecuación para su cálculo.

Incidencia (%I)

$$I (\%) = \frac{\# \text{ de hojas con presencia de insectos}}{\text{Total de hojas muestreadas}} \times 100$$

Incidencia de Punta Morada de la Papa

La incidencia de Punta Morada de la papa se determinó al evaluar y contabilizar el número de hojas que no presentaban síntomas de punta morada y de las hojas que presentaban síntomas de Punta Morada (hojas afectadas), para lo cual se utilizó la siguiente ecuación para su cálculo.

Incidence (%I)

$$I (\%) = \frac{\# \text{ de hojas con síntomas Punta Morada}}{\text{Total de hojas muestreadas}} \times 100$$

4.3.2. Severidad, de *Bactericera cockerelli* y Punta Morada de la papa.

La severidad de una enfermedad es el porcentaje de la superficie del órgano enfermo, ya sea de hojas, tallos, raíces o frutos afectado por la enfermedad y varía entre 0 y 100. El ejemplo

típico de esta forma de estimar la enfermedad es el que se utiliza para evaluar manchas foliares. La severidad es un parámetro que refleja con precisión la relación de la enfermedad con el daño que le provoca al cultivo. Su evaluación es más compleja que la determinación de la incidencia, porque puede ser subjetiva y por lo tanto requiere de un entrenamiento previo por parte del evaluador (Ivancovich et al., 1998)

La severidad de una plaga es la cantidad de individuos (insectos) que se encuentran infestando partes de la planta ya sean plantas, hojas, flores, folíolos, frutos, espigas, etc. Se realiza el conteo de individuos en las partes infestadas y no se determinan niveles de enfermedad (Ivancovich et al., 1998)

Severidad de Huevos de *Bactericera cockerelli*

La severidad de huevos de *Bactericera cockerelli* se determinó al evaluar y contabilizar el número de huevos presentes en las hojas infestadas (hojas afectadas), para lo cual se utilizó la siguiente ecuación para su cálculo.

Severidad (S)

$$S = \frac{\text{\# de huevos presentes en las hojas infestadas}}{\text{\# de hojas infestadas con huevos}}$$

Severidad de Ninfas de *Bactericera cockerelli*

La severidad de ninfas de *Bactericera cockerelli* se determinó al evaluar y contabilizar el número de ninfas presentes en las hojas infestadas (hojas afectadas), para lo cual se utilizó la siguiente ecuación para su cálculo.

Severidad (S)

$$S = \frac{\text{\# de ninfas presentes en las hojas infestadas}}{\text{\# de hojas infestadas con ninfas}}$$

Severidad de Adultos de *Bactericera cockerelli*

La severidad de adultos de *Bactericera cockerelli* se determinó al evaluar y contabilizar el número de insectos presentes en las hojas infestadas (hojas afectadas), utilizando la siguiente ecuación para su cálculo.

Severidad (S)

$$S = \frac{\text{\# de insectos presentes en las hojas infestadas}}{\text{\# de hojas infestadas con insectos adultos}}$$

Severidad Punta Morada

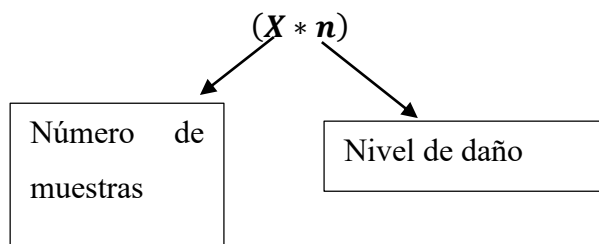
Para la posterior evaluación de severidad de Punta Morada de la papa (PMP) se estimó una escala de seis niveles de acuerdo a los síntomas que genera esta enfermedad (Contreras et al., 2017) y (Castillo et al., 2018).

La tabla 4 indica la escala de severidad de Punta Morada de la papa (Contreras et al., 2017).

Para medir la severidad de la Punta Morada de la papa se utilizaron los niveles de afectación (Tabla 4) para luego aplicar la siguiente ecuación.

Severidad (%)

$$\%S = \sum \left(\frac{(x1 * n1) + (x2 * n2) + (x3 * n3) + (x4 * n4) + (x5 * n5) + (x6 * n6)}{\text{Número de plantas muestreadas} * N6} \right)$$



(Cadena et al., 2003)



Figura 14. Cuantificación de (*Bactericera cockerelli*) adultos, ninfas, oviposturas y verificación de los síntomas de punta morada de la papa (PMP) en los tercios de la planta de papa (*Solanum tuberosum*). Por el autor

Para el muestreo de ninfas y huevos de (*Bactericera cockerelli*) se utilizó un mini microscopio portátil 1000x marca juicart (Figura 15). Conjuntamente conectad al Smartphone se logró cuantificar y observar ninfas y oviposturas de (*Bactericera cockerelli*) en el envés de las hojas (#de ninfas/hoja), (#de huevos/hoja).



Figura 15. Mini microscopio portátil 1000x para la cuantificación de ninfas y huevos de (*Bactericera cockerelli*) en papa (*Solanum tuberosum*). Por el autor

Luego de realizar el respectivo muestreo se creó una base de datos en el software Microsoft Excel 2016 (versión gratuita) para su posterior cálculo Anexo 2.

4.4. Datos Climáticos

El respectivo estudio se realizó en los meses de Junio, Julio y Agosto 2021 respectivamente en donde las temperaturas oscilan entre los 10 y 11 °C con precipitaciones de entre los 2 y 14 mm por día dejando un promedio de 9 mm mensuales conjuntamente con un promedio de Humedad Relativo del 88% para lo cual se procedió a descargar los datos meteorológicos de la estación ubicada en San Gabriel de la Red de Estaciones Automáticas Hidrometeorológicas (INAMHI).

La Figura 16 muestran los valores promedio por día, de temperatura y precipitaciones en los meses de Junio, Julio y Agosto meses en los que se realizó el respectivo muestreo, los datos son recolectados de la estación meteorológica de San Gabriel Código M0103 (INAMHI, 2021)

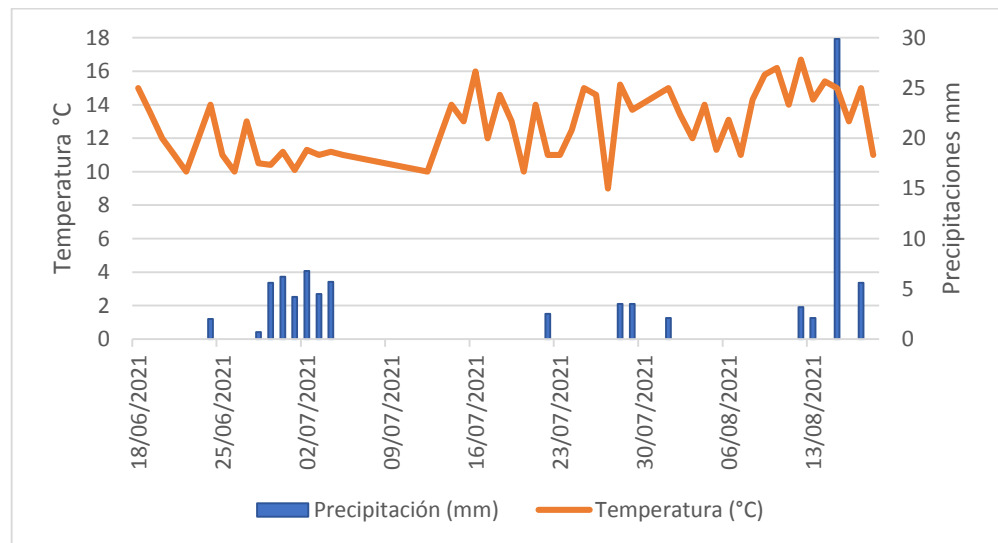


Figura 16. Temperatura y precipitaciones de los meses Junio, Julio y Agosto, meses en los que se realizó el muestreo. INAMHI, 2021.

4.5. Análisis Estadístico

Para la presente investigación se realizó un análisis estadístico descriptivo en donde comprende; promedio, coeficiente de variación, desviación típica, rango de intervalos y cuartiles se realizó mediante el software R 386 4.1.2. versión gratuita (Cadena et al.,2003).

Se debe recalcar que, en dicho estudio, el muestreo, se realizó en su mayoría en la variedad de papa Súper Chola debido a que representó el 80,5 % del total de las hectáreas cultivables de papa, para las variedades Capiro y Única que no están siendo cultivadas en grandes extensiones representaron un 10,4 % y un 9 % respectivamente.

4.6. Mapas

Para poder verificar las zonas donde existe la presencia tanto del vector *Bactericera cockerelli* y de la Punta Morada de la papa (PMP) en las diferentes parroquias del Cantón Montúfar se realizó el respectivo mapa con ayuda del software ArcGis 10.5, y aplicaciones de Maps. ME y GPS Essentials para Smartphone.

4.7. Área de Estudio

El presente estudio poblacional de *Bactericera cockerelli*, se realizó en la provincia del Carchi, específicamente en el cantón Montúfar que comprende las parroquias de Fernández Salvador, Chitan de Navarrete, Cristóbal Colón, Piartal, La Paz y San Gabriel, en dichas zonas se recorrió aleatoriamente cultivos de papa de variedad Súper Chola, Única y Capiro en las cuales se identificó la presencia de *Bactericera cockerelli* y la enfermedad denominada Punta Morada de la papa (PMP).

Dicho estudio se realizó en las parroquias del cantón Montúfar para verificar la presencia de *Bactericera cockerelli* y Punta Morada de la papa, en los meses de Junio, Julio y Agosto del 2021, meses en los cuales los cultivos se encontraban en la etapa fenológica de Inicio de Tuberización y Maduración.

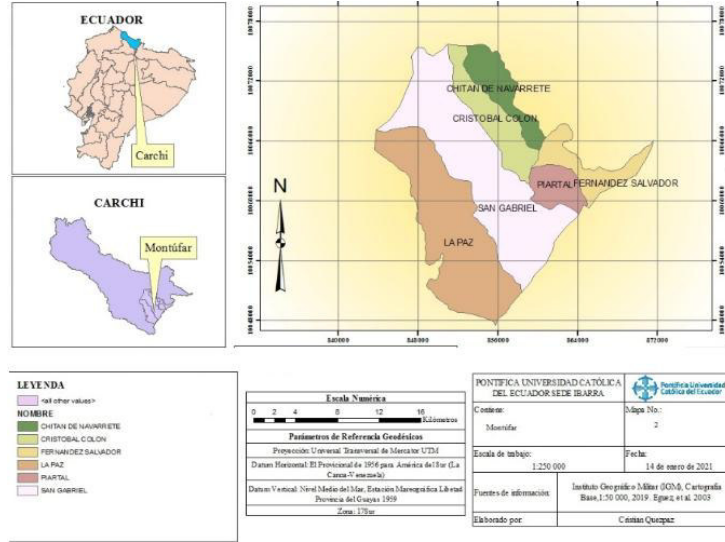


Figura 17. Ubicación del sitio experimental.

Cantón: Montúfar

Superficie: 384 km²

Cabecera Cantonal: San Gabriel.

Tabla 7

Ubicación geográfica de las parroquias del cantón Montúfar

Parroquia	Latitud	Longitud	Altitud
Fernández Salvador	0°35'05"N	77°45'16"W	2926 msnm
Chitan de Navarrete	0°37'26"N	77°47'32"W	2819 msnm
Cristóbal Colón	0°36'25"N	77°48'39"W	2819 msnm
La Paz	0°30'37"N	77°51'59"W	2695 msnm
San Gabriel	0°35'53"N	77°50'06"W	2875 msnm
Piartal	0° 33'30"N	77°44'53"W	3009 msnm

Adaptado de: Google Earth. (2021).

Datos de la estación Meteorológica San Gabriel

- Código: M0103
- Provincia: CARCHI
- Propietario: INAMHI
- Latitud: 0,604167
- Longitud: -77,819444
- Altitud: 2860 msnm
- Tipo: METEOROLÓGICA
- Estado: OPERATIVA

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados descriptivos tanto de incidencia y severidad de *Bactericera cockerelli* y de punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias de Fernández Salvador, Chitan de Navarrete, Cristóbal Colón, La Paz, San Gabriel y Piartal, pertenecientes al cantón Montúfar se presentan a continuación.

