



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA AGROBIODIVERSIDAD DE SOLANÁCEAS (INCLUIDOS DOS TUBÉRCULOS ANDINOS) Y EL PAISAJE AGRÍCOLA EN LA PRESENCIA DE PUNTA MORADA DE LA PAPA Y DEL PSÍLIDO DE LA PAPA (*Bactericera cockerelli*) EN LOS AÑOS 2018 – 2019 EN LAS PROVINCIAS DE COTOPAXI, TUNGURAHUA Y CHIMBORAZO MEDIANTE EL EMPLEO DE BASES DE DATOS EXISTENTES E IMÁGENES SATELITALES.”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma

Autora:
Naranjo Silva Joselyn Esmeralda

Tutor:
Carrera Molina David Santiago Ing. Mg.

Asesor:
Navarrete Cueva Israel PhD.

LATACUNGA – ECUADOR
Marzo 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Joselyn Esmeralda Naranjo Silva declaro ser la autora del presente proyecto de investigación: **“Determinación de la influencia de la agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) y el paisaje agrícola en la presencia de punta morada de la papa y del psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) en los años 2018 – 2019 en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo mediante el empleo de bases de datos existentes e imágenes satelitales”**, siendo el Ingeniero Mg. David Santiago Carrera Molina, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 4 de abril del 2022

Estudiante

Joselyn Esmeralda Naranjo Silva

CC: 1804993606

Docente tutor

Ing. Mg. David Santiago Carrera Molina

CC: 0502663180

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Naranjo Silva Joselyn Esmeralda, identificada/o con C.I. N° 180499360-6 de estado civil soltera y con domicilio en el Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Agronomía**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de **“Determinación de la influencia de la agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) y el paisaje agrícola en la presencia de punta morada de la papa y del psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) en los años 2018 – 2019 en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo mediante el empleo de bases de datos existentes e imágenes satelitales”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. –

Fecha de inicio: abril 2017 – agosto 2017

Fecha de finalización: octubre 2021 - marzo 2022

Aprobación del Consejo Directivo: 07 de enero del 2022

Tutor. – Ing. Mg. David Santiago Carrera Molina

Tema: “Determinación de la influencia de la agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) y el paisaje agrícola en la presencia de punta morada de la papa y del psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) en los años 2018 – 2019 en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo mediante el empleo de bases de datos existentes e imágenes satelitales.”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 4 días del mes de abril de 2022.

Naranjo Silva Joselyn Esmeralda

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez

LA CEDENTE

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA AGROBIODIVERSIDAD DE SOLANÁCEAS (INCLUIDOS DOS TUBÉRCULOS ANDINOS) Y EL PAISAJE AGRÍCOLA EN LA PRESENCIA DE PUNTA MORADA DE LA PAPA Y DEL PSÍLIDO DE LA PAPA (*Bactericera cockerelli*) EN LOS AÑOS 2018 – 2019 EN LAS PROVINCIAS DE COTOPAXI, TUNGURAHUA Y CHIMBORAZO MEDIANTE EL EMPLEO DE BASES DE DATOS EXISTENTES E IMÁGENES SATELITALES”, de Naranjo Silva Joselyn Esmeralda, de la carrera de Ingeniería Agronómica, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 4 de abril del 2022

Ing. Mg. David Santiago Carrera Molina

DOCENTE TUTOR

CC: 0502663180

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Naranjo Silva Joselyn Esmeralda, con el título del Proyecto de Investigación de “DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA AGROBIODIVERSIDAD DE SOLANÁCEAS (INCLUIDOS DOS TUBÉRCULOS ANDINOS) Y EL PAISAJE AGRÍCOLA EN LA PRESENCIA DE PUNTA MORADA DE LA PAPA Y DEL PSÍLIDO DE LA PAPA (*Bactericera cockerelli*) EN LOS AÑOS 2018 – 2019 EN LAS PROVINCIAS DE COTOPAXI, TUNGURAHUA Y CHIMBORAZO MEDIANTE EL EMPLEO DE BASES DE DATOS EXISTENTES E IMÁGENES SATELITALES”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 4 de abril del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mg. Guido Yauli Chicaiza

CC: 0501604409

Lector 2

Ing. Mg. Emerson Jácome Mogro

CC: 0501974703

Lector 3

Ing. Mg. Giovana Parra Gallardo

CC: 1802267037

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme fortaleza para seguir adelante superando las dificultades que se presentan.

A mi madre, Gloria Silva, por ser mi guía, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, por su amor y cariño, por su esfuerzo diario para darme las posibilidades de estudio. Le debo lo mejor de mí infinitamente.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi por todos los conocimientos impartidos, necesarios para la realización de este proyecto.

A David Carrera, Klever Quimbiulco, y especialmente a Israel Navarrete, por compartir su tiempo y conocimientos, por contribuir al desarrollo excepcional de este trabajo de investigación.

Naranjo Silva Joselyn Esmeralda

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico mi madre y a mi hermana Estela, por brindarme todo el apoyo que estuvo en sus manos a lo largo de mi carrera.

A mi hija, Janice, por existir, por darme un motivo diario de felicidad y tranquilidad.

Naranjo Silva Joselyn Esmeralda

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA AGROBIODIVERSIDAD DE SOLANÁCEAS (INCLUIDOS DOS TUBÉRCULOS ANDINOS) Y EL PAISAJE AGRÍCOLA EN LA PRESENCIA DE PUNTA MORADA DE LA PAPA Y DEL PSÍLIDO DE LA PAPA (*Bactericera cockerelli*) EN LOS AÑOS 2018 – 2019 EN LAS PROVINCIAS DE COTOPAXI, TUNGURAHUA Y CHIMBORAZO MEDIANTE EL EMPLEO DE BASES DE DATOS EXISTENTES E IMÁGENES SATELITALES.

AUTOR: Naranjo Silva Joselyn Esmeralda

RESUMEN

La punta morada de la papa y el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) es un problema fitosanitario que se ha presentado en cultivos de papa, tomate riñón, tomate de árbol, pimiento, uvilla y otras especies pertenecientes a la Familia Solanácea. Sin embargo, hasta la actualidad se desconoce cuál es la relación de la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas, y los componentes del paisaje agrícola con la presencia de PMP y del psílido de la papa, siendo el paisaje un medio que, dependiendo de sus características puede favorecer o limitar el ataque de plagas y enfermedades. El objetivo principal de esta investigación fue determinar la influencia de la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) y el paisaje agrícola en la presencia de PMP y del psílido de la papa en los años 2018 – 2019 en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo. Para esto, se empleó la base de datos del monitoreo de PMP y del psílido de la papa de los años 2018-2019 proporcionada por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad) tomando las variables de provincia, latitud, longitud, altitud, diagnóstico y presencia, bases de datos del año 2012 hasta el 2019 de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) considerando las variables: código INEC de cada parroquia, provincia, cantón, parroquia, código de cada cultivo y superficie total en hectáreas de cada cultivo por parroquia, que permitieron actualizar la base de datos generada por Marcalla (2020) sobre la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas en Ecuador. También se usaron imágenes satelitales Landsat 8 nivel 1 para obtener datos del paisaje agrícola (porcentaje de suelo descubierto, porcentaje de cultivo y porcentaje de páramo) que rodeaban a los puntos de monitoreo de PMP y del psílido de la papa. Los resultados obtenidos muestran que en Ecuador existe un rango promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos

dos tubérculos andinos) que va desde el 11.11% hasta un 66.67%. Las parroquias con mayor porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas son las que se encuentran en el sector centro-norte de la región Sierra. Las imágenes satelitales empleadas, su temporalidad, y el tipo de procesamiento empleado no permitieron obtener datos de calidad esperados sobre la composición del paisaje agrícola, sin embargo, se trabajó con la variable altitud, obtenida de la base de datos proporcionada por Agrocalidad. El porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas influye de manera directamente proporcional en la probabilidad de presencia del psílido de la papa y PMP. La altitud influye de manera inversamente proporcional en la presencia del psílido de la papa. El incremento en la altitud produce un incremento en el efecto que ejerce el porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas en la probabilidad de presencia del psílido de la papa. En cambio, el incremento en la altitud produce una disminución en el efecto que ejerce el porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas en la probabilidad de presencia de PMP.

Palabras clave: Punta morada de la papa, psílido de la papa, ciencia de datos, agrobiodiversidad, solanáceas, altitud.

PUNTA MORADA DE LA PAPA, PSÍLIDO DE LA PAPA, CIENCIA DE DATOS, AGROBIODIVERSIDAD, SOLANÁCEAS, ALTITUD.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

THEME: DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF THE AGROBIODIVERSITY OF SOLANACEOUS CROPS (INCLUDING TWO ANDEAN TUBERS) AND THE AGRICULTURAL LANDSCAPE IN THE PRESENCE OF POTATO PURPLE TOP AND POTATO PSYLLID (*Bactericera cockerelli*) IN THE YEARS 2018 - 2019 IN THE PROVINCES OF COTOPAXI, TUNGURAHUA, AND CHIMBORAZO USING EXISTING DATABASES AND SATELLITE IMAGES.

AUTHOR: Naranjo Silva Joselyn Esmeralda

ABSTRACT

Potato purple top and potato psyllid (*Bactericera cockerelli*) is a phytosanitary problem that has occurred in potato, tomato, tamarillo, bell pepper, cape gooseberry, and other species belonging to the Solanaceae family. However, the relationship between the agrobiodiversity of cultivated solanaceous crops, the components of the agricultural landscape with the presence of PMP, and the potato psyllid are still unknown. The landscape is an environment that, depending on its characteristics, can favor or limit the attack of pests and diseases. The main objective of this research study was to determine the influence of cultivated Solanaceae agrobiodiversity (including two Andean tubers) and agricultural landscape on the presence of PMP and potato psyllid in 2018-2019 in the provinces of Cotopaxi, Tungurahua, and Chimborazo. For this purpose, the database of PMP and potato psyllid monitoring for the years 2018-2019 provided by the Agency for Regulation and Phytosanitary and Zoosanitary Control (Agrocalidad) was used, taking the variables of province, latitude, longitude, altitude, diagnosis and presence, databases from 2012 to 2019 of the Continuous Agricultural Surface and Production Survey (CASPS) considering the variables: INEC code of each parish, province, canton, parish, code of each crop and total area in hectares of each crop per parish, which allowed updating the database generated by Marcalla (2020) on the agrobiodiversity of Solanaceae crops in Ecuador. Landsat 8 level 1 satellite images were also used to obtain data on the agricultural landscape (percentage of bare soil, percentage of crop, and percentage of moorland) surrounding the PMP and potato psyllid monitoring points. The results obtained show that in Ecuador there is an average range of agrobiodiversity of solanaceous crops (including two Andean tubers) from 11.11% to 66.67%. The parishes with the highest average

percentage of solanaceous agrobiodiversity are those found in the central-northern sector of the Sierra region. The satellite images used, their temporality and the type of processing used did not allow for obtaining the expected quality data on the composition of the agricultural landscape; however, we worked with the variable altitude, obtained from the database provided by Agrocalidad. The average percentage of Solanaceae agrobiodiversity has a directly proportional influence on the probability of potato psyllid presence and PMP. Altitude has an inversely proportional influence on potato psyllid presence. The increase in altitude produces an increase in the effect of the average percentage of agrobiodiversity of solanaceous crops on the probability of the presence of the potato psyllid. On the other hand, the increase in altitude produces a decrease in the effect of the average percentage of agrobiodiversity of solanaceous crops on the probability of PMP presence.