5.1. Incidencia de *Bactericera cockerelli* en las parroquias del Cantón Montúfar.

En la Figura 18 se puede observar una incidencia promedio de *Bactericera cockerelli* (adultos, huevos y ninfas) en las parroquias del cantón Montúfar, en donde la parroquia de Chitan de Navarrete presenta una incidencia promedio alta en los tres estadios de desarrollo con un 0,45 % de incidencia promedio de adultos, 1,08 % de incidencia promedio de huevos, 0,97 % de incidencia promedio de ninfas, en comparación con las demás parroquias, mientras que la parroquia de Piartal presenta un 0,006 % incidencia promedio de adultos, 0 % de incidencia promedio de huevos y un 0,009% incidencia promedio de ninfas, promedios que son muy bajos en comparación con las demás parroquias.

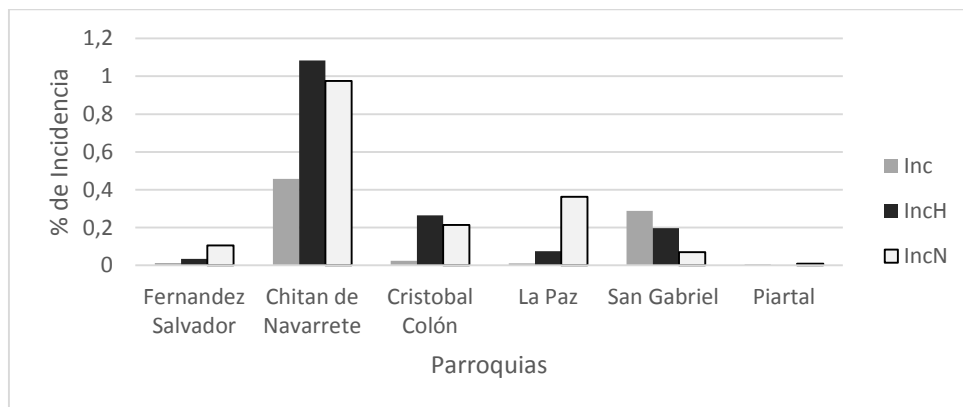


Figura 18. Incidencia de *Bactericera cockerelli* en las parroquias del Cantón Montúfar.

Nota: Inc (Incidencia de adultos), IncH (Incidencia de huevos), IncN (incidencia de Ninfas)

La incidencia promedio más alta en la parroquia de Chitan de Navarrete puede deberse a que dicha parroquia presenta mayores extensiones de potreros con malezas y pastos ya que como tal (Munyaneza, 2010) menciona que el psílido de la papa *Bactericera cockerelli* se alberga en pastos como kikuyo y rye grass y generalmente permanece en plantas silvestres como la hierba mora plantas que se encuentran en las respectivas limitaciones de las superficies cultivables de solanáceas como la papa.

También Aguirre (2021) menciona que una incidencia promedio menor a 1,96 % es considerada comparativamente baja, valores entre 1,96 % y 2,92% es considerada una incidencia comparativamente moderada, mientras que una incidencia que supere el 2,92 % es considerada una incidencia comparativamente alta, como tal en el presente estudio existen valores inferiores a 1,96 % de incidencia de *Bactericera cockerelli* esto puede deberse a que las condiciones climáticas del cantón Montúfar en el periodo de Junio, Julio y Agosto del 2021 no fueron favorables para un mayor desarrollo de densidad poblacional de *Bactericera cockerelli*.

Representación porcentual de los resultados de Incidencia de (*Bactericera cockerelli*) en las parroquias del cantón Montúfar.

La Figura 19 y Figura 20 indica los respectivos valores de incidencia de *Bactericera cockerelli* en las parroquias del cantón Montúfar, representados mediante cuartiles ya que todos los valores mencionados se ubicaron en el cuarto cuartil en donde representa los valores más altos, para señalar que la parroquia de Chitan de Navarrete presentó valores de incidencia en adultos de hasta 6,66 % en el cuarto cuartil, valor más alto en dicho estadio en comparación con los valores registrados de las demás parroquias, para los valores de incidencia registrados tanto de huevos como de ninfas las parroquias que registraron valores altos fue la parroquia de San Gabriel con 10,4 % en huevos y en ninfas los valores más altos la registró la parroquia de Chitan de Navarrete con 6,66 %, mientras que en la parroquia de Piartal se registraron valores bajos de incidencia de los tres estadios de *Bactericera cockerelli*, con 0,046 % de insectos adultos, 0 % de huevos y 0,12 % de ninfas.

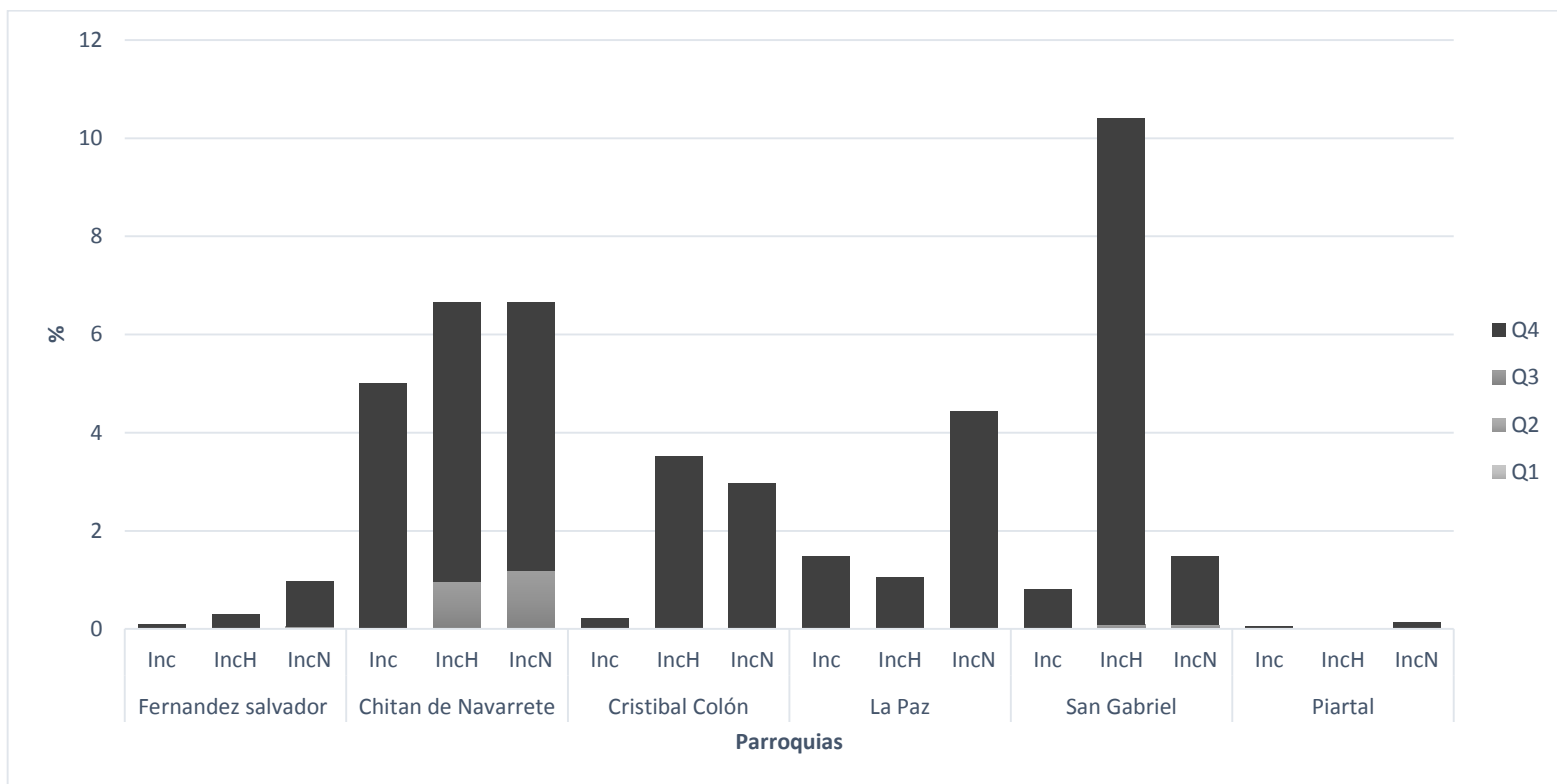


Figura 19. Representación porcentual de los resultados de Incidencia de (*Bactericera cockerelli*) en las parroquias del cantón Montúfar.

Nota: Inc (Incidencia de adultos), IncH (Incidencia de huevos), IncN (incidencia de Ninfas)

5.2. Mapa de Incidencia de *Bactericera cockerelli* en el cantón Montúfar.

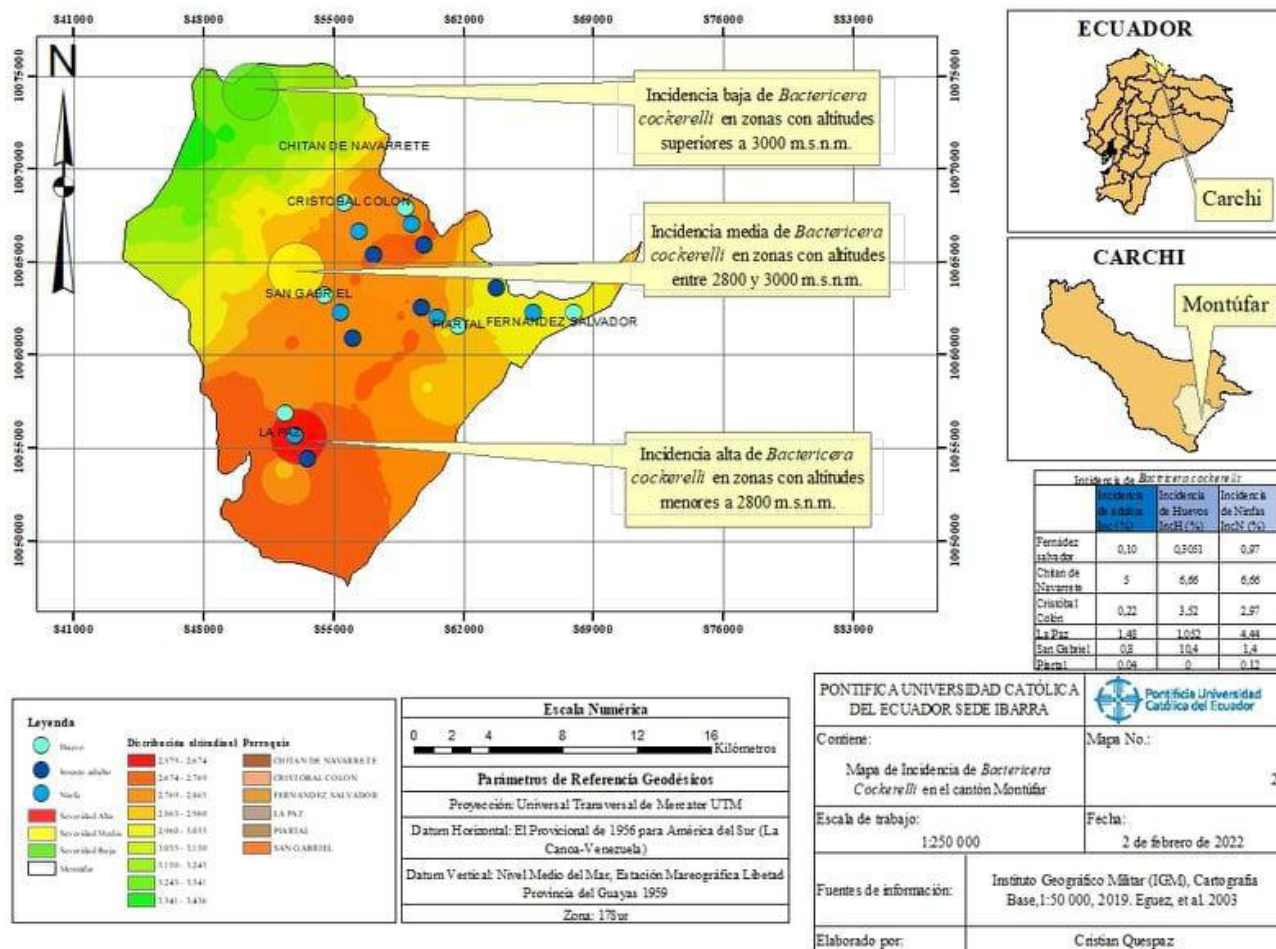


Figura 20. Mapa de Incidencia de *Bactericera cockerelli* en el cantón Montúfar.

5.3. Incidencia de Punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias del cantón Montúfar.

La Figura 21; muestra el Promedio de incidencia de Punta Morada de la papa en las parroquias del Cantón Montúfar, en donde indica que la parroquia de Fernández Salvador muestra una incidencia de 33,4 %, en comparación con las demás parroquias es la de mayor incidencia, mientras que la parroquia de Piartal presenta una Incidencia del 2,7 % la cual es la incidencia más baja de las parroquias evaluadas.