Keywords: Potato purple top, potato psyllid, data science, agrobiodiversity, solanaceous crops, altitude.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	xi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
4.1. BENEFICIARIOS DIRECTOS	3
4.2. BENEFICIARIOS INDIRECTOS	4
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
6. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
7.OBJETIVOS	5
7.1. OBJETIVO GENERAL	5
7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
8. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	6

9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
9.1. Punta morada de la papa.....	7
9.2. Familia solanácea.....	9
9.2.1. Diversidad de solanáceas.....	10
9.3. Importancia de las características del paisaje en la presencia de plagas y enfermedades	11
9.4. Vigilancia fitosanitaria	11
9.4.2. Vigilancia Fitosanitaria nacional.....	12
9.5. Sistemas de Información Geográfica.....	13
9.6. Imágenes satelitales.....	13
9.6.1. Imágenes satelitales Landsat 8.....	13
9.6.2. Clasificación supervisada de imágenes satelitales.....	14
9.6.3. Clasificación no supervisada de imágenes satelitales.	14
10. PREGUNTA CIENTÍFICA	14
11. METODOLOGÍA	14
11.1. Tipo de investigación:	14
11.2 Descripción de la metodología utilizada para la investigación.....	15
11.2.1 Actualización de la base de datos de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas	15
11.2.2. Empleo del programa Excel.....	16
11.2.3. Utilización del software ArcGis	16
11.2.4. Análisis de datos	19
12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.	21
12.1. Distribución de la agrobiodiversidad de Solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) cultivadas en Ecuador	21
12.2. Influencia del paisaje agrícola en la presencia del psílido de la papa y PMP.	23
12.3. Influencia de la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) y la altitud en la presencia del psílido de la papa	23

12.4. Influencia de la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) y la altitud en la presencia de punta morada de la papa.	26
12.5. Limitaciones del estudio	29
13.CONCLUSIONES.....	29
14.RECOMENDACIONES.....	30
15.REFERENCIAS	30
Anexo 1. Clasificación no supervisada de imagen satelital Landsat 8 nivel 1, monitoreo de PMP en la provincia de Tungurahua 2018-2019.....	42
Anexo 2. Clasificación no supervisada de imagen satelital Landsat 8 nivel 1, monitoreo de PMP en la provincia de Chimborazo 2018-2019.	43
Anexo 3. Clasificación no supervisada de imagen satelital Landsat 8 nivel 1, monitoreo del psílido de la papa en la provincia de Cotopaxi 2018-2019.	44
Anexo 4. Clasificación no supervisada de imagen satelital Landsat 8 nivel 1, monitoreo del psílido de la papa en la provincia de Tungurahua 2018-2019.....	45
Anexo 5. Clasificación no supervisada de imagen satelital Landsat 8 nivel 1, monitoreo del psílido de la papa en la provincia de Chimborazo 2018-2019.....	46
Anexo 6. Código para generación de la base de datos de agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos).....	47
Anexo 7. Código para determinar la influencia de agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) y el paisaje agrícola en la presencia de PMP y del psílido de la papa.	57
Anexo 8. Aval de traducción	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Generalidades de los agentes causales de PMP.....	8
Tabla 2. Solanáceas de importancia económica a nivel mundial	10
Tabla 3. Estrategias adoptadas para el manejo de PMP en Ecuador	13
Tabla 4. Procedimiento empleado para la clasificación no supervisada de imágenes satelitales y obtención de datos del paisaje agrícola entorno a los puntos de monitoreo de PMP y el psílido de la papa	17
Tabla 5. Tabla de coeficientes de la regresión logística para presencia del psílido de la papa.	24
Tabla 6. Tabla de coeficientes de la regresión logística para presencia de PMP.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción de los agentes causales de PMP.....	8
Figura 2. Metodología empleada en el trabajo de investigación.....	15
Figura 3. Procedimiento empleado para la clasificación no supervisada de imágenes satelitales y obtención de datos del paisaje agrícola. (A) Proyección de archivos importados al programa ArcGis. (B) Proyección del “límite” de estudio. (C) Clasificación no supervisada del “límite” de estudio. (D) Área de influencia de los puntos de monitoreo.....	18
Figura 4. Mapa ejemplo de la clasificación no supervisada de imágenes satelitales para la provincia de Cotopaxi y monitoreo de PMP. (A) Imagen satelital Landsat 8 nivel 1 del año 2019 de la provincia de Cotopaxi y puntos de monitoreo de PMP (2018-2019). (B) Clasificación no supervisada de la imagen satelital en tres clases: páramo, suelo descubierto y cultivo, y puntos de monitoreo de PMP (2018-2019).	19
Figura 5. Correlación entre las variables de estudio.	20
Figura 6. Distribución de la agrobiodiversidad promedio de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) por parroquia en el Ecuador. (A) Agrobiodiversidad nacional por parroquias. (B) Agrobiodiversidad en las provincias de estudio por parroquias.	22
Figura 7. Efecto del porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) y la Altitud en la presencia del psílido de la papa. Los puntos de color negro en las figuras A y B indican la probabilidad de observar el psílido de la papa. La línea azul en las figuras A y B corresponde a la línea de tendencia de la probabilidad. La franja gris indica la banda de intervalo de confianza.	25
Figura 8. Efecto del porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) y la Altitud en la presencia de punta morada de la papa. Los puntos de color negro en la figura A indica la probabilidad de observar PMP. La línea azul en la figura A corresponde a la línea de tendencia de la probabilidad. La franja gris indica la banda de intervalo de confianza.	28

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Ecuación para determinar el porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas por parroquia.	16
Ecuación 2. Ecuación de la regresión logística utilizada para entender el efecto del porcentaje de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas y el paisaje agrícola en la presencia de PMP y el psílido de la papa.....	21
Ecuación 3. Ecuación de la regresión logística utilizada para entender el efecto de la interacción del porcentaje de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas y la altitud en la presencia de PMP y el psílido de la papa.....	21

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Determinación de la influencia de la agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) y el paisaje agrícola en la presencia de punta morada de la papa y del psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) en los años 2018 – 2019 en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo mediante el empleo de bases de datos existentes e imágenes satelitales.”

Fecha de inicio:

Octubre 2021

Fecha de finalización:

Marzo 2022

Lugar de ejecución: 3 provincias del Ecuador (Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo)

Unidad Académica que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica

Equipo de Trabajo:

Responsable del Proyecto: Joselyn Esmeralda Naranjo Silva

Tutor: Ing. Mg. David Santiago Carrera Molina.

Asesor: PhD. Israel Navarrete Cueva

Lector 1: Ing. Mg. Guido Euclides Yauli Chicaiza

Lector 2: Ing. Mg. Emerson Javier Jácome Mogro

Lector 3: Ing. Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo

Área de Conocimiento:

Agricultura-Silvicultura Pesca y Producción agropecuaria

Subárea de Conocimiento:

Agricultura

Línea de investigación:

Línea 2: Desarrollo y seguridad alimentaria.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Línea de vinculación

Gestión de recursos naturales biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano y social.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene la finalidad de comprender cómo la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) y el paisaje agrícola influye en la presencia de Punta Morada de la papa (PMP) y del psílido de la papa, en tres provincias del Ecuador: Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, empleando información existente en la Encuesta de Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), información de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad), e imágenes satelitales Landsat 8 nivel 1 de la plataforma EarthExplorer. Esto ayudará a comprender mejor el problema fitosanitario de la PMP y el psílido de la papa aportando con información para tomas de decisiones frente a su presencia y disseminación.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La punta morada de la papa (PMP) es un problema fitosanitario que es causado por fitoplasmas, el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) y la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CaLso). Los síntomas de PMP en Ecuador se observaron por primera vez en cultivos de papa de la provincia de Carchi en el año 2012 (INIAP, 2018) y se ha ido disseminando hacia el sur en la Sierra ecuatoriana (Castillo, 2021). El psílido de la papa se reportó por primera vez en nuestro país en septiembre del 2017 en cultivos de papa de dos localidades de la provincia de Pichincha (Castillo et al., 2019).

En Ecuador, existe una alta biodiversidad en relación a su superficie pequeña, una parte de esta: la agrobiodiversidad, constituye la base de la seguridad y soberanía alimentaria de todos

los ecuatorianos (Lima et al., 2018). En la Sierra se concentra gran parte de la agrobiodiversidad de solanáceas (Marcalla, 2020).

Esta investigación surge porque la PMP y el psílido de la papa constituyen una amenaza para cultivos de importancia como la papa (*Solanum tuberosum*), el pimiento (*Capsicum annuum*), el tomate (*Solanum lycopersicum*) y otras solanáceas (Mesinas, 2019; Liefting et al., 2009; Blandón, 2012).

Así pues, usualmente se estudia un solo cultivo cuando se habla de enfermedades. Sin embargo, en el caso de la PMP y el psílido de la papa tienen como hospedantes muchas solanáceas, lo que propone una amenaza para países que son centros de origen de solanáceas, ya que no ha existido una coevolución de estos problemas fitosanitarios con las solanáceas, pudiendo correr el riesgo de que todas estén expuestas a problemas serios.

También es necesario señalar el papel del paisaje en la presencia de insectos y microorganismos o enfermedades (Plantegenest et al., 200; Díaz, 2006; Garramuño, 2006), ya que dependiendo de sus características puede favorecer o limitar el ataque de plagas y enfermedades.

Entonces, resulta importante el empleo de bases de datos existentes e imágenes satelitales para obtener información que permita comprender cómo se relaciona la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) y el paisaje agrícola con la presencia de PMP y el psílido de la papa en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, que son reconocidas por su producción de papas y otros cultivos de solanáceas.

La información obtenida servirá para comprender mejor la epidemiología de la PMP y la dinámica poblacional del psílido de la papa, información que puede ser útil para la toma de decisiones de manejo de este problema fitosanitario y para fortalecer futuros sistemas de vigilancia fitosanitaria los cuales puedan garantizar la sanidad de cultivos de solanáceas en el Ecuador.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. BENEFICIARIOS DIRECTOS

Los beneficiarios directos del proyecto de investigación serán los investigadores, personal de vigilancia fitosanitaria de Agrocalidad y los docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, que se servirán de la información obtenida en esta

investigación para futuros trabajos investigativos y/o tomar acciones frente a la diseminación de la PMP y el psílido de la papa.

4.2. BENEFICIARIOS INDIRECTOS

Los beneficiarios indirectos serán los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ya que podrán conocer y aprender la metodología manejada y los resultados de este trabajo investigativo que podrán emplear en futuras investigaciones y proyectos para contribuir con la mitigación de la PMP y el psílido de la papa, beneficiando a su vez, a los agricultores.

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La familia Solanácea es una familia de distribución cosmopolita (Wilf et al., 2017). Mundialmente se cultivan millones de toneladas cada año de algunas de sus especies comestibles. Por ejemplo, para el 2018, la producción mundial bruta de papa fue de 95 millones de toneladas, pimiento 32 millones de toneladas, y tomate 92 millones de toneladas (FAOSTAT, 2021) . Esta familia está constituida aproximadamente por 98 géneros y 3000 especies en todo el mundo (de la Torre et al., 2008). De este total, alrededor del 75% está distribuido en América Latina (Olmstead & Bohs, 2007). Al igual que en varios países de América Latina, en el Ecuador la producción de solanáceas es relevante, teniendo como principales representantes al cultivo de papa que en 2019 obtuvo una producción de 275.346 toneladas métricas, tomate riñón con 31.591 Tm, tomate de árbol con 24.316 Tm, entre otros (INEC, 2019).