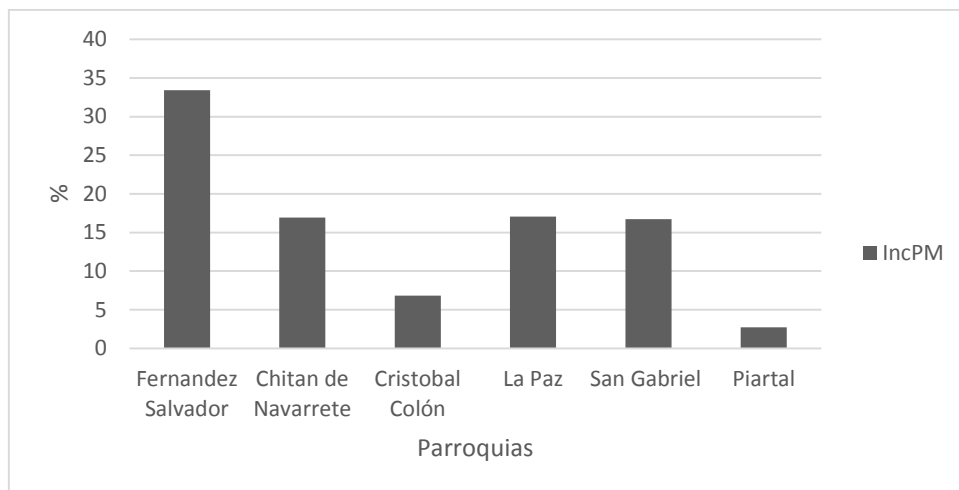


Figura 21. Incidencia promedio de Punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias del cantón Montúfar.

Nota: IncPM (Incidencia de Punta Morada de la papa).

Los valores de incidencia promedio de Punta Morada expuestos en la Figura 21 indican que la parroquia de Fernández Salvador es la zona que presenta mayor cantidad de incidencia de Punta Morada de la Papa esto podría deberse a la mala utilización de semilla en el momento de establecer el cultivo, como tal se debería utilizar semilla libre de Punta Morada de la papa para asegurar un buen inicio del proceso de producción, evitando el uso de semilla proveniente de lotes y lugares con reportes de punta morada y presencia del psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) (INIAP, 2021).

Representación porcentual de los resultados de Incidencia de Punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias del cantón Montúfar

La Figura 22 y Figura 23 indica los respectivos valores de incidencia de Punta Morada en las parroquias del cantón Montúfar, representados mediante cuartiles ya que todos los valores mencionados posteriormente se ubicaron en el cuarto cuartil, para señalar que la parroquia de Chitan de Navarrete presentó valores registrados más altos de Incidencia de Punta Morada, con valores de hasta el 100 % de Incidencia, mientras que la parroquia que presentó valores bajos de incidencia fue la parroquia de Piartal con 5, 81 %, cabe señalar que tanto las parroquias de Fernández Salvador con una incidencia de 97,77 %, y de la Paz con una incidencia de 93,33 % son zonas que también presentan valores altos de incidencia de Punta Morada.

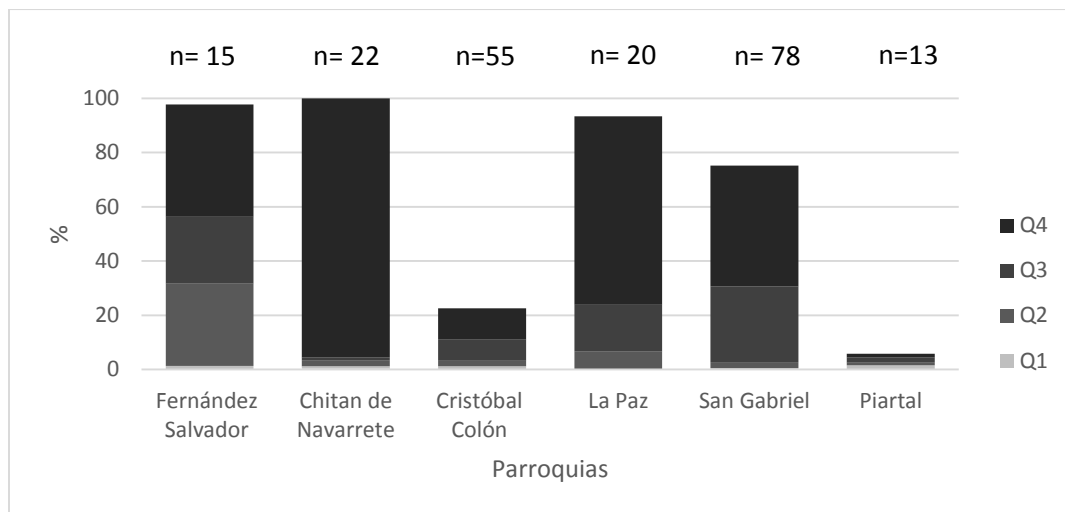


Figura 22. Representación porcentual de los resultados de Incidencia de Punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias del cantón Montúfar

Nota: n= número de muestras.

5.4. Mapa de Incidencia de Punta Morada de la papa (PMP)

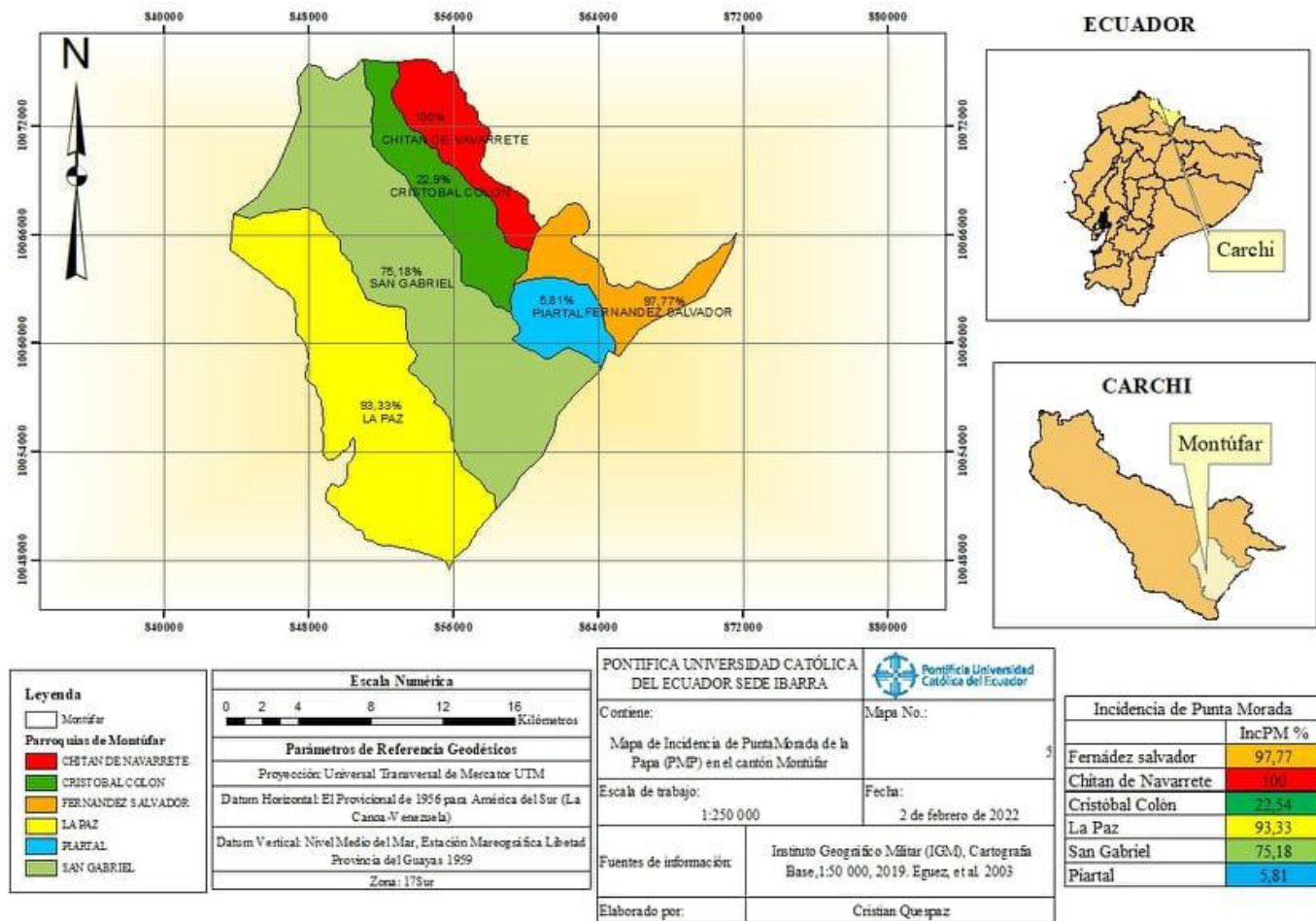


Figura 23. Mapa de Incidencia de Punta Morada de la papa (PMP)

5.5. Severidad de *Bactericera cockerelli* en las parroquias del cantón Montúfar.

Los resultados expuestos en la Figura 24, denotan la severidad promedio de adultos, huevos y ninfas por hoja de *Bactericera cockerelli* en las parroquias de Fernández Salvador, Chitan de Navarrete, Cristóbal Colón, La Paz, San Gabriel y Piartal respectivamente, en donde la parroquia que posee una severidad promedio de adultos alta es la parroquia La Paz con un promedio de 0,29 adultos por hoja, mientras que la parroquia que presentó un promedio de severidad bajo de adultos fue la parroquia de Fernández Salvador con 0,13 adultos por hoja, para huevos y ninfas la parroquia que presentó promedios altos de severidad fue la parroquia de Chitan de Navarrete con 1,71 huevos por hoja y 0,94 ninfas por hoja, mientras que la parroquia de Piartal presentó una severidad promedio baja de 0 huevos por hoja y 0,17 ninfas por hoja.

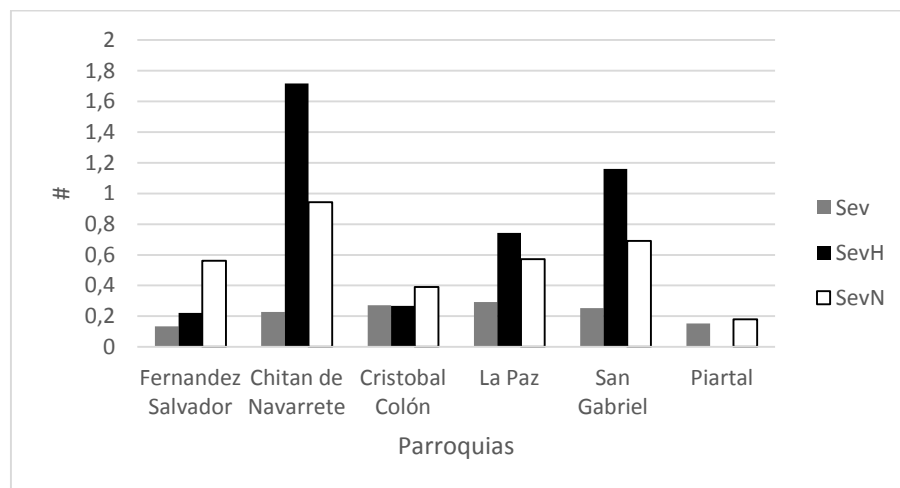


Figura 24. Severidad de *Bactericera cockerelli* en las parroquias del cantón Montúfar

Nota: Sev (Severidad de adultos), SevH (severidad de huevos), SevN (Severidad de Ninfas).

La severidad promedio más alta de los tres estadios de desarrollo de *Bactericera cockerelli* es el estado de huevos y se registró en la parroquia de Chitan de Navarrete con una severidad de 1,71 huevos por hoja, en los dos siguientes estados de desarrollo de *Bactericera cockerelli*

se registró los siguiente; para el estado de ninfas la mayor severidad se registró en la parroquia de Chitan de Navarrete con una severidad promedio de 0,94 Ninfas por hoja, para el estado de adultos la parroquia que registró una severidad alta fue la parroquia de La Paz con una severidad promedio de 0,29 insectos por hoja, de los tres estadíos, el estado que más riesgo representa para el cultivo de papa es el de Ninfa, debido a que este estado permanece más tiempo en la planta hospedante con un promedio de 12 y 15 días hasta cambiar a adulto, tiempo en el cual las ninfas se nutren de la planta hospedante (Vega et al.,2016).

Umbral de daño de (*Bactericera cockerelli*) en papa (*Solanum tuberosum*) en las parroquias del cantón Montúfar

La Figura 25 describe el umbral de daño de (*Bactericera cockerelli*) en papa (*Solanum tuberosum*) en las diferentes parroquias muestreadas del cantón Montúfar, este umbral de daño descrito por Butler y Trumble, (2012) de 0,5 y 1 Ninfa, huevo y ninfas por planta son valores para tomar medidas adecuadas como un correcto Manejo Integrado de Plagas en las parroquias que estén dentro de este umbral de daño, las parroquias de Chitan de Navarrete y San Gabriel se encuentran dentro del umbral de daño de (*Bactericera cockerelli*) en lo que se refiere a Huevos, mientras que la parroquia de Chitan de Navarrete es la zona en donde la severidad de Ninfas por hoja es alta y se encuentra dentro del umbral de daño en estas parroquias es necesario aplicar un correcto Manejo Integrado de plagas para el control tanto ninfas como huevos de *Bactericera cockerelli*, la parroquia de Piartal; Fernández Salvador y Cristóbal Colón se encuentran fuera del umbral de daño, pero sin embargo presentan valores a los cuales hay que prestar mucha atención debido a que según Almeyda et al., (2008) mencionan que se debe controlar el acceso del vector (*Bactericera cockerelli*) a los diferentes cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) ya que este vector transmite el fitoplasma que permite el desarrollo de los síntomas de la punta morada de la papa (PMP).

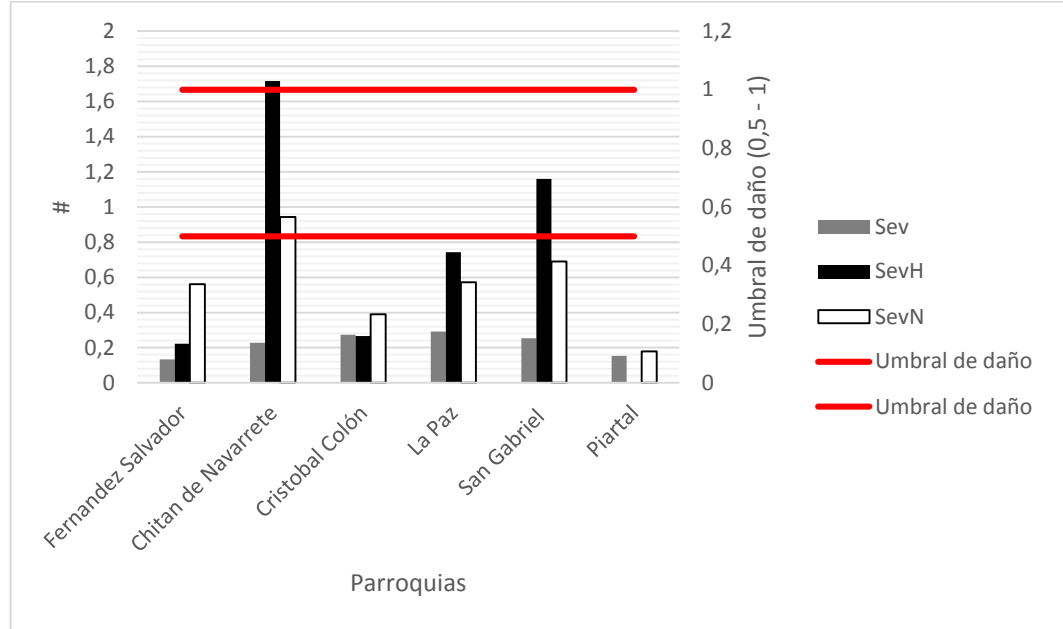


Figura 25. Umbral de daño de *Bactericera cockerelli* en papa (*Solanum tuberosum*) en las parroquias del cantón Montúfar

Nota: Sev (Severidad de adultos), SevH (severidad de huevos), SevN (Severidead de Ninfas).

Según Cameron et al., (2009) mencionan que el umbral de daño de *Bactericera cockerelli* es de 1 huevo, ninfa o insecto por hoja, en donde se debe considerar la aplicación de un manejo integrado de plagas. Aunque también Butler y Trumble, (2012) enotan que un umbral de daño de *Bactericera cockerelli*, vector del fitoplasma que provoca síntomas de la Punta Morada de la papa varía entre 0,5 y 1 huevo, ninfa o insecto por hoja. Por otro lado, las parroquias que se encuentran dentro del umbral de daño de huevos y ninfas son Chitan de Navarrete y San Gabriel esto puede deberse a la inexistencia de plantas resistentes a la infestación de *Bactericera cockerelli* ya que (Muyaneza et al., 2011) mencionan que ninguna variedad de papa *Solanum tuberosum* existentes es resistente al ataque de *Bactericera cockerelli* por otro lado sería el no control de los distintos hospederos que albergan a *Bactericera cockerelli* (Thinakaran et al., 2015).

Porcentajes de muestras de papa (*Solanum tuberosum*) afectadas por adultos, huevos y ninfas de (*Bactericera cockerelli*) en las parroquias del Cantón Montúfar

La Figura 26 indica los porcentajes de muestras de hojas de papa *Solanum tuberosum* que presentaron adultos, huevos y ninfas de (*Bactericera cockerelli*) en donde la parroquia de Fernández Salvador presentó un 25 % de plantas muestreadas con Adultos, 25 % de plantas muestreadas con Huevos y un 50 % de plantas muestreadas con Ninfas; la parroquia de Chitan de Navarrete presentó un 14 % de plantas muestreadas con adultos, 43 % de plantas muestreadas con huevos y un 43 % de plantas muestreadas con ninfas; la parroquia de Cristóbal Colón presentó un 37 % de plantas muestreadas con adultos, 30 % de plantas muestreadas con huevos y un 33 % de plantas muestreadas con ninfas; la parroquia de La Paz presentó un 36,36 % de plantas muestreadas con adultos, 27,27 % de plantas muestreadas con huevos y un 36,36 % de plantas muestreadas con ninfas; La parroquia de San Gabriel presentó un 17,46 % de plantas muestreadas con adultos, 41,27 % de plantas muestreadas con huevos y un 41,27 % de plantas muestreadas con ninfas; La parroquia de Piartal presentó un 67 % de plantas muestreadas con adultos, 0 % de plantas muestreadas con huevos y un 33 % de plantas muestreadas con ninfas. En donde la parroquia con el mayor porcentaje de muestra que presentaron adultos fue la parroquia de Piartal, la parroquia que presentó mayor porcentaje de muestras con Huevos fue la parroquia de Chitan de Navarrete y la parroquia que presentó mayor porcentaje de muestras con ninfas fue la parroquia de San Gabriel.

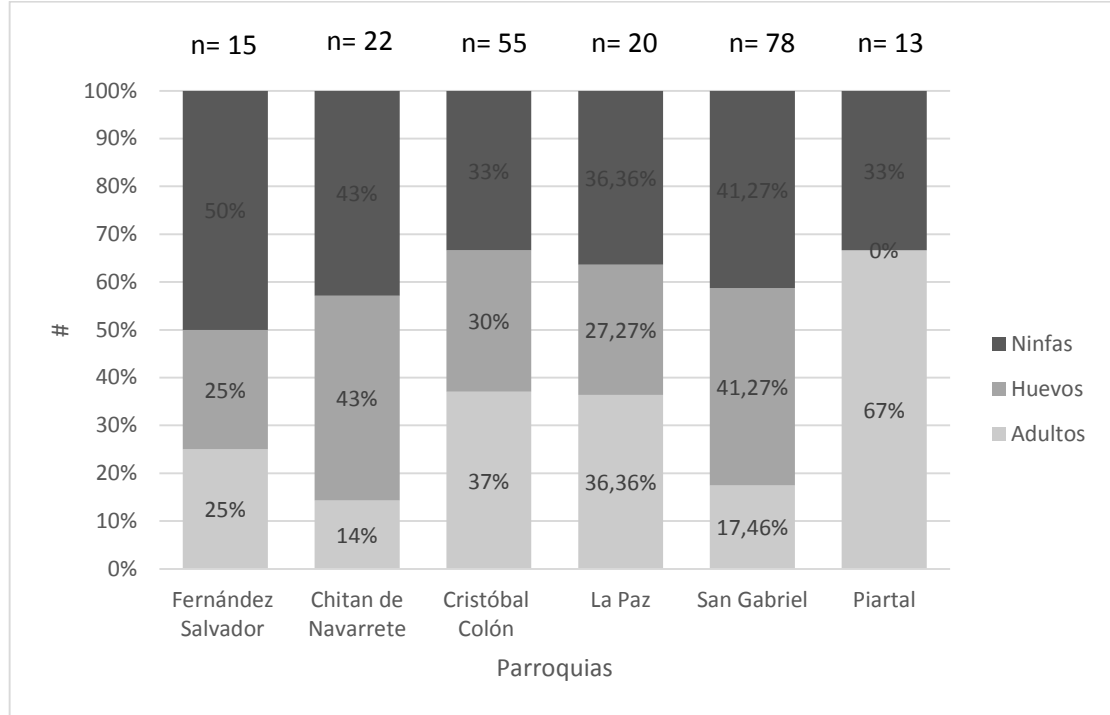


Figura 26. Porcentajes de muestras de papa (*Solanum tuberosum*) afectadas por adultos, huevos y ninfas de (*Bactericera cockerelli*) en las parroquias del Cantón Montúfar.

Nota: n= Número de muestras.

En la parroquia de Piartal existe presencia tanto de adultos y ninfas, pero no de huevos en las hojas de las plantas de papa muestreadas, esto podría deberse a que en el momento del muestreo dicha fase fue inexistente porque su desarrollo fue rápido ya que como tal (Vega et al., 2016) menciona que en un ambiente donde exista una temperatura promedio de 19°C su desarrollo de huevo a ninfa es de tan solo 5,5 días.

Representación porcentual de los resultados de Severidad de (*Bactericera cockerelli*) en las parroquias del cantón Montúfar.

La Figura 27 y Figura 28 muestra la representación porcentual mediante cuartiles ya que todos los valores mencionados se ubicaron en el cuarto cuartil representando los valores más altos, los valores de severidad de *Bactericera cockerelli* en las hojas afectadas de las plantas muestreadas de papa *Solanum tuberosum*, en donde resalta que la parroquia de San Gabriel

presenta valores altos de severidad registrados en los tres estadios de desarrollo de *Bactericera cockerelli* (adultos, huevos y ninfas) con valores de hasta 7 adultos por hoja, 16 huevos por hoja y 9 ninfas por hoja, por su parte la parroquia Fernández Salvador registra valores bajos de severidad de 0,10 adultos por hoja y la parroquia de Piartal registra valores de severidad de 0 huevos por hoja 2,33 ninfas por hoja.

Como se puede observar en la (Figura 27 y Figura 28) de los datos cuantificados de (*Bactericera cockerelli*) en las hojas muestreadas de papa (*Solanum tuberosum*) en la parroquia de San Gabriel existió valores altos de severidad tanto de Adultos, huevos y ninfas comparado con las demás parroquias, esto puede deberse a que dicha parroquia representa la mayor superficie cultivada de papa en el cantón Montúfar.