El consumo promedio per cápita de papa en países como Bielorrusia, Kirguistán y Ucrania supera los 100 Kg/persona/año. A nivel de Latinoamérica, Perú tiene un per cápita de 80 Kg/persona/año, Chile: 51 Kg/persona/año, Argentina: 44 Kg/persona/año, Ecuador: 25 Kg/persona/año (FAO, 2008). El consumo promedio per cápita de tomate en Turquía es de 151.4 Kg/persona, China: 40.9 Kg/persona/año, Estados Unidos: 37.7 Kg/persona/año (FIRA, 2019), Perú: 6.7 Kg/persona/año (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego de Perú (MINAGRI), 2021), Ecuador: 5 Kg/persona/año (Jaramillo, 2015), por nombrar algunos ejemplos.

Hasta la actualidad se desconoce cuál es la relación de la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas y el paisaje agrícola con la presencia de PMP y el psílido de la papa, siendo que este problema fitosanitario está afectando a varias especies cultivadas de solanáceas (Caicedo

et al., 2020), y el paisaje un medio cuyas características puede influir en la presencia de plagas y enfermedades.

En México se ha evidenciado pérdidas de un 10 a 100% de producción de papas por PMP (Rubio et al., 2013). Así mismo, en Ecuador, se han presentado pérdidas de hasta el 100% de la producción en varios cultivos de papa (Cuesta et al., 2021). Las pérdidas en producción se han asociado también con la presencia del psílido de la papa que a su vez es transmisor de *Candidatus Liberibacter solanacearum* causante de la enfermedad de la papa rayada o papa manchada (Dalgo, 2020).

Este problema fitosanitario también ha hecho que los agricultores, según Navarrete et al., (2021), traten de enfrentar este problema con el empleo intensivo de insecticidas, con la expansión de la frontera agrícola hacia lugares con mayor altitud, lo que puede afectar al ecosistema especialmente a los páramos y a la agrobiodiversidad. Sin embargo, debido a la cantidad y disparidad de la información que se tiene en el país sobre este problema fitosanitario, no se ha logrado declarar un estado de emergencia para destinar mayores recursos para combatirla (Douthwaite, 2020).

Entonces, resulta importante estudiar la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas y el paisaje agrícola en relación a la presencia de PMP y el psílido de la papa para comprender mejor la epidemiología de la PMP y la dinámica poblacional del psílido de la papa, y generar información de valor y evidencia de la verdadera magnitud del problema.

6. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) influye en la presencia de PMP y del psílido de la papa?

¿Cómo influyen los componentes del paisaje agrícola en la presencia de PMP y del psílido de la papa?

7.OBJETIVOS

7.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) y el paisaje agrícola en la presencia de PMP y del psílido de la papa en los años 2018 – 2019 en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo mediante el empleo de bases de datos existentes e imágenes satelitales.

7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ampliar la base de datos existente de las solanáceas cultivadas en Ecuador elaborada por Marcalla (2020).
- Determinar la influencia de la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) en la presencia de PMP y del psílido de la papa.
- Determinar la influencia de los componentes del paisaje agrícola en la presencia de PMP y del psílido de la papa.

8. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACION
Ampliar la base de datos existente de las solanáceas cultivadas en Ecuador elaborada por Marcalla (2020).	<p>*Filtrar información de la base de datos del ESPAC.</p> <p>*Depurar la base de datos del ESPAC, ajustando las variables de interés.</p> <p>*Crear la base de datos actualizada de solanáceas cultivadas en Ecuador.</p>	Base de datos de Solanáceas cultivadas en Ecuador desde los años 2012 hasta el 2019.	Código y base de datos creada en el software de programación de RStudio 3.14
Determinar la influencia de la agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) en la presencia de PMP y del psílido de la papa.	<p>* Extracción del Shapefile map del Ecuador, en ArcGis.</p> <p>*Creación de la base de datos actualizada de solanáceas cultivadas de Ecuador, y otra con la base de datos depurada del monitoreo de PMP y el psílido de la papa.</p> <p>*Creación de base de datos del porcentaje de solanáceas cultivadas por cada punto de monitoreo de PMP y el psílido de la papa.</p> <p>*Realizar un análisis de regresión logística con la base de datos creada.</p>	<p>*Mapa realizado en ArcGis, identificadas las parroquias que cultivan solanáceas y los puntos de monitoreo (ausencia, presencia) de PMP y el psílido de la papa.</p> <p>*Análisis de regresión logística que muestra la relación entre los factores de estudio.</p>	<p>Mapa creado en el software ArcGis 10.5</p> <p>Código y análisis de regresión creados en el software RStudio 3.14</p>
Determinar la influencia de los	*Obtención de imágenes satelitales	* Mapas creados en ArcGis que muestre la	Mapas creados en el software ArcGis 10.5

componentes del paisaje agrícola en la presencia de PMP y del psílido de la papa.	Landsat 8 nivel 1 de la plataforma EarthExplorer del Servicio Geológico de los Estados Unidos. *Realizar una clasificación no supervisada de las imágenes satelitales en el software ArcGis. *Creación de una base de datos del porcentaje de suelo descubierto, cultivo y páramo según la zona de influencia (100 m) de cada punto de monitoreo de PMP y del psílido de la papa. *Realizar un análisis de regresión logística con la base de datos creada.	clasificación no supervisada de las imágenes satelitales y las zonas de influencia de cada punto de monitoreo de PMP y el psílido de la papa. *Análisis de regresión logística que muestra la relación entre los factores de estudio.	Código y análisis de regresión creados en el software RStudio 3.14
---	--	--	--

9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

El síndrome de punta morada de la papa y el psílido de la papa están presentes en el territorio ecuatoriano, siendo reportados a partir de los años 2012 y 2017 respectivamente. Los agentes causales presentes en nuestro país conocidos hasta la actualidad son: varios fitoplasmas, el psílido de la papa, y la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Navarrete et al., 2021).

9.1. Punta morada de la papa

La punta morada de la papa (PMP) es un problema fitosanitario causado por diferentes agentes causales entre los que se encuentran varios fitoplasmas (16SrI, 16SrII, 16SrVI, 16SrXII, 16SrXVIII), *Candidatus Liberibacter solanacearum* que a su vez es agente causal de la enfermedad de la papa rayada, y el psílido de la papa (Pérez et al., 2021). La interacción entre estos agentes causales se visualiza en la Figura 1.

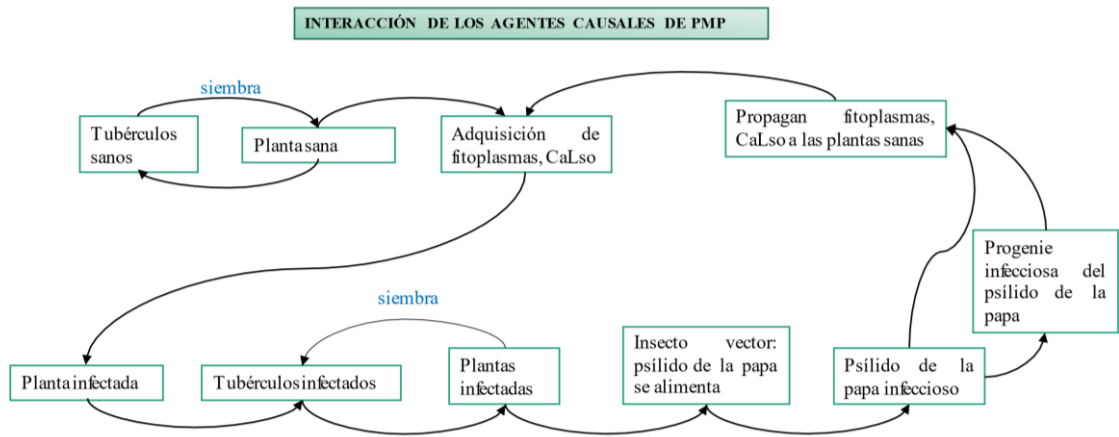


Figura 1. Interacción de los agentes causales de PMP

Elaborado por: El autor

Los agentes causales de PMP conocidos en el país hasta la actualidad son: los fitoplasmas *Candidatus Phytoplasma aurantifolia* (grupo 16SrII) (Caicedo et al., 2015), *Candidatus Phytoplasma asteris* (grupo 16SrI-F) (Castillo et al., 2018), *Candidatus Phytoplasma prunorum* (grupo 16SrX-B), *Candidatus Phytoplasma solani* (grupo 16SrXI y grupo 16SrXII-A) (Castillo, 2021), el psílido de la papa *B. cockerelli* (haplotipo central) (Castillo et al., 2019) y *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CaLso) haplotipo A que a su vez causa la enfermedad de la papa rayada (Caicedo et al., 2020).

Tabla 1. Generalidades de los agentes causales de PMP

	PMP	<i>Bactericera cockerelli</i>	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>
Descripción	Causada por diferentes fitoplasmas (16SrI, 16SrII, 16SrVI, 16SrXII, 16SrXVIII) y <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i> . Vector asociado: <i>Bactericera cockerelli</i> . (Pérez et al., 2021a; Berdúo-Sandoval et al., 2020)	-Nombre científico: <i>Bactericera cockerelli</i> -Orden Hemiptera, familia Triozidae (Bujanos & Ramos, 2015)	-Causante de la enfermedad Papa manchada (zebra chip). -Bacteria restringida al floema de las plantas y la hemolinfa de insectos vectores (psílidos) (Delgado et al., 2019)

Transmisión	-Alimentación de insectos vectores. Estos insectos pertenecen a la familia Triozidae y Cicadellidae (Frías et al., 2013). -Los tubérculos pueden ser fuente de inóculo de PMP. (Hernández et al., 2018; Monteros et al., 2021)	-Mediante material vegetal infestado: Material vegetativo para plantar como injertos. (Vereijssen et al., 2018) -Dispersión de adultos a distancias largas por acción del viento. (Swisher et al., 2013)	-Insecto vector: <i>Bactericera cockerelli</i> . Tubérculos (Cruzado et al., 2020; Hernández et al., 2018)
Síntomas en el follaje	- Hojas jóvenes enrolladas hacia el haz, con clorosis o coloración púrpura. - Tubérculos aéreos. - Plantas marchitas, achaparradas y muerte (infecciones severas) -Escoba de bruja (Cuesta et al., 2021; Pérez et al., 2020)		
Síntomas en tubérculos	- Tubérculos pequeños -Tubérculos con brotes muy delgados. (Díaz et al., 2010; Cuesta et al., 2021)		-Tubérculos pequeños y numerosos, deformes. -Brotes muy delgados. -Decoloración interna, y cuando se fríen en hojuelas presentan franjas oscuras. (Crosslin et al., 2012)
Hospedantes	-Papa -Tomate -Tomate de árbol -Pimiento -Uvilla (Berdúo et al., 2020; Caicedo et al., 2020)	-Papa -Tomate -Berenjena (<i>S. melongena</i>) -Ají (<i>Capsicum spp.</i>) -Tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) -Camote (<i>Ipomoea batatas</i>) -Tomate de árbol -Especies cultivadas y silvestres de la familia Solanácea. (Ramírez et al., 2008; CABI, 2022a)	-Papa -Ají -Berenjena -Uvilla -Tomate de árbol -Tabaco -Malezas pertenecientes a la familia solanácea - Zanahoria (<i>Daucus carota</i>) -Apio (<i>Apium graveolens</i>) (CABI, 2022b)

9.2. Familia solanácea

Las especies que pertenecen a esta familia habitan principalmente zonas tropicales, subtropicales y templadas, dentro de un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm (Rodríguez, 2004), aunque cultivos como la papa se cultivan hasta los 4500 msnm como es el caso de Bolivia (Devaux et al., 2010). En Ecuador, las solanáceas se cultivan desde la zona litoral hasta la región amazónica, con la mayor concentración de especies en la Sierra, llegando, en el caso del cultivo de papa a cultivarse sobre los 3600 msnm (INIAP, 2014a). Las solanáceas en un porcentaje considerable, son plantas de interés alimenticio y de consumo como la papa, el pimiento, el tomate, otras son de interés medicinal como la belladona (*Atropa belladonna*), y otras tienen interés ornamental como la petunia, la

comúnmente llamada dama de noche (*Cestrum nocturnum*), entre otras (Martínez et al., 2017).