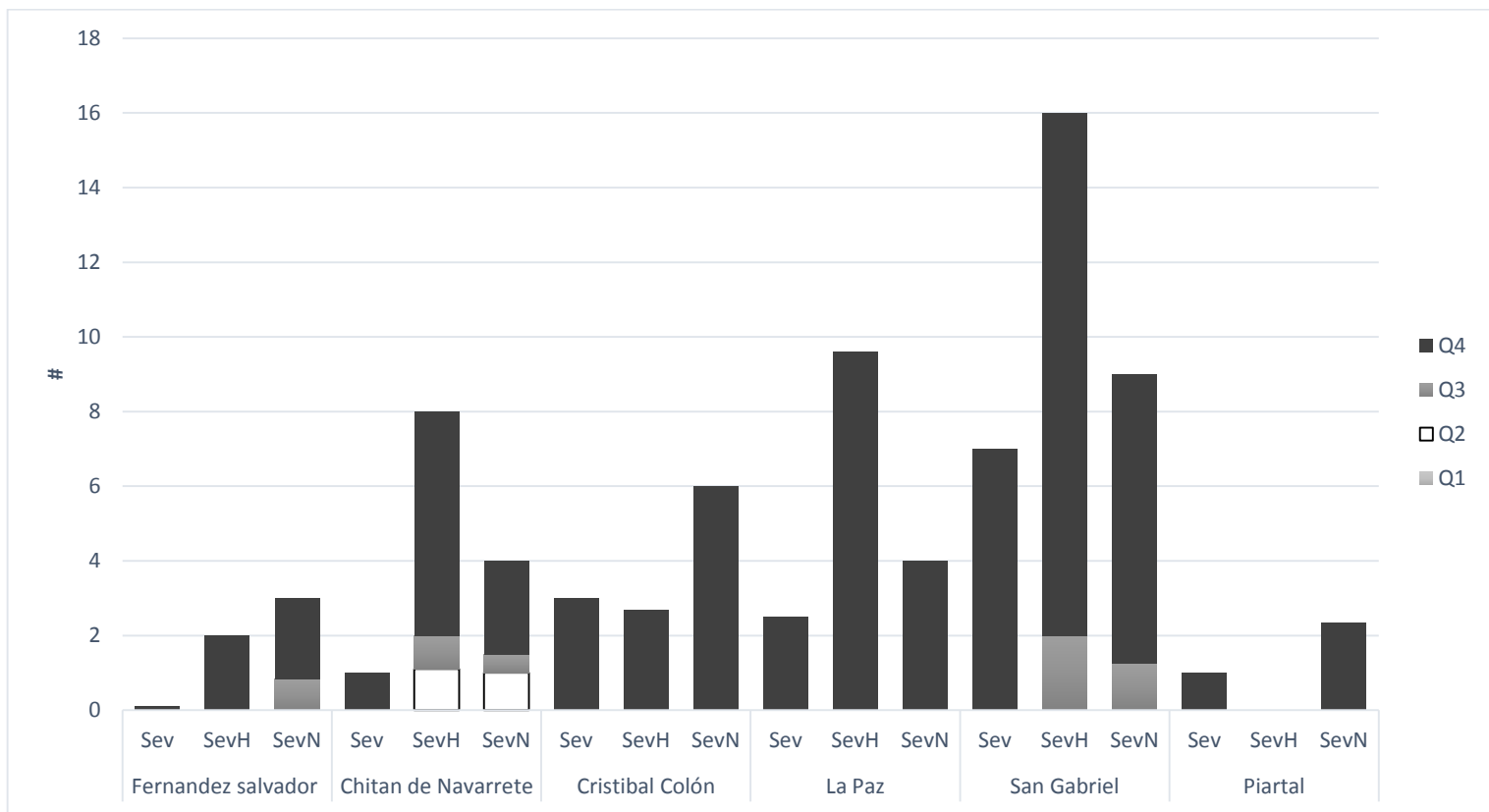


Figura 27. Representación porcentual de los resultados de Severidad de (*Bactericera cockerelli*) en las parroquias del cantón Montúfar.

Nota: Sev (Severidad de adultos), SevH (severidad de huevos), SevN (Severidead de Ninfas).

5.6. Mapa de severidad de *Bactericera cockerelli* en el cantón Montúfar.

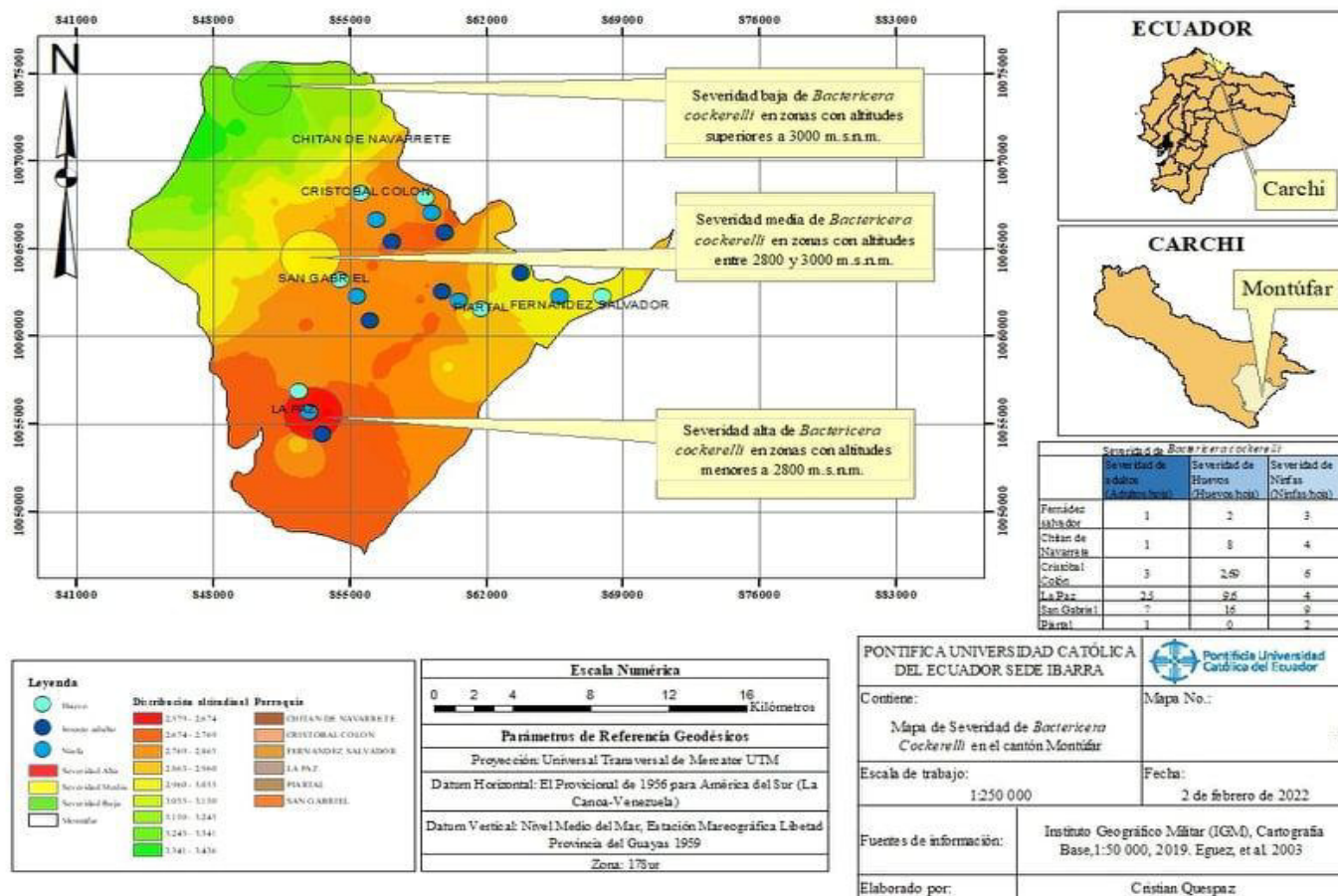


Figura 28. Mapa de severidad de *Bactericera cockerelli* en el cantón Montúfar.

5.7. Severidad de Punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias del cantón Montúfar.

La Figura 29, muestra la severidad promedio de Punta morada de la papa en las parroquias del cantón Montúfar en donde resalta que la mayor severidad promedio de punta morada de la papa se encontró en la parroquia de Chitan de Navarrete con una severidad de 38,63 % seguido de las parroquias de San Gabriel con una severidad promedio de 35,15% y de la parroquia de Fernández Salvador con una severidad promedio de 33,65 %, la parroquia que menor severidad promedio de punta morada de la papa presentó fue la parroquia de Piartal con 17,36 %.

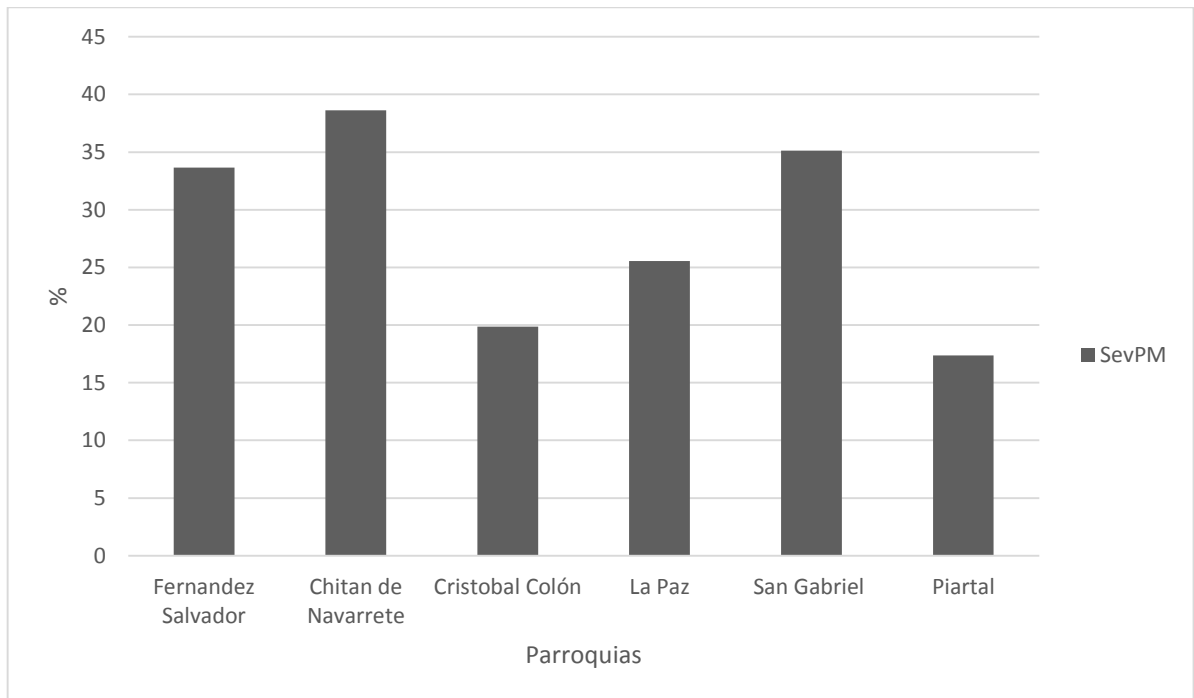


Figura 29. Severidad de Punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias del cantón Montúfar.

Nota: SevPM (Severidad de Punta Morada)

Para mitigar en gran totalidad la Punta morada de la papa se debe aplicar estrategias de manejo que deberán estar enfocadas a evitar el ingreso de los psílidos (*Bactericera cockerelli*)

al cultivo. Se estima que la PMP puede ser transmitido a la planta dos horas después de la colonización del psílido. Si las plantas han adquirido el fitoplasma (PMP) no se recuperan a pesar de que los psílicos hayan sido eliminados de las plantas (INIAP, 2021).

Porcentaje de muestras de papa (*Solanum tuberosum*) que presentaron Punta Morada de la Papa

La Figura 31 indica el porcentaje de muestras de papa (*Solanum tuberosum*) que presentaron Punta Morada de la papa en las distintas parroquias del cantón Montúfar; la parroquia de Fernández salvador presentó un 93 % de muestras con Punta Morada de la papa; La parroquia de Chitan de Navarrete presentó un 100 % de muestras con Punta Morada de la papa; La parroquia de Cristóbal Colón presentó un 91 % de plantas de papa muestreadas con Punta Morada de la papa; La parroquia de La Paz presentó un 80 % de plantas muestreadas de papa con Punta Morada de la papa; La parroquia de San Gabriel presentó un 88 % de plantas muestreadas de papa con Punta Morada de la papa, por último la parroquia de Piartal presentó un 85 % de muestras de papa con Punta Morada de la papa.

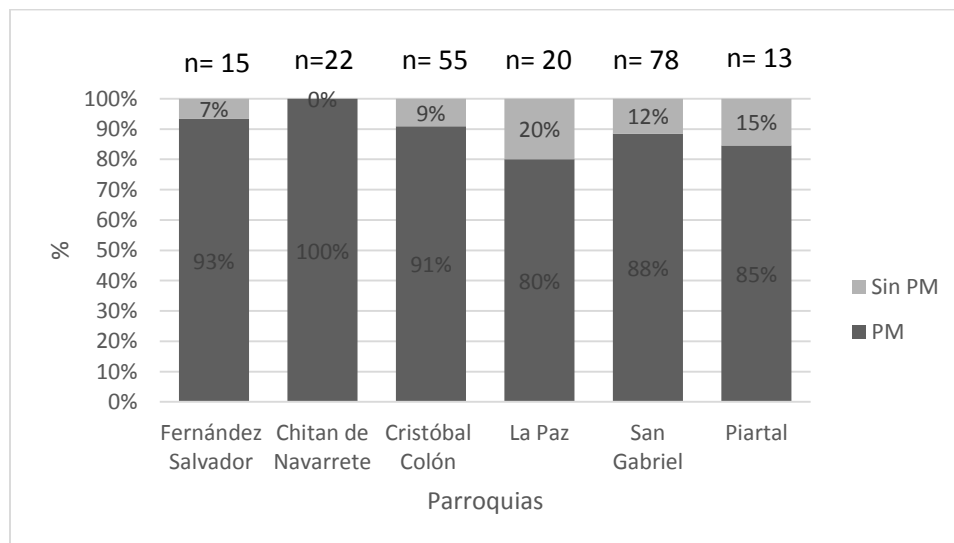


Figura 30. Porcentaje de muestras de papa (*Solanum tuberosum*) que presentaron Punta Morada de la Papa.