9.2.1. Diversidad de solanáceas

Las Solanáceas poseen tres importantes centros de biodiversidad: Australia, el centro y sur de América, y la Región Mediterránea (Egea-Sánchez & Egea-Fernández, 2010; Samuels, 2015).

Perú tiene el mayor número de géneros y especies de Solanáceas: 41 géneros y 631 especies. Luego de Perú, vienen Brasil, Ecuador y Colombia, mientras que Uruguay y las Guayanas tienen un porcentaje bajo de diversidad de Solanáceas (Palchetti et al., 2020). De las 350 especies de solanáceas existentes en el Ecuador, 60 especies son alimenticias, Además, es la cuarta familia con mayor número de especies de uso medicinal en el Ecuador (de la Torre et al., 2008)

Las especies de la familia Solanácea empleadas como alimento pertenecen a 15 géneros, las cuales son propiamente cultivadas, y otras son semi-cultivadas, o cosechadas localmente de manera silvestre (Samuels, 2015). Solo los géneros *Solanum*, *Capsicum*, *Physalis* y *Lycium* proveen especies de importancia económica significativa. La mayoría de especies pertenecen al género *Solanum* que incluye especies de importancia regional como la naranjilla, el pepino dulce (*Solanum muricatum*) y el tomate de árbol (Samuels, 2012).

Tabla 2. Solanáceas de importancia económica a nivel mundial

Solanáceas	Distribución mundial	Principales países productores
Género <i>Solanum</i>		
Papa	Se encuentra en países de América, África, Europa, Asia y Oceanía (FAO, 2008)	China, India, Federación de Rusia (FAO, 2022a)
Tomate	Se encuentra en países de América, Europa, África, Asia y Oceanía. (GBIF, 2021a)	China, Estados Unidos, India, Turquía (FAO, 2022b)
Berenjena	Se encuentra en países de América, Europa, África, Asia y Oceanía. (GBIF, 2021b)	China, India, Egipto (FAO, 2022c)
Género <i>Capsicum</i>		
Pimiento	Se encuentra en países de América, Europa, África, Asia y Oceanía. (GBIF, 2021c)	China, México, Turquía, Indonesia (FAO, 2022d)
Género <i>Physalis</i>		
Uvilla	Se encuentra en América, Europa, Centro y Sur de África, Sur de Asia, y Oceanía. (GBIF, 2021d)	Colombia, Sudáfrica, Kenia (Mendoza et al., 2012)

9.3. Importancia de las características del paisaje en la presencia de plagas y enfermedades

La composición y fragmentación del paisaje tiene un papel significativo en la presencia de insectos y microorganismos o enfermedades (Plantegenest et al., 200; Díaz, 2006; Garramuño, 2006), siendo la fragmentación del paisaje; la generación de fragmentos o parches del paisaje que conlleva cambios de estructura y composición de los hábitats dentro del paisaje (García, 2011), que generalmente conducen al desplazamiento o pérdida de la biodiversidad (Santos & Tellería, 2006).

La fragmentación del paisaje puede favorecer al desarrollo adecuado de las poblaciones de insectos o su disolución dependiendo de su estructura y concentración de recursos (Clemente & Álvarez, 2019). Por ejemplo, la población de insectos plaga puede ser suprimida al disminuir su área de cultivo preferido (O'Rourke et al., 2011), en cambio, cuando el paisaje tiene más diversidad, la diversidad y abundancia de insectos generalistas aumenta (Jonsen & Fahrig, 1997).

En cuanto a enfermedades, la alta fragmentación del paisaje agrícola y su heterogeneidad disminuyen el riesgo de ataque de enfermedades (Ericson et al., 1999), es decir, cuando las poblaciones hospedantes no se concentran en un solo lugar y en su entorno existe diversidad de especies (de diferentes familias). Además, tomando en cuenta la densidad de la fuente de inóculo puede ser posible determinar la probabilidad de apareamiento, y la gravedad del alcance de las enfermedades (Plantegenest et al., 2007).

9.4. Vigilancia fitosanitaria

Un sistema de vigilancia fitosanitaria consiste en la generación de información fitosanitaria oportuna y confiable sobre aspectos importantes que incluyen la condición, distribución, manejo y control oficial de plagas (FAO, 2018b). La información técnica y científica sobre la aparición y detección de plagas incluyendo exóticas que amenacen la producción agrícola o flora silvestre resulta imprescindible para los Análisis del Riesgo de Plagas (Rivas et al., 2009), los cuales son procesos en los que se evalúa la información para determinar la reglamentación de una plaga y las medidas fitosanitarias para combatirla (FAO, 2018b). Además, es una clave importante para el comercio internacional de productos vegetales (Galarza, 2018).

9.4.1. Tipos de Vigilancia Fitosanitaria

La vigilancia fitosanitaria puede ser de dos tipos: Vigilancia general y Vigilancia específica

La vigilancia general es definida por la FAO (2018a) como un proceso de generación de información sobre plagas de interés para un área, obtenida de diversas fuentes donde esté disponible y pueda ser proporcionada a las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria, por ejemplo, en Ecuador: la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad), y en Perú: El Servicio Nacional de Sanidad Agraria (Senasa). Los resultados de esta vigilancia permiten la declaración de cuarentenas o el diseño de una vigilancia específica (FAO & IICA, 2019).

La vigilancia específica consiste en “procedimientos mediante los cuales las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria obtienen información sobre plagas de interés en sitios específicos de un área durante un período de tiempo definido” (FAO & IICA, 2019). Esta vigilancia genera información mediante encuestas, trampeos, monitoreos, y otros medios de verificación (Rivas et al., 2009).

9.4.2. Vigilancia Fitosanitaria nacional

En el Ecuador se realiza actividades de vigilancia fitosanitaria a través de los sensores fitosanitarios de Agrocalidad. Los sensores fitosanitarios son técnicos agrícolas y agropecuarios capacitados para desarrollar tareas de vigilancia específica de plagas incluyendo cuarentenarias que afectan cultivos de importancia económica en el país (Troya & Vaca, 2016).

Pérez et al., (2020) señalan que, en Ecuador, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ejecuta la Estrategia de Manejo Nacional de Punta Morada, basada en cuatro ejes: investigación, sistema de semilla, capacitación y difusión, y sistema de monitoreo y alerta temprana.

Tabla 3. Estrategias adoptadas para el manejo de PMP en Ecuador

Estrategias adoptadas para el manejo de PMP en Ecuador			
Uso de semilla sana	Detección y monitoreo	Manejo integrado	Capacitación y difusión
-Semilla certificada o de calidad.	-Determinar la presencia del psílido de la papa, PMP y zebra chip. -Monitoreo: trampas, análisis en laboratorio.	-Control químico: Tomando en cuenta la rotación de productos químicos, factores ambientales y el resultado de los monitoreos del psílido. -Tecnología de aspersión: horario de aplicación, equipo calibrado, cubrir especialmente el envés de las hojas del tercio inferior. -Prácticas culturales: manejo y eliminación de los focos de infestación, rotación de cultivos.	-Desarrollo de material divulgativo. -Capacitaciones a nivel nacional (productores, técnicos y estudiantes).

Fuente: Cuesta et al.,(2021)

9.5. Sistemas de Información Geográfica

Los Sistemas de información geográfica incluyen “un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos” (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2006, p.108). Los SIG pueden ser empleados para integrar las características de un paisaje y correlacionarlos con los patrones espaciales de la distribución de una enfermedad (Plantegenest et al., 2007).

9.6. Imágenes satelitales

Una imagen satelital es una imagen generada a partir de sensores ubicados en un satélite artificial, el cual toma la radiación emitida o reflejada por la superficie de la Tierra para generarla, y su calidad depende de las características de los sensores empleados y de la altitud (Sánchez, 2012)

9.6.1. Imágenes satelitales Landsat 8

Son imágenes satelitales generadas por el satélite Landsat 8 desarrollado por la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA en inglés) en conjunto con

el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS en inglés) (Aguilar et al., 2014). Consta de dos sensores: (OLI) y (TIRS), los cuales poseen nueve bandas espectrales que proporciona información detallada sobre la presencia de características de la vegetación, nubes, recursos hídricos, nieve, entre otros (Ariza, 2013).

9.6.2. Clasificación supervisada de imágenes satelitales

Consiste en la generación de clases a partir de “áreas de entrenamiento” seleccionadas por el usuario, el cual debe estar seguro de la clase a la que pertenecen las áreas seleccionadas, es decir debe conocer el área de estudio. El programa compara las áreas de entrenamiento con el resto de la imagen satelital para clasificarla (Del Toro et al., 2015).

9.6.3. Clasificación no supervisada de imágenes satelitales.

Este tipo de clasificación permite definir las clases espectrales de la imagen, el programa agrupa los píxeles que tienen un comportamiento espectral homogéneo y genera las clases (Reuter, 2017).

10. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Cómo la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas influye en la presencia de PMP y del psílido de la papa?

¿Cómo influyen los componentes del paisaje agrícola en la presencia de PMP y del psílido de la papa?

11. METODOLOGÍA

11.1. Tipo de investigación:

•**Bibliográfica:** Porque se revisó y seleccionó información a partir de material bibliográfico existente como documentos, artículos científicos, manuales técnicos y otros medios de información primaria (bases de datos) y secundaria.

Se pretende determinar cómo la agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) y el paisaje agrícola influyen en la presencia de PMP y el psílido de la papa, empleando información existente en el banco de Información de El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador (INEC), información de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad), e imágenes satelitales Landsat 8 nivel 1 obtenidas

de la plataforma EarthExplorer del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS en inglés).

•**Descriptiva:** porque se detallan los datos y fenómenos obtenidos en el estudio, para poder lograr un impacto benéfico para los investigadores, gobiernos locales y agricultores, con respecto a la PMP y el psílido de la papa en Ecuador.

11.2 Descripción de la metodología utilizada para la investigación

Para responder las preguntas de investigación se realizaron los siguientes pasos (Figura 1): (1) actualización de la base de datos de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (2) Empleo del programa Excel (3) utilización del software ArcGis 10.5, (4) análisis de datos, (5) interpretación de resultados.