Nota: Sin PM (Sin Punta Morada), PM (Presencia de Punta Morada), n= número de muestras.

Representación porcentual de los resultados de Severidad de Punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias del cantón Montúfar

La Figura 31 y Figura 32 muestran los resultados de severidad mediante cuartiles ya que todos los valores mencionados posteriormente se encuentran en el cuarto cuartil, en donde la parroquia que registró valores altos fue Fernández Salvador con valores calculados de hasta 58,97 % de severidad, mientras que la parroquia que presentó valores bajos de severidad de Punta Morada fue la parroquia de Piartal con valores de hasta 34,72 %.

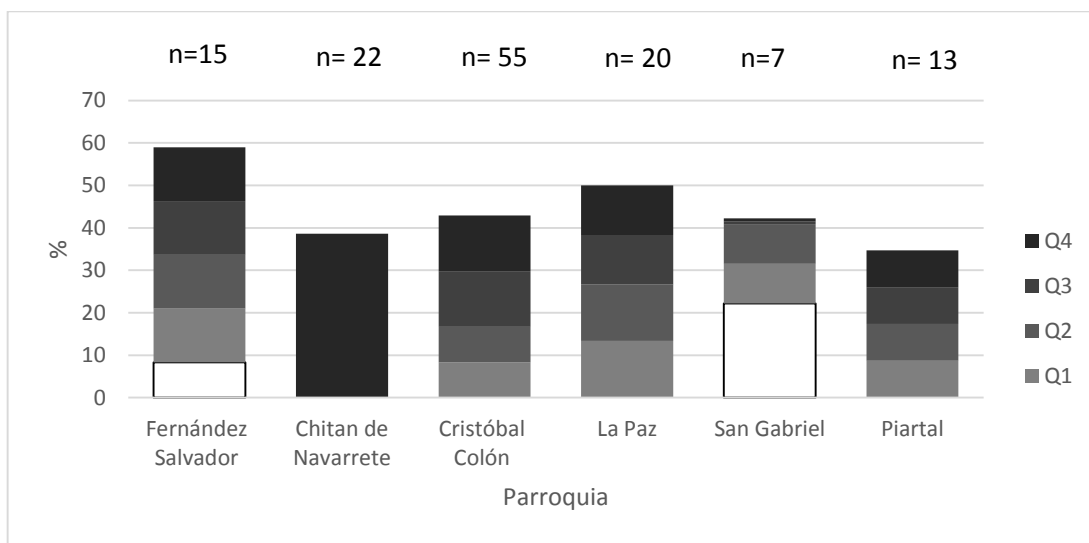


Figura 31. Representación porcentual de valores de Incidencia y Severidad de Punta Morada de la papa (PMP) en las parroquias del cantón Montúfar

Nota: n= Número de muestras

5.8. Mapa de Severidad de Punta Morada de la papa (PMP)

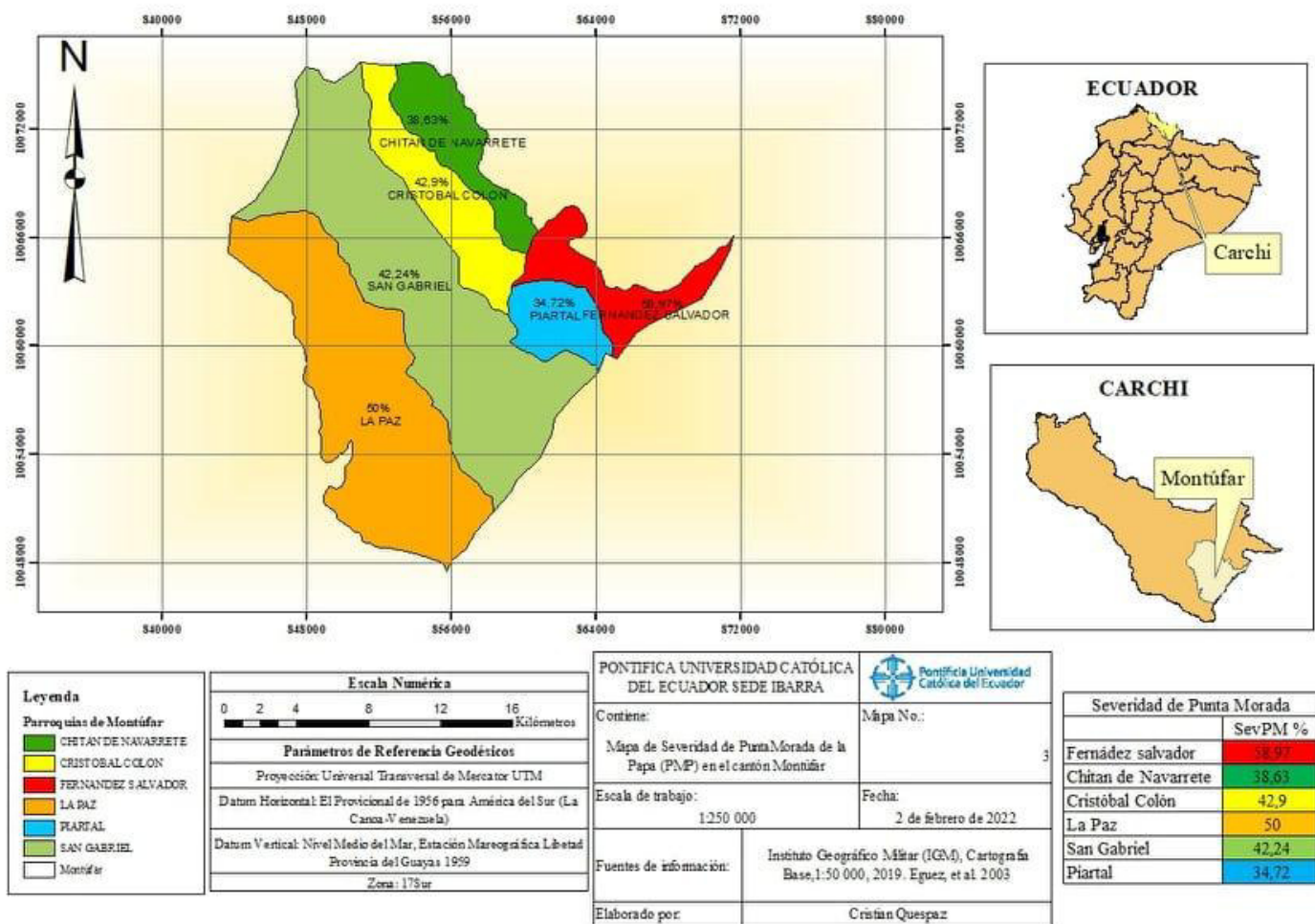


Figura 32. Mapa de Severidad de Punta Morada de la papa (PMP)

Mapa de puntos de muestreo de *Bactericera cockerelli* y Punta Morada de la papa en las parroquias del cantón Montúfar.

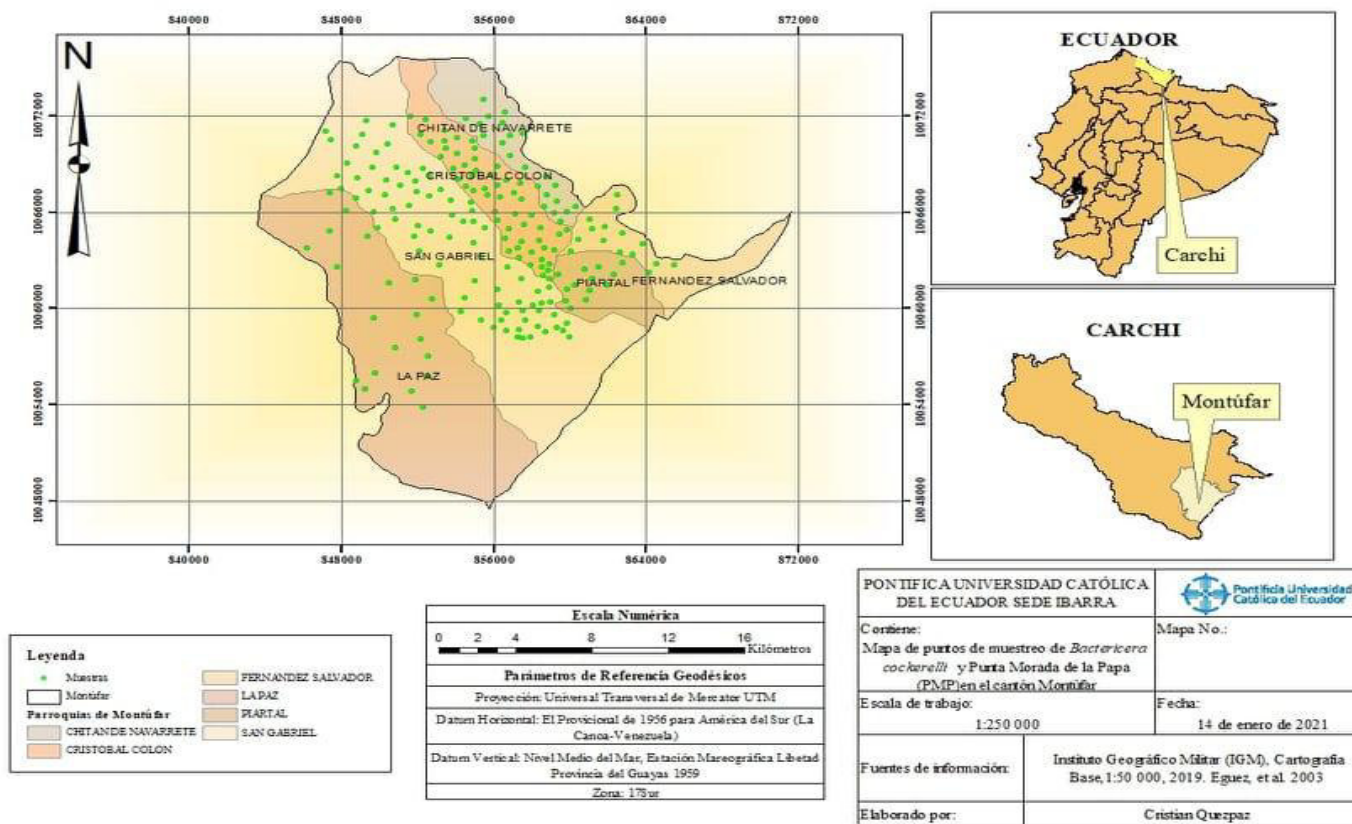


Figura 33. Mapa de puntos de muestreo de *Bactericera cockerelli* y Punta Morada de la papa (PMP) en el cantón Montúfar

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- Una vez calculado la incidencia y severidad tanto de *Bactericera cockerelli* y la punta morada de la papa (PMP) en el periodo de Junio, Julio y Agosto de 2021, meses en los cuales la temperatura varía entre 10 y 11 °C y las precipitaciones varían entre 2 y 14 mm promedio por día, se determinó que la parroquia Chitan de Navarrete presentó una incidencia de adultos máxima de 5 % y de ninfas 6,66 %, mientras la parroquia San Gabriel presentó una alta incidencia de Huevos con 10,4 %. Mientras tanto, la parroquia que presentó una alta severidad de *Bactericera cockerelli* fue la parroquia San Gabriel, esta exhibió valores de severidad de hasta 7 adultos por hoja, 16 Ninfas por hoja y 9 Ninfas por hoja.
- Las parroquias que presentaron altos valores de Incidencia de Punta morada de la papa fueron Fernández Salvador con una incidencia alta de 97,77 %, Chitan de Navarrete con una incidencia del 100 %, La Paz con una incidencia máxima de 93,33% y San Gabriel con una Incidencia máxima del 75,18%, por su parte las parroquias de Cristóbal Colón con una incidencia de 22,54 % y Piartal con una incidencia de 5,8 % fueron las parroquias con valores bajos de Incidencia de Punta Morada de la papa. En cuanto a las parroquias en donde existe mayor severidad de Punta Morada de la Papa son la parroquia de Fernández salvador con valores de 58,97%, la parroquia de Cristóbal Colón con valores de 42,90 %, la parroquia La Paz con valores del 50 % y la parroquia de San Gabriel con valores de 42,2 %, por su parte la parroquia de Chitan de Navarrete con valores de 38,36 % y la parroquia de Piartal con valores de 34,7 % fueron las parroquias en donde menor severidad de Punta Morada de la papa se registró.
- En las distintas superficies de cultivos de papa *Solanum tuberosum* de las variedades de Súper Chola, Capiro y Única se verificó la presencia de ninfas de *Bactericera cockerelli* como tal se concluye que ninguna de estas variedades es tolerante a la infestación de *Bactericera cockerelli*.