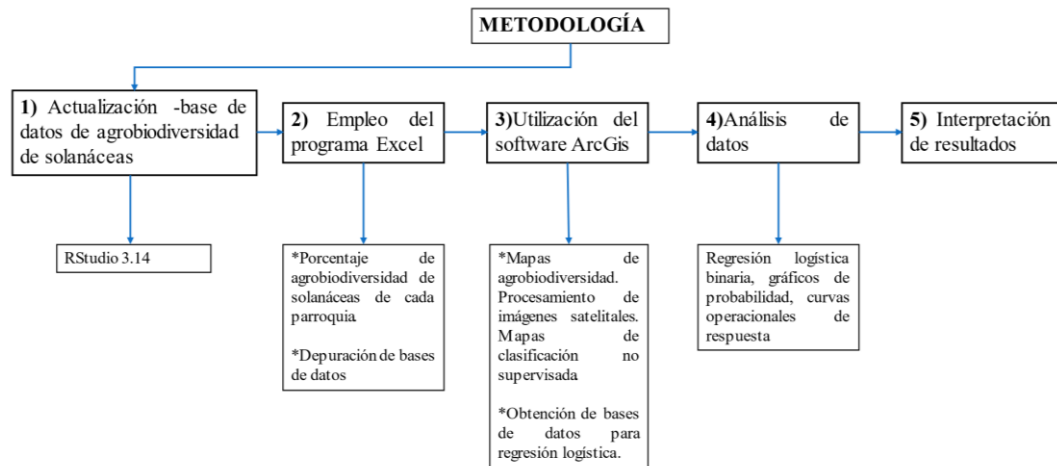


Figura 2. Metodología empleada en el trabajo de investigación

Elaborado por: El autor

11.2.1 Actualización de la base de datos de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas

Este trabajo se realizó partiendo de la investigación realizada por Marcalla (2020) quien generó una base de datos de las solanáceas cultivadas en Ecuador y tubérculos andinos como la mashua y el melloco desde el año 2012 al 2018 a partir de información de la ESPAC para identificar su distribución en el Ecuador. Se empleó el software RStudio 3.14 para actualizar esta base de datos agregando datos del año 2019 configurando el código para cada variable en el editor de sintaxis. Las variables de esta base de datos fueron las siguientes: indicador que

corresponde al código INEC¹ de cada parroquia, porcentaje promedio de superficie sembrada en hectáreas de: tomate de árbol, uvilla, berenjena, papa, pimiento, ají, tomate de riñón, melloco, mashua, y promedio del porcentaje de superficie sembrada de solanáceas cultivadas.

11.2.2. Empleo del programa Excel

Empleando el programa Excel se obtuvo el porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) de cada parroquia a partir de la base de datos creada en RStudio 3.14 a la cual se añadió una columna con esta información de acuerdo al número de cultivos (de los 9 tomados en cuenta) que presentaron información en la ESPAC en cada parroquia.

Porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas por parroquia

$$= \frac{n. cultivo * 100}{\text{número total de cultivos}}$$

Ecuación 1. Ecuación para determinar el porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas por parroquia.

Donde:

n. cultivo= número de cultivos de los 9 cultivos seleccionados para la base de datos (tomate de árbol, uvilla, berenjena, papa, pimiento, ají, tomate de riñón, melloco, mashua)

número total de cultivos: 9 cultivos incluidos en la base de datos

También se depuró la base de datos del monitoreo de PMP y el psílido de la papa en Ecuador proporcionada por Agrocalidad, tomando los datos de la provincia de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo registrados desde el año 2018 al 2019.

11.2.3. Utilización del software ArcGis

El programa ArcGis fue empleado para generar los mapas de agrobiodiversidad de solanáceas y para el procesamiento de imágenes satelitales Landsat 8.

Mapas de agrobiodiversidad de solanáceas por parroquias: Primero se cargaron los shapefiles de Ecuador, provincias de Ecuador y parroquias de Ecuador. Después, se importaron al programa las bases de datos de solanáceas cultivadas en Ecuador y de

¹ Consta de 6 dígitos. Por ejemplo, para la parroquia Guaytacama el código INEC es: **050153**. Provincia Cotopaxi: **05**, Cantón Latacunga: **01**, Parroquia Guaytacama: **53**.

monitoreo de PMP y del psílido de la papa. A continuación, se crearon dos mapas: el primero constó de una sola capa de la distribución del porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) en cada parroquia a nivel nacional. El segundo mapa se realizó a nivel de las tres provincias de estudio, compuesto por tres capas: una capa de los puntos de presencia de PMP, otra capa los puntos de presencia del psílido de la papa, y otra de la distribución del porcentaje promedio de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) en cada parroquia. Para la capa de agrobiodiversidad de solanáceas se juntó su tabla de atributos con la tabla de atributos del shapefile de las parroquias del Ecuador empleando el comando “join”.

A continuación, en las tablas de atributos de monitoreo de PMP y del psílido de la papa se añadió una columna para el porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas de cada punto empleando el comando “add field”. Este porcentaje se asignó manualmente según la parroquia en la que se encuentran proyectados los puntos de monitoreo. Estas se exportaron al programa Excel.

Procesamiento de imágenes satelitales Landsat 8: Se descargó imágenes satelitales Landsat 8 nivel 1 de la plataforma EarthExplorer de los años 2018 o 2019, y se realizó una clasificación no supervisada en tres categorías: suelo descubierto cultivo y páramo, las cuales se crearon automáticamente en el software ArcGis 10.5. basándose en la información espectral del ráster (imagen satelital). A continuación, en la Tabla 4 y Figura 3 se indican los pasos que se siguieron para obtener el porcentaje de suelo descubierto, porcentaje de cultivos y porcentaje de páramo entorno al área de influencia de los puntos de monitoreo de PMP y el psílido de la papa.

Tabla 4. Procedimiento empleado para la clasificación no supervisada de imágenes satelitales y obtención de datos del paisaje agrícola entorno a los puntos de monitoreo de PMP y el psílido de la papa

Pasos	Descripción	Comando empleado
Importar archivos al programa ArcGis 10.5 (Figura 3 A)	-Shapefile de la provincia en estudio. -Shapefile monitoreo de PMP. - Shapefile monitoreo de <i>B. cockerelli</i> . -Imagen Landsat 8: combinación de bandas 6-5-2 (Agricultura)	“add data” “composite bands”
Definir área de interés (Figura 3 B)	Seleccionar un polígono que sea nuestro “límite” de estudio, el cual abarque los puntos proyectados de monitoreo de PMP y el psílido de la papa.	“extract by mask”

Clasificación no supervisada (Figura 3 C)	Clasificar el ráster delimitado por el “límite” en tres clases (categorías): suelo descubierto, cultivo y páramo.	- “Iso Cluster Unsupervised Classification”
Área de influencia (Figura 3 D)	Definir el área de influencia de cada punto de monitoreo de PMP y el psílido de la papa (100 m) para obtener información del paisaje agrícola de su entorno (porcentaje de suelo descubierto, porcentaje de cultivo y porcentaje de páramo)	“Buffer”
Porcentaje de las clases en la zona de influencia de cada P (Figura 3 D)	-Transformar el ráster clasificado a un archivo tipo polígono. -Cortar el polígono con el área de influencia determinado para cada punto de monitoreo. -Obtener la superficie y el porcentaje de cada polígono que conforman las áreas de influencia, según las clases.	- “raster to polygon” - “clip” - “field calculator”

Elaborado por: El autor

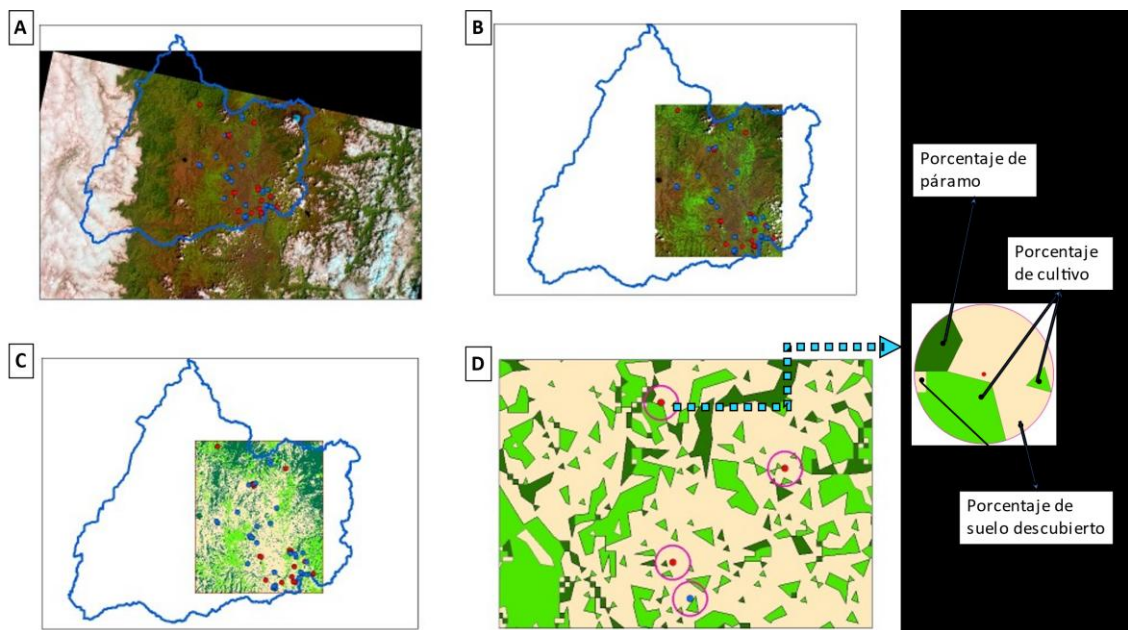


Figura 3. Procedimiento empleado para la clasificación no supervisada de imágenes satelitales y obtención de datos del paisaje agrícola. (A) Proyección de archivos importados al programa ArcGis. (B) Proyección del “límite” de estudio. (C) Clasificación no supervisada del “límite” de estudio. (D) Área de influencia de los puntos de monitoreo.

Elaborado por: El autor

Finalmente se realizaron mapas de clasificación del paisaje (como se muestra en la Figura 4), y se obtuvieron tablas de atributos con información sobre el porcentaje de suelo descubierto,

porcentaje de cultivo y porcentaje de páramo entorno a cada punto de monitoreo de PMP y del psílido de la papa, las cuales se exportaron al programa Excel.