- Las parroquias de San Gabriel y de Chitan de Navarrete fueron las zonas en donde se identificó una mayor fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* georreferenciadas en ArcGis 10.5, de igual manera se determinó que la altura no afecta al desarrollo de *Bactericera cockerelli*, puesto que en zonas donde los pisos altitudinales varían entre 2400 y 3200 msnm existe presencia tanto de *Bactericera cockerelli* y Punta Morada de la papa.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Se debería considerar el estudio de los diferentes hospederos de *Bactericera cockerelli* para poder controlar con mayor eficiencia este vector de la Punta Morada de la papa y generar un excelente Manejo Integrado de Plagas según el sitio en el cual se desea controlar al vector.
- Correlacionar los grados de afectación de la Punta Morada de la papa con el desarrollo de *Bactericera cockerelli* para un mayor conocimiento tanto de la enfermedad como del vector.
- Realizar anualmente la evaluación de *Bactericera cockerelli* y la Punta morada de la papa en las distintas zonas productoras de papa, para verificar el desarrollo e infestación de la plaga y la enfermedad para la realización de un excelente manejo Integrado de plagas (MIP).

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [Agrocalidad], (2019). *Experiencias en el Manejo de PMP y del psílido de la papa en Ecuador*.
<https://nkxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/01/V.-Tipan-Day->
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [Agrocalidad], (2020). *Experiencias en el Manejo de PMP y del psílido de la papa en Ecuador*.
<https://nkxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/01/V.-Tipan-Day->
- Aguirre, X. (2021). *DISTRIBUCIÓN DE Bactericera cockerelli Sulc Y PRESENCIA DE PUNTA MORADA DE LA PAPA EN LA PROVINCIA DEL CARCHI, ECUADOR*. [Tesis maestría]. Pontificia Universidad católica del Ecuador Sede Ibarra, Ibarra, Ecuador
- Almeyda, I., Sánchez, J., Garzón, J. (2008). Vectores causantes de Punta Morada de la papa en Coahuila y Nuevo León, México. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 34 (2): 141 – 150.
<https://www.redalyc.org/pdf/608/60834201>
- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11 (1-2): 333-338.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>.

- 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*. 1era edición. El Salvador. Corporativo Editorial Tauro S.A.
- Butler, C., Trumble, J. (2012). Dispersión espacial y muestreo secuencial binomial para el psílido de la papa (Hemiptera: Triozidae) en papa. 68 (6): 865 – 869. <https://sci-hub.ee/10.1002/ps.3242>
- Cadena, M., Guzmán, R., Díaz, M., Zavala, T., Magaña O., Almeyda, I., López, H., Rivera, A., Rubio, O. (2003). Distribución, Incidencia y Severidad del pardeamiento y la Brotación Anormal en los Tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Valles Altos y sierras de estados de México. *Revista mexicana de Fitopatología*, 21 (39): 248 -259. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61221302>
- Cameron, P., Surrey, M., Wigley, P., Anderson, J., Harnett, D., Wallace, A. (2009). Estacionalidad de *Bactericera cockerelli* en patatas (*Solanum tuberosum*) en el Sur de Auckland, Nueva Zelanda. *New Zealand Journal of Crop and Horticultura Science*, 49 (2-3) :295 – 301. <http://dx.doi.org/10.1080/01140671.2009.9687584>
- Castillo, C., Paltrinieri, S., Buitrón, J., Bertaccini, A., (2018). Detección y caracterización molecular de un fitoplasma 16 SrI-F en papa con enfermedad de la punta morada en Ecuador. *Australasian Plant Pathology*, (), <https://doi.org/10.1007/s13313-018-0557-9>

- Contreras, A., Gutiérrez, A., Sánchez, J., Silva, H., Laguna, A. (2017). Comportamiento espacial de zebra chip y *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) en *Solanum tuberosum* L. en Valles altos de México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Cuyo*, 49 (1): 175 – 184. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382852189015>
- Cooper, W, Horton, R, Unruh, T, Garczynski, S, (2016). Análisis del contenido intestinal de un insecto que se alimenta del floema bactericera cockerelli (Hemiptera: Trizoidae). *Entomología Ambiental*, 45(4): <https://938-944.10.1093/ee/nvw060>
- Cuesta, X., Peñaherrera, D., Velásquez, J. y Castillo, C. 2018. Guía de Manejo de La Punta Morada de La Papa. Iniap-Estación Experimental Santa Catalina 1(104): 4-11. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5345>
- Devaux, A, Goffart, J, Kromann, P, Andrade J, Polar, V y Hareau, G. (2021). La Papa del Futuro: Oportunidades y Desafíos en Sistemas Agroalimentarios Sostenibles. *Investigación de la papa*, 64(4): 681-720. <https://10.1007/s11540-021-09501-4>
- Diehl, S y Bush, G, (1984). An Evolutionary and applied perspective of insect biotypes. *Annual Entomology Review* Massachusetts: By Annual Reviews Inc. 471-504.
- Egúsquiza, B. (2000). *La papa Producción, Transformación y Comercialización*. PRISMA.
- EPPO Global data base. (2002). *Bactericera cockerelli* (PARZCO) Consultado el 23 de Noviembre de 2021 <https://gd.eppo.int/taxon/PARZCO>.

EPPO Base de datos global. (2020). *Bactericera cockerelli* (PARZCO) Consultado el 22 de marzo de 2022. <https://gd.eppo.int/taxon/PARZCO>.

Firrao, G., Andersen, M., Bertaccini, A., Boudon, E., Bove, J., Daire, X., Davis, R., Fletcher, J., Garnier, M., Gibb, K., (2004). Candidatus Phytoplasma', a taxon for the wall-less, non-helical prokaryotes that colonize plant phloem and insects. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 54, 1243-1255.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta edición. México. Mcgraw-hill / Interamericana Editores, s.a.

Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2011). Manejo Fitosanitario del cultivo de la papa. *Línea agrícola*. Recuperado de: <https://www.ica.gov.co/getattachment/b2645c33-d4b4-4d9d-84ac-197c55e7d3d0/Manejo-fitosanitario-del-cultiva-de-la-papa-nbsp%3B-.aspx>

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2018). Guía de Manejo de la Punta Morada de la papa. *Manual técnico No 104*, https://issuu.com/cotopaxinoticias/docs/gu_a_de_manejo_de_la_punta_morada_d/1

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2021). Guía de Manejo de la Punta Morada de la papa. *Manual técnico No 104*. http://www.iicaecuador.org/ftp/iica/2021/documentos/Guia_Manejo_Punta_Morada_Papa/MANUAL_DE_MANEJO_DE_LA_PUNTA_MORADA_D_E_LA_PAPA_2021.pdf

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], (2021). *Red de Estaciones Automáticas Hidrometeorológicas*.
<http://186.42.174.236/InamhiEmas/>

Ivancovich, A., Botta, G., Ploper, D.A., Laguna, I., Annone, J.G. (1998). IV Curso de diagnóstico y manejo de enfermedades de soja. Pergamino, Buenos Aires, Argentina. EEA INTA Pergamino. 54 p.

Kaur, N., Cooper, R., Durringer, J., Rashed, A., Badillo, I., Esparza, G., Horton, D., Bextine, B. (2020). Mortalidad del psílido de la papa (Hemiptera: Trizoidae) en recortes de hospederos inoculados con alcaloides del cornezuelo del centeno. *Revista de Entomología Económica*, 113 (5): 653-669. [https:// doi: 10.1093 / jee / toaa144](https://doi.org/10.1093/jee/toaa144)

Manobanda, A. (2020). *Bioecología de Bactericera cockerelli (Sulc). En el cultivo de papa (Solanum tuberosumL.) en las provincias de Tungurahua y Cotopaxi*. (Tesis maestría), Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Marin, A, Garzón, J, Becerra, A, Mejía, C, Bujanos y R, Byerly, K. (1995). Ciclo Biológico y Morfología del Salerillo Pratrioza cockerelli (Sulc.)(Homoptera:Psyllidae) Vector de la enfermedad “Permanente del jitomate” en el Bajío. *Manejo Integrado de Plagas*. No. 38. 25-35.

Márquez, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 1(37): 385-408. http://sea-entomologia.org/Publicaciones/PDF/BOLN_37/385_408_Tecnicas.pdf

Martini, X, Seibert, S, Prager, S y Nansen, C, (2012). Sampling and interpretation of psyllid nymph counts in potatoes. *Entomología Experimentalis et Applicata*.The Netherlands: John Wiley & Sons, Inc. 103-110

- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2019). Informe de Rendimientos Objetivos de papa en el Ecuador 2018. *Rendimientos de papa en el Ecuador*, 1er edición. 1-19. <http://fliphtml5.com/ijia/tlcp/basic>.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], (2021). Base de datos de Productores del cantón Montúfar.
- Muyaneza, J. (2010). Los psílidos como vectores de enfermedades bacterianas emergentes de cultivos anuales. *Entomólogo del sureste*, 35(3): 471-477. <http://dx.doi.org/10.3958/059.035.0335>
- Muyaneza, J., Buchman, J., Sengoda V., Pescador, T. (2011). Susceptibilidad de Variedades Seleccionadas de Papa a la Enfermedad de la Papa Zebra Chip. *Revista estadounidense de investigación de la papa*, 88(5): 435-440. 10.1007/s12230-011-9209-0
- Olovacha, G. (2020). *EVALUACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES DE ZORROYUYO (Tagetes zypaquirensis) HIGUERILLA (Ricinus communis) PARA EL CONTROL IN VITRO DE PARATRIOZA (Bactericera cockerelli Sulc)*. [Tesis pregrado]. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Pérez, W. y Forbes, G. (2011). *Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina*. Lima-Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Prager, S, Trumble, J. (2018). Manejo Sostenible de Plagas de Artrópodos del tomate || psílidos. *Psílidos: biología, ecología y manejo*. 10.1016/B978-0-12-802441-6.00007-3

- Pumisacho, M. y Sherwood, S. (2002). *El cultivo de la papa en el Ecuador*. 1er edición. Quito-Ecuador. INIAP-CIP.
- Rad, F, Mohsenifar, A, Tabatabaei, M, Safarnejad, M, Shahryari, F, Safarpour, H, Foroutan, A, Mardi, M., Davoudi, D y Fotokian, M. (2012). Detection of candidatus phytoplasma aurantifolia with a quantum dots fret-based biosensor. *Journal of Plant Pathology*, 94(3), 525–534: <http://www.jstor.org/stable/45156279>
- Ríos, D. (2012). Informe “La polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*) en Tenerife”.http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa_482_polilla_guatemalteca_red.pdf.
- Rubio, O, Almeyda, I, Ireta, J, Sanchez, J, Fernández, R, Borbón, J, Díaz, C, Garzón, J, Rocha, R, Cadena, 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.
- Taylor, NM, Butler, R, Vereijssen, J, Davidson M. (2014). El color, el tamaño y los bordes de las trampas alteran las capturas de *Bactericera cockerelli* en un cultivo de papa. *Entomología Experimentalis et Applicata*, 150(3), 226 – 231. [10.1111/eea.12157](https://doi.org/10.1111/eea.12157)
- Thinakaran, J., Pierson, E., Kunta., Munyaneza, J. (2015). Hierba mora de hoja plateada (*Solanum elaeagnifolium*), un huésped reservorio de 'Candidatus *Liberibacter solanacearum*', el agente causal putativo de la enfermedad de las papas fritas de cebrá. *Enfermedades de las plantas*, 99 (7): 910-915. [10.1094/PDIS-12-14-1254-RE](https://doi.org/10.1094/PDIS-12-14-1254-RE)

Thinakaran, J, Horton, D, Cooper, W, Jensen, A, Wohleb, C, Dahan, J, Mustafa, T, Karasev, A, Munyaneza J, (2017). Asociación de Psílido de la Papa (*bactericera cockerelli*; Hemiptera: Triozidae) con *Lycium* spp. (Solanaceae) en regiones productoras de papa de Washington, Idaho y Oregón. *Revista estadounidense de Investigación de la papa*, 94(5), 490-499. 10.1007/s12230-017-9586-0

Vargas, H, Bautista, N, Vera, J, Sánchez, P, García, C, Sánchez, S, García, C, (2014). Prueba de rango logarítmico y prueba de superposición de intervalos para *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) bajo diferentes tratamientos de fertilización para el híbrido de tomate 7705. *Revista de ciencia de los insectos*, 14 (1). [http:// 10.1093/jisesa/ieu128](http://10.1093/jisesa/ieu128)

Vega, J, Rodríguez, L, Lomeli, J, Sánchez, V, Cerna, E, Uribe, L, (2016). Umbrales de desarrollo en *Tamarixia trizae* 1, un parasitoide del Psyllid de la papa. *Entomólogo del suroeste*, 41 (4): 1077-1084. <http://dx.doi.org/10.3958/059.041.0407>

Vega, J. (2010). DETERMINACION DE ALIMENTACION Y PREFERENCIA DE *Tamarixia triozae* (Burks) (Himenoptera; Eulophidae) SOBRE ESTADIOS DE *Bactericera cockerelli*(Sulc)(Hemiptera:Psillidae). [Tesis maestría]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buena vista, Saltillo, Coahuila, México.