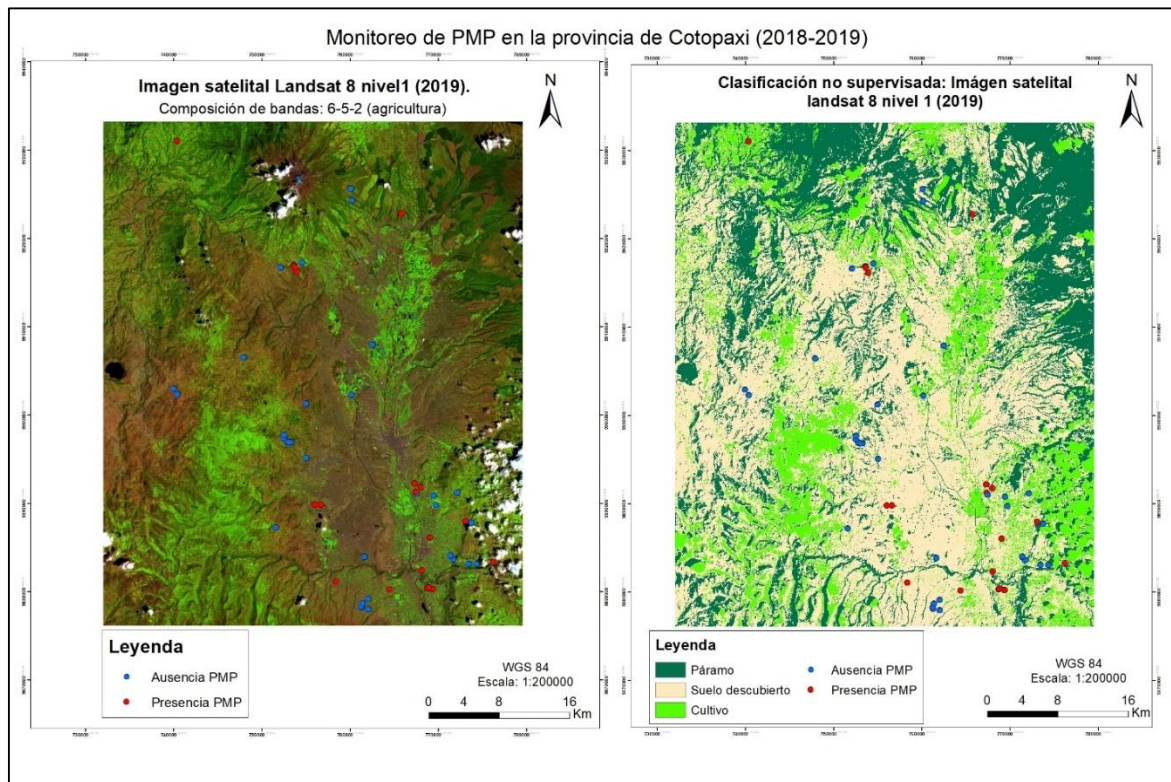


Figura 4. Mapa ejemplo de la clasificación no supervisada de imágenes satelitales para la provincia de Cotopaxi y monitoreo de PMP. (A) Imagen satelital Landsat 8 nivel 1 del año 2019 de la provincia de Cotopaxi y puntos de monitoreo de PMP (2018-2019). (B) Clasificación no supervisada de la imagen satelital en tres clases: páramo, suelo descubierto y cultivo, y puntos de monitoreo de PMP (2018-2019).

Elaborado por: El autor

11.2.4. Análisis de datos

- **Variables dependientes:** presencia del psílido de la papa, presencia de PMP.
- **Variables independientes:** porcentaje de suelo descubierto, porcentaje de cultivo, porcentaje de páramo, porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos), y altitud.

Empleando las bases de datos obtenidas mediante el programa ArcGis 10.5 exportadas como hojas de cálculo al programa Excel, se procedió a cargarlas en el programa RStudio 3.14. Se juntaron los datos de las 3 provincias para incrementar el poder predictivo del modelo.

A continuación, se realizó una correlación previa entre parejas de las variables (Figura 5) para determinar las variables que entran en la regresión logística. La escala de la figura va de 1 (alta correlación) hasta -1 (no hay correlación).

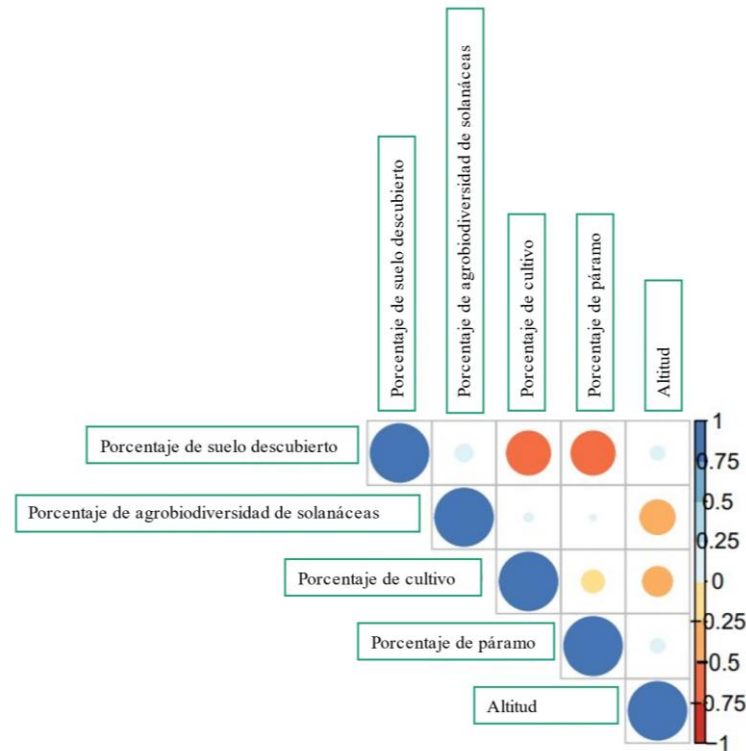


Figura 5. Correlación entre las variables de estudio.

Elaborado por: El autor

Después, se reemplazó los valores de ausencia y presencia con el valor 0 y 1 respectivamente. Luego, se dividieron los datos en una base de entrenamiento (70% de los registros) que sirvió para estimar los parámetros del modelo y la base de evaluación (30% de los registros) para comprobar el comportamiento del modelo estimado, y de esta manera poder validarlo.

Finalmente se realizaron modelos de regresión logística para presencia de PMP y para presencia del psílido de la papa con la interacción de las variables independientes (Ecuación 2). Se escogieron los modelos que presentaron menor AIC (Criterio de Información de Akaike). Estos modelos fueron usados para predecir la probabilidad de PMP y el psílido de la papa (Ecuación 3) de acuerdo a las condiciones de las tres provincias en estudio y se realizaron los gráficos de probabilidad. Posteriormente hicieron curvas operacionales de respuesta (curvas ROC) que se emplearon para determinar el punto de corte o umbral de probabilidad para presencia de PMP y el psílido de la papa.

$$\begin{aligned}
 \textit{Presencia} = & \beta_0 + \beta_1 \% \textit{Agrobiodiversidad} * \beta_2 \% \textit{Suelo} * \beta_3 \% \textit{Páramo} \\
 & * \beta_4 \% \textit{Cultivo} * \beta_5 \textit{Altitud} + \varepsilon_i
 \end{aligned}$$

Ecuación 2. Ecuación de la regresión logística utilizada para entender el efecto del porcentaje de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas y el paisaje agrícola en la presencia de PMP y el psílido de la papa

$$\textit{Presencia} = \beta_0 + \beta_1 \% \textit{Agrobiodiversidad} * \beta_2 \textit{Altitud} + \varepsilon_i$$

Ecuación 3. Ecuación de la regresión logística utilizada para entender el efecto de la interacción del porcentaje de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas y la altitud en la presencia de PMP y el psílido de la papa

12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

12.1. Distribución de la agrobiodiversidad de Solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) cultivadas en Ecuador

Los resultados sobre el promedio de agrobiodiversidad de Solanáceas en Ecuador se muestran en la Figura 6. Se observa (Figura 6A) que, en Ecuador existe un rango promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas que va desde el 11.11% hasta un 66.67%. La mayor agrobiodiversidad promedio de solanáceas cultivadas (66.67%) se encuentra en las parroquias: Cotacachi, Imantag, Quiroga, Pimampiro, pertenecientes a la provincia de Imbabura, y Concepción, perteneciente a la provincia de Carchi. Le siguen las parroquias: El Quinche, Guayllabamba, Pifo, Pintag; provincia de Pichincha, y algunas otras pertenecientes a las provincias de Carchi, Cotopaxi, Chimborazo con un porcentaje de agrobiodiversidad de 55.56%. También se observa (Figura 6B) que en las parroquias que cultivan solanáceas de las provincias de estudio, existe un porcentaje de agrobiodiversidad que va del 11.11% a un 55.56%. Las parroquias que poseen el porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas correspondiente al 55.56% son: Alaquez, San Miguel; Provincia Cotopaxi, Pallatanga; Provincia Chimborazo, y la parroquia Emilio María Terán; Provincia de Tungurahua.

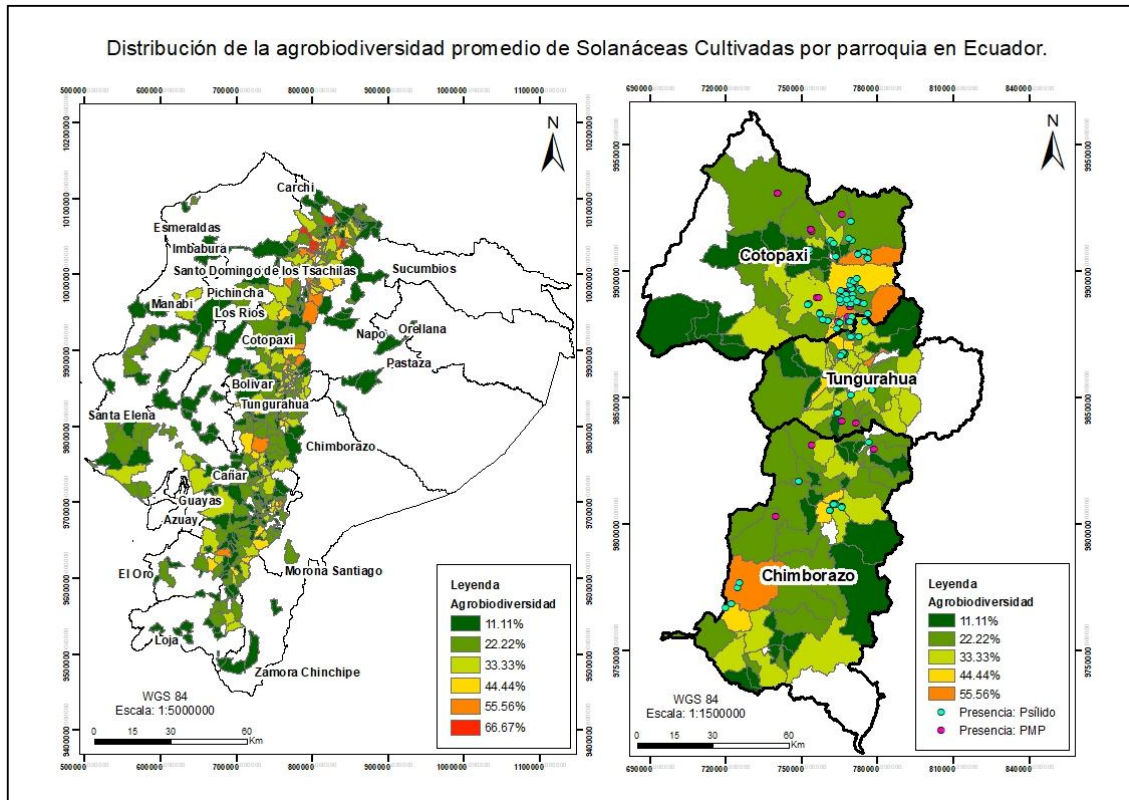


Figura 6. Distribución de la agrobiodiversidad promedio de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) por parroquia en el Ecuador. (A) Agrobiodiversidad nacional por parroquias. (B) Agrobiodiversidad en las provincias de estudio por parroquias.