Vargas, H, Bautista, N, Vera, J, García, C, Chavarín, C. (2013). Morfometría de huevos, ninfas y adultos de bactericera cockerelli (hemiptera: Triozidae), cultivados en dos variedades de tomate bajo condiciones de invernadero. Entomólogo de Florida, 96(1): 71-79. <http://dx.doi.org/10.1653/024.096.0110>

Xicay, R. 2014. Evaluación de insecticidas en diferentes aplicaciones al follaje y aplicaciones al suelo para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), diagnóstico y servicios realizados en Bayer S.A. (Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala). <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2853/>

ANEXOS

Anexo 1 Estadística descriptiva de los resultados de incidencia y severidad de *Bactericera cockerelli* y Punta Morada de la papa (PMP).

FERNANDEZ SALVADOR

	PROMEDIO	DESV TIPICA	ERROR (MEDIA)	RANGO INTE	cv	cuartiles	
						0%	25%
50%							
Inc	0.0132	0.03488277	0.009006692	0.0000000	2.6397495	0.000000	0.000000
0.00000							
IncH	0.03420589	0.09212247	0.023785919	0.0000000	2.6931753	0.000000	0.000000
0.00000							
IncN	0.10577544	0.25658090	0.066248903	0.0513347	2.4257134	0.000000	0.000000
0.00000							
IncPM	33.43839652	30.69747676	7.926054417	54.9405237	0.9180308	0.000000	1.336856
31.61094							
Sev	0.13333333	0.35186578	0.090851353	0.0000000	2.6389933	0.000000	0.000000
0.00000							
Sev.PM	33.65384615	35.80861264	25.320512821	25.3205128	1.0640273	8.333333	20.993590
33.65385							
SevH	0.22222222	0.59982361	0.154873789	0.0000000	2.6992062	0.000000	0.000000
0.00000							
SevN	0.56111111	1.00419095	0.259280989	0.8333333	1.7896472	0.000000	0.000000
0.00000							
		75%	100%	n			
Inc	0.0000000	0.1013171	15				
IncH	0.0000000	0.3051882	15				
IncN	0.0513347	0.9708738	15				
IncPM	56.2773795	97.7777778	15				
Sev	0.0000000	1.0000000	15				
Sev.PM	46.3141026	58.9743590	2				

SevH 0.0000000 2.0000000 15
 SevN 0.8333333 3.0000000 15

CHITAN NAVARRETE

	PROMEDIO	DESV TIPICA	ERROR (MEDIA)	RANGO	INTE	cv	cuartiles	
							0%	25%
50%								
Inc	0.4578134	1.252279	0.26698674	0.0000000	2.735347	0.0000000	0.000000	0.000000
	0.0000000							
IncH	1.0838563	1.860156	0.39658661	0.9705882	1.716239	0.0000000	0.000000	0.000000
	0.3000018							
IncN	0.9760804	1.714569	0.36554742	1.1933962	1.756586	0.0000000	0.000000	0.000000
	0.3000018							
IncPM	16.9261926	32.935630	7.02189982	3.1179082	1.945838	0.4166667	1.222661	3.4128178
Sev	0.2272727	0.428932	0.09144862	0.0000000	1.887301	0.0000000	0.000000	0.000000
	0.0000000							
Sev.PM	38.6363636	NA	NA	0.0000000	NA	38.6363636	38.636364	38.6363636
SevH	1.7153846	2.289426	0.48810724	2.0000000	1.334643	0.0000000	0.000000	0.000000
	1.1000000							
SevN	0.9424242	1.066217	0.22731818	1.5000000	1.131355	0.0000000	0.000000	0.000000
	1.0000000							
	75%	100%	n	NA				
Inc	0.0000000	5.000000	22	0				
IncH	0.9705882	6.666667	22	0				
IncN	1.1933962	6.666667	22	0				
IncPM	4.3405696	100.000000	22	0				
Sev	0.0000000	1.000000	22	0				

Sev.PM	38.6363636	38.636364	1	21
SevH	2.0000000	8.000000	22	0
SevN	1.5000000	4.000000	22	0

CRISTOBAL COLON

	PROMEDIO	DESV TIPICA	ERROR (MEDIA)	RANGO	INTE	cv	cuartiles		
							0%	25%	50%
75%									
Inc	0.0244431	0.05497488	0.007412812	0.000000	2.249096	0	0.000000	0.000000	0.000000
IncH	0.2648203	0.78039472	0.105228403	0.000000	2.946884	0	0.000000	0.000000	0.000000
IncN	0.2139844	0.62207340	0.083880361	0.000000	2.907098	0	0.000000	0.000000	0.000000
IncPM	6.8245970	7.21197244	0.972462165	9.812057	1.056762	0	1.154244	3.181818	10.96630
Sev	0.2727273	0.67917557	0.091580016	0	2.490310	0	0.000000	0.000000	0.000000
Sev.PM	19.8581560	21.63120567	12.488782419	21.453901	1.089286	0	8.333333	16.666667	29.78723
SevH	0.2665917	0.67293092	0.090737987	0.000000	2.524200	0	0.000000	0.000000	0.000000
SevN	0.3903393	1.03935297	0.140146326	0.000000	2.662691	0	0.000000	0.000000	0.000000

	100%	n	NA
Inc	0.2205072	55	0
IncH	3.5203520	55	0
IncN	2.9702970	55	0
IncPM	22.5467290	55	0
Sev	3.0000000	55	0

Sev.PM 42.9078014 3 52

SevH 2.6923077 55 0

SevN 6.0000000 55 0

LA PAZ

	cuartiles							
	PROMEDIO	DESV TIPICA	ERROR(MEDIA)	RANGO INTE	cv	0%	25%	
50%	75%							
Inc	0.10140442	0.3316616	0.07416179	0.00000	3.2706817	0	0.0000000	0.000000
	0.00000							
IncH	0.07560801	0.2425090	0.05422666	0.00000	3.2074511	0	0.0000000	0.000000
	0.00000							
IncN	0.36233900	1.0720865	0.23972584	0.00000	2.9587942	0	0.0000000	0.000000
	0.00000							
IncPM	17.07162697	23.2028710	5.18831968	22.96022	1.3591482	0	0.8595989	6.776369
	23.81982							
Sev	0.29166667	0.6619902	0.14802550	0.00000	2.2696806	0	0.0000000	0.000000
	0.00000							
Sev.PM	25.55555556	25.0185117	14.44444444	25.00000	0.9789852	0	13.3333333	26.666667
	38.33333							
SevH	0.74250000	2.2383779	0.50051651	0.00000	3.0146503	0	0.0000000	0.000000
	0.00000							
SevN	0.57115385	1.2411803	0.27753636	0.00000	2.1731104	0	0.0000000	0.000000
	0.00000							
	100%	n	NA					
Inc	1.481481	20	0					
IncH	1.052632	20	0					
IncN	4.444444	20	0					
IncPM	93.333333	20	0					

Sev 2.500000 20 0
 Sev.PM 50.000000 3 17
 SevH 9.600000 20 0
 SevN 4.000000 20 0

SAN GABRIEL

	PROMEDIO	DESV TIPICA	ERROR (MEDIA)	RANGO INTE	cv	cuartiles	
						0%	25%
50%							
Inc	0.02883230	0.1105669	0.01251923	0.00000000	3.8348274	0.000000	0.0000000
IncH	0.19678514	1.1790956	0.13350629	0.08566768	5.9917919	0.000000	0.0000000
IncN	0.06969961	0.1879814	0.02128470	0.08289299	2.6970225	0.000000	0.0000000
IncPM	16.70247740	20.5849161	2.33078278	30.09250537	1.2324469	0.000000	0.4979783 2.742111
Sev	0.25320513	0.9031812	0.10226514	0.00000000	3.5669943	0.000000	0.0000000
Sev.PM	35.12423081	11.1933068	6.46245870	10.00957854	0.3186776	22.22222	31.5656566 40.909091
SevH	1.15921856	2.3856560	0.27012235	2.00000000	2.0579864	0.000000	0.0000000
SevN	0.69078144	1.3394827	0.15166655	1.25000000	1.9390832	0.000000	0.0000000
		75%	100%	n	NA		
Inc	0.00000000	0.800000	78	0			
IncH	0.08566768	10.400000	78	0			
IncN	0.08289299	1.469045	78	0			
IncPM	30.59048364	75.180723	78	0			

Sev	0.00000000	7.000000	78	0
Sev.PM	41.57523511	42.241379	3	75
SevH	2.00000000	16.000000	78	0
SevN	1.25000000	9.000000	78	0

PIARTAL

	PROMEDIO	DESV TIPICA	ERROR (MEDIA)	RANGO	INTE	cv	0%	25%
50%								
Inc	0.006594269	0.01617893	0.004487229	0.000000	2.4534842	0	0.000000	0.000000
IncH	0.000000000	0.00000000	0.000000000	0.000000	NA	0	0.000000	0.000000
IncN	0.009832519	0.03545165	0.009832519	0.000000	3.6055513	0	0.000000	0.000000
IncPM	2.707836195	1.99037291	0.552030123	3.008578	0.7350418	0	1.520334	2.49610
Sev	0.153846154	0.37553381	0.104154339	0.000000	2.4409698	0	0.000000	0.000000
Sev.PM	17.361111111	24.55231879	17.361111111	17.361111	1.4142136	0	8.680556	17.36111
SevH	0.000000000	0.00000000	0.000000000	0.000000	NA	0	0.000000	0.000000
SevN	0.179487179	0.64715023	0.179487179	0.000000	3.6055513	0	0.000000	0.000000
	75%	100%	n	NA				
Inc	0.000000	0.04686036	13	0				
IncH	0.000000	0.00000000	13	0				
IncN	0.000000	0.12782275	13	0				
IncPM	4.528912	5.81068416	13	0				
Sev	0.000000	1.00000000	13	0				
Sev.PM	26.041667	34.72222222	2	11				
SevH	0.000000	0.00000000	13	0				
SevN	0.000000	2.33333333	13	0				

Anexo 2 Base de datos, cálculo de incidencia y severidad de *Bactericera cockerelli* y Punta Morada de la papa.

Variedad	# de Muestra	Incidencia de Insectos (%)	Severidad de Insectos (Insectos por hoja)	Incidencia de Ninfas (%)	Severidad de Ninfas (Ninfas por hoja)	Incidencia de Huevos (%)	Severidad de Huevos (Huevos por hoja)	Incidencia de PM (%) Punta Morada	Severidad de PM (%) Punta Morada
Súper Chola									
Muestra SCH	1	0,0469	1	0	0	0	0	5,811	
Muestra SCH	2	0	0	0,128	2,333	0	0	3,196	
Muestra SCH	3	0	0	0	0	0	0	4,529	
Muestra SCH	4	0	0	0	0	0	0	5,243	
Muestra SCH	5	0	0	0	0	0	0	1,900	
Muestra SCH	6	0	0	0	0	0	0	2,496	
Muestra SCH	7	0	0	0	0	0	0	0,552	34,722
Muestra SCH	8	0,039	1	0	0	0	0	0	
Muestra SCH	9	0	0	0	0	0	0	1,520	
Muestra SCH	10	0	0	0	0	0	0	2,888	
Muestra SCH	11	0	0	0	0	0	0	5,133	
Muestra SCH	12	0	0	0	0	0	0	1,934	

Anexo 3 Insecto adulto de *Bactericera cockerelli*





Anexo 4 Ninfas de *Bactericera cockerelli*





Anexo 5 Huevos de *Bactericera cockerelli*



Anexo 6 Cultivo afectado que presenta síntomas de Punta Morada de la papa (PMP)



Anexo 7 Ninfas de *Bactericera cockerelli* en papa.



Anexo 8 Síntomas de Punta Morada de la papa.



Anexo 9 Planta con nivel de afectación 5 de Punta Morada de la papa.