Elaborado por: El autor

Discusión:

Estos resultados son similares con los obtenidos por Marcalla (2020) que reportó un rango de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas de entre 5% hasta 44.4%. El mayor porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas se ubicó en parroquias pertenecientes al norte de la Sierra ecuatoriana (Carchi e Imbabura), y el menor porcentaje, en las parroquias que se ubicaban en el sur de la Sierra ecuatoriana.

La producción de papa se distribuye en tres zonas de producción: Norte; provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha, Centro; provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo, y Sur; provincias de Azuay y Cañar (Cuesta, 2013). Las zonas de producción de tomate de árbol se encuentran en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Azuay, y Napo (INIAP, 2014b). Las zonas de producción de otras solanáceas como pimiento, tomate riñón y ají se encuentran en su mayoría en las provincias antes mencionadas, incluyendo provincias de la Costa ecuatoriana (Pinto, 2013; Cornejo, 2009; Vera, 2015),

siendo estas provincias a su vez, las que poseen parroquias con una considerable agrobiodiversidad promedio de solanáceas cultivadas.

12.2. Influencia del paisaje agrícola en la presencia del psílido de la papa y PMP.

La calidad de las imágenes satelitales, su temporalidad, y el tipo de procesamiento empleado no permitieron obtener datos de calidad esperados (significancia) sobre la composición del paisaje agrícola (porcentaje de suelo descubierto, porcentaje de cultivos y porcentaje de páramo), pero se pudo trabajar con la variable altitud obtenida de las bases de datos de monitoreo de PMP y el psílido de la papa de Agrocalidad.

Los mapas realizados para obtener datos del paisaje agrícola entorno a los puntos de monitoreo de PMP y el psílido de la papa mediante la clasificación no supervisada de las imágenes satelitales de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo se incluyen en la sección de anexos.

12.3. Influencia de la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) y la altitud en la presencia del psílido de la papa

En la Tabla 5 se encuentran los coeficientes del Modelo de regresión optimizado que se escogió por presentar un AIC menor (265.63) que el modelo donde se incluyeron todas las variables independientes. Los coeficientes del modelo se presentan para la altitud y porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) y la interacción de ambas, que aportan poder explicativo al modelo para predecir la presencia del psílido de la papa, es decir presentan significancia $p < 0,05$.

El modelo de regresión logística empleado para determinar la presencia del psílido presentó un índice de McFadden de 0.324 que señala un buen ajuste del modelo, tomando en cuenta que este índice toma valores de 0.2-0.4 para ajustes excelentes de modelos (Domencich & McFadden, 1975). El umbral de probabilidad (obtenido de la curva ROC) óptimo para saber si hay presencia del psílido es 0.502, a partir del cual, el modelo arroja predicciones acertadas en un alto nivel.

Observando los coeficientes (Tabla 5) señalan que el porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas tiene un efecto de interacción significativo negativo en la presencia del psílido de la papa cuando la Altitud = 0. La altitud tiene un efecto de interacción significativo negativo en la presencia del psílido de la papa cuando el porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas = 0. Entonces podemos decir que la

probabilidad de presencia del psílido disminuye en un valor de 0.79 con cada unidad de aumento en el porcentaje de agrobiodiversidad de solanáceas, cuando la altitud = 0. De igual manera, la probabilidad de presencia del psílido disminuye en un valor de 0.99 por cada unidad de aumento en la altitud, cuando el porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas = 0. Pero al ser una interacción, la estimación de una variable está ajustada o controlada por la otra variable. Por lo que nos enfocamos en el coeficiente de probabilidad de la interacción que nos muestra el verdadero efecto del porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas con la altitud en la presencia del psílido de la papa.

Respecto al efecto interactivo puede afirmarse que el cambio en una unidad en la altitud produce un incremento en un valor de 1.00 del efecto que ejerce el porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas en la probabilidad de presencia del psílido de la papa. Teniendo en cuenta que la variable porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas por si sola (en una regresión logística sin interacciones) influye de manera directamente proporcional en la probabilidad de la presencia del psílido de la papa como se muestra en la Figura 7 A: a mayor porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas; mayor probabilidad de presencia del psílido, y la variable altitud por si sola (en una regresión logística sin interacciones) tiene una influencia inversamente proporcional en la presencia del psílido de la papa (Figura 7 B): a mayor altitud, menor probabilidad de encontrar el psílido de la papa.

El efecto interactivo entre el porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas y la altitud se observa en la Figura 7C: la probabilidad de presencia del psílido de la papa está determinada por la interacción del porcentaje promedio de la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas y la altitud, en donde, a mayor porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas; mayor probabilidad de presencia del psílido de la papa combinándose con altitudes bajas y altas. Asumiendo esta combinación de factores como un indicador del hábitat adecuado para su desarrollo y reproducción.

Tabla 5. Tabla de coeficientes de la regresión logística para presencia del psílido de la papa.

	Log(P)	E. estándar	Valor z	Pr(> z)	Probabilidad (β)
Intercepto	1.148e+01	3.467e+00	3.312	0.000926 ***	97100.59
Agrobiodiversidad de solanáceas	-2.287e-01	8.207e-02	-2.787	0.005319 **	0.7955479
Altitud	-4.435e-03	1.143e-03	-3.881	0.000104 ***	0.9955753
Agrobiodiversidad de solanáceas: Altitud	9.072e-05	2.741e-05	3.310	0.000933 ***	1.000091

Códigos de significancia: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

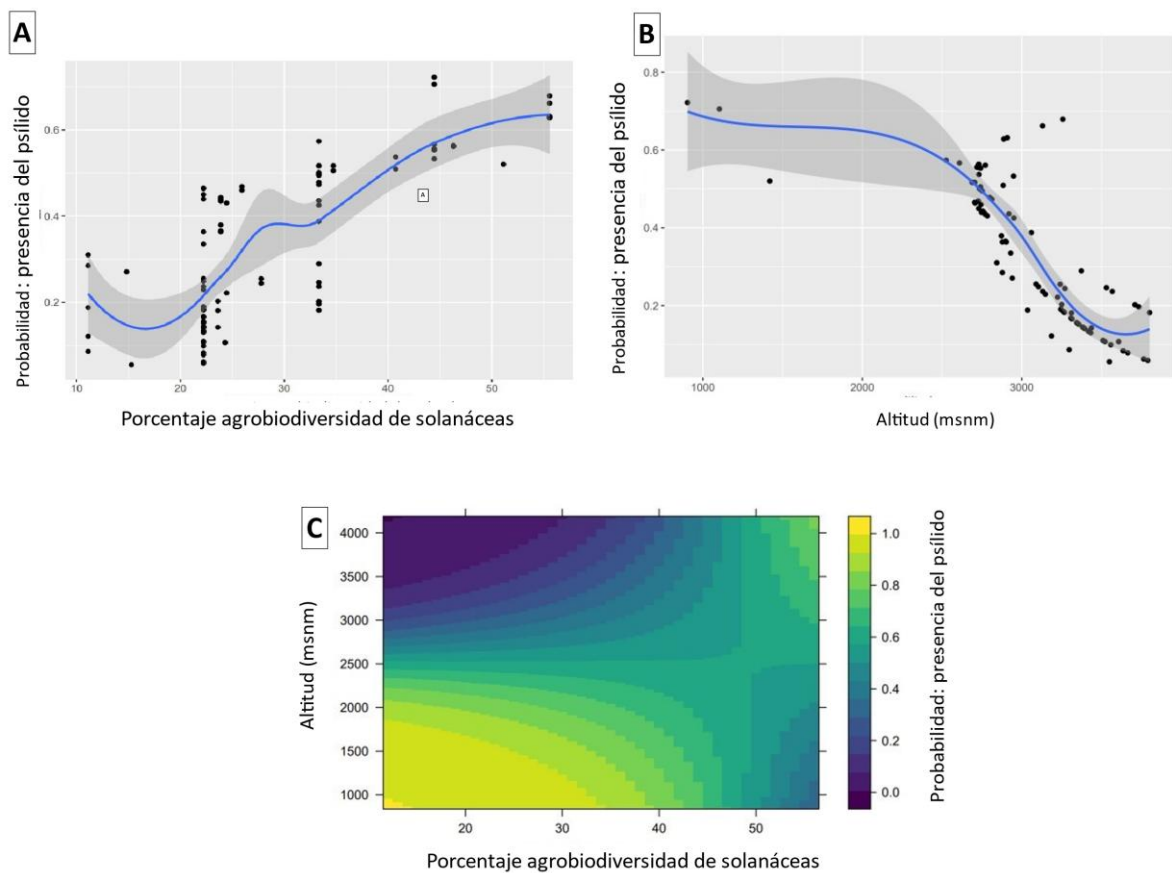


Figura 7. Efecto del porcentaje promedio de agrodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) y la Altitud en la presencia del psílido de la papa. Los puntos de color negro en las figuras A y B indican la probabilidad de observar el psílido de la papa. La línea azul en las figuras A y B corresponde a la línea de tendencia de la probabilidad. La franja gris indica la banda de intervalo de confianza.

Elaborado por: El autor

Discusión:

Estos resultados se deben a que se ha determinado que el psílido de la papa tiene preferencia por hospedar especies pertenecientes a la familia Solanácea ya sean especies cultivadas o silvestres, teniendo una amplia diversidad de hospederas solanáceas (Wallis, 1955; Thinakaran et al., 2015). Entre las especies cultivadas afectadas por el psílido están: la papa, pimiento, tomate, tomate de árbol, berenjena, uvilla (Mesinas, 2019; Liefting et al., 2009; Blandón, 2012), cultivos tomados en cuenta en la agrodiversidad de solanáceas del Ecuador. Además, según Villa et al., (2017) cuando existe una mayor agrodiversidad de especies que pertenecen a una misma familia, la abundancia de insectos plaga se ve influenciada positivamente, lo que concuerda con los resultados obtenidos.

La influencia de la altitud en la presencia del psílido de la papa se explica debido a que en nuestro país por cada 1000 metros de ascenso altitudinal la temperatura decrece 5 °C (Organización de los Estados Americanos (OEA), 1994), y según Espinoza et al., (2014) el desarrollo y supervivencia del psílido de la papa se ven afectados cuando se presentan temperaturas fuera del rango de 16 – 31 °C. Es así que se evidencia la disminución de la probabilidad de encontrar el psílido en zonas altas porque la temperatura media en estas altitudes varía entre los 10 y 16 °C (2500 – 3500 msnm), y entre 1 a 10 °C en altitudes entre los 3500 a 5650 msnm, pudiendo llegar a temperaturas bajo cero (Portilla, 2018), siendo además la temperatura un factor determinante para que el ciclo biológico del psílido de la papa, que generalmente dura 30 días, se acorte o se alargue (Barraza, 2012).

Sin embargo, hay estudios (Henne et al., 2010) que señalan que cierto porcentaje de la población de adultos y ninfas del psílido de la papa pueden sobrevivir aunque se presenten temperaturas prolongadas bajo cero si encuentran microclimas para refugiarse que generalmente están asociados a la presencia de plantas hospedantes, lo cual explica la probabilidad de presencia del psílido de la papa cuando aumenta el porcentaje de agrobiodiversidad de solanáceas independientemente de la altitud a la que se encuentren, tomando en cuenta que cultivos comerciales, y especies silvestres de papa se pueden encontrar incluso sobre los 4000 msnm (Devaux et al., 2010; Centro Internacional de la Papa (CIP), s.f.). Esto a su vez se explica por lo afirmado por Garramuño (2006) que indica que una plaga permanece en un agroecosistema cuando existen hábitats óptimos en espacio y tiempo para su desarrollo y supervivencia. Estos patrones espaciales de un hábitat óptimo incluyen un contenido y estructura homogéneo del paisaje, los patrones temporales refieren a la prevalencia en el tiempo de las características de este paisaje (Wiens, 1997).

12.4. Influencia de la agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) y la altitud en la presencia de punta morada de la papa.

Los coeficientes del modelo de regresión logística optimizado para presencia de PMP se observan en la Tabla 6. El modelo se escogió por presentar un AIC de 120.35 (índice menor versus el modelo realizado con la interacción de todas las variables iniciales), presentó un índice de McFadden de 0.139 que no es bastante bueno, pero aun así funciona para predecir la presencia de PMP. A partir de un umbral de probabilidad de 0.631 el modelo arroja adecuadas predicciones acertadas.

Las variables que aportaron poder explicativo al modelo para predecir la presencia de PMP fueron: porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas, y la interacción del porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas con la altitud. Estas variables presentan significancia, pero con un $p > 0.05$ (90% de confianza).

Analizando el coeficiente de la interacción del porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas con la altitud (Tabla 6), podemos decir que el cambio en una unidad en la altitud produce una disminución de un valor de 0.99 en el efecto que ejerce el porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas en la probabilidad de presencia de PMP. Esta interacción se observa en la figura 8B: la probabilidad de presencia de PMP es alta cuando se combinan los factores de porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas con altitudes medias-bajas, independientemente del incremento del porcentaje de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas.

La variable porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas por sí sola (en una regresión logística sin interacciones) influye de manera directamente proporcional en la probabilidad de la presencia de PMP (Figura 8 A): un aumento en el porcentaje de solanáceas implica un aumento en la probabilidad de que se presente PMP. Sin embargo, se observa que la línea de tendencia (Figura 8 A) tiene intervalos marcados de subida y bajada, por lo que se asume que la variable independiente por sí sola no predice tan bien la presencia de PMP.

Tabla 6. Tabla de coeficientes de la regresión logística para presencia de PMP.

	Log(P)	E. estándar	Valor z	Pr(> z)	Probabilidad (β)
Intercepto	-4.0657830	9.2321855	-0.440	0.6597	0.01714956
Agrobiodiversidad de solanáceas	0.6807028	0.3611805	1.885	0.0595 *	1.97526538
Altitud	0.0009958	0.0030823	0.323	0.7466	1.00099634
Agrobiodiversidad de solanáceas: altitud	-0.0002275	0.0001228	-1.853	0.0639 *	0.99977251

Códigos de significancia: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '*' 0.1 '.' 1

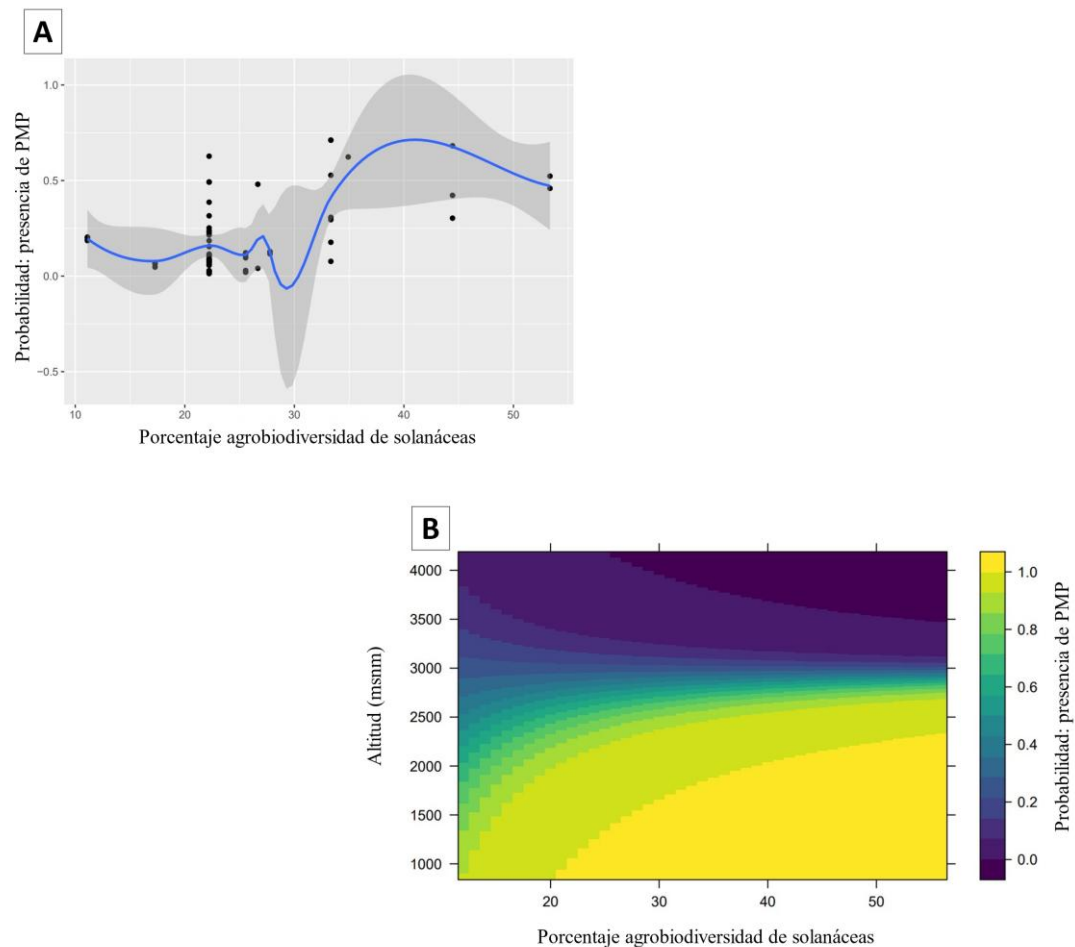


Figura 8. Efecto del porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) y la Altitud en la presencia de punta morada de la papa.

Los puntos de color negro en la figura A indica la probabilidad de observar PMP. La línea azul en la figura A corresponde a la línea de tendencia de la probabilidad. La franja gris indica la banda de intervalo de confianza.

Elaborado por: El autor

Discusión:

Las fluctuaciones en la línea de probabilidad para presencia de PMP se debe a que este problema fitosanitario se da por la interacción de varios agentes, y su aparecimiento depende de varios factores asociados como la presencia de insectos vectores (psílido de la papa), tubérculos semilla infectados y las características del ambiente como la temperatura (Crosslin et al., 2011; Bujanos & Ramos, 2015; Rubio et al., 2006), por lo que no se puede tomar como un factor aislado.

La disminución en la probabilidad de presencia de PMP con el aumento de la altitud es posible que se deba a la influencia que tiene la altitud en la presencia del psílido de la papa, lo

que a su vez tiene un efecto sobre la presencia de PMP también. Esto posiblemente pueda explicar que en zonas altas se presenten poblaciones (bajas) del psílido de la papa, pero los cultivos no sean muy afectados por PMP al ser controlados de manera oportuna generalmente con aplicaciones químicas. Sin embargo, probablemente puede presentarse por otros medios de transmisión como la siembra de tubérculos infectados (Hernández et al., 2018).

12.5. Limitaciones del estudio

Se presentan las siguientes limitaciones del estudio para que los resultados obtenidos puedan ser mejorados, revisados o contrastados a fin de mejorar la investigación:

- Las imágenes satelitales empleadas, su temporalidad, y el tipo de procesamiento empleado no permitieron obtener datos de calidad esperados sobre la composición del paisaje agrícola en relación a las zonas de monitoreo del psílido de la papa y PMP.
- La influencia de las variables de estudio se puede realizar tomando en cuenta la interacción entre la presencia del psílido de la papa y la presencia de PMP.
- Se debe tomar en cuenta la temporalidad (por años) de la agrobiodiversidad de solanáceas y relacionarlos con la temporalidad del monitoreo del psílido de la papa y PMP.

13. CONCLUSIONES

- El porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas (incluidos dos tubérculos andinos) por parroquia en Ecuador en los años 2012-2019 va desde un 11.11 % hasta un 66.67 %. Las parroquias con mayor porcentaje promedio de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas se encuentran principalmente en la región Sierra sector centro-norte.
- La agrobiodiversidad de solanáceas influye de manera directa en la presencia del psílido de la papa y de PMP. El incremento en el porcentaje de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas, incrementa la probabilidad de presencia del psílido de la papa y PMP.
- La altitud influye de manera inversamente proporcional en la presencia del psílido de la papa. El incremento en la altitud, disminuye la probabilidad de presencia del psílido de la papa.
- Existe una interacción directa entre el porcentaje de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas y la altitud en la probabilidad de la presencia del psílido de la papa: el

aumento en la altitud produce un incremento en el efecto que ejerce el porcentaje de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas en la probabilidad de presencia del psílido de la papa.

- Existe una interacción inversa entre el porcentaje de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas y la altitud en la probabilidad de presencia de PMP: el incremento en la altitud produce una disminución en el efecto que ejerce el porcentaje de agrobiodiversidad de solanáceas cultivadas en la probabilidad de presencia de PMP.

14.RECOMENDACIONES

- Para futuros trabajos investigativos se puede determinar la influencia de las variables de estudio tomando en cuenta el conjunto: presencia del psílido de la papa- presencia de PMP, ya que ambos están estrechamente relacionados.
- Continuar con el estudio incluyendo la temporalidad de agrobiodiversidad de solanáceas en relación a la temporalidad del monitoreo del psílido de la papa y PMP incluyendo datos de años recientes: 2020, 2021, 2022.
- Se recomienda utilizar imágenes con alta resolución y baja nubosidad, y emplear otras técnicas adecuadas para la clasificación de las imágenes satelitales que arrojen información más específica y de calidad con respecto a la composición del paisaje.

15.REFERENCIAS

- Aguilar, H., Mora, R., & Vargas, C. (2014). Metodología para la corrección atmosférica de imágenes aster, rapideye, Spot 2 y Landsat 8 con el módulo flaash del software ENVI. *Revista Geográfica de América Central*, 2(53), 55. <https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744544002.pdf>
- Ariza, A. (2013). Productos LDCM - Landsat 8. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://www.un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf>
- Arnoldi, E., & Zampedri, G. (1997). GIS Applications In Agriculture Environmental And Land Information System (E.L.I.S.). In H. Kure, I. Thysen, & A. Kristensen (Eds.), *First European Conference for Information Technology in Agriculture*. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.30.1087&rep=rep1&type=pdf#page=387>
- Barraza, S. (2012). Fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en Huachichil, Arteaga, Coahuila. [UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO].

[http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4339/T19149_BARRAZA CHAVIRA, SANDRA BELEM TESIS.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4339/T19149_BARRAZA_CHAVIRA_SANDRA_BELEM_TESIS.pdf?sequence=1)

- Berdúo-Sandoval, J. E., Ruiz-Chután, J. A., Méndez, L., Mejía, L., Maxwell, D., & Sánchez-Pérez, A. (2020). Detección de patógenos asociados a la enfermedad punta morada en los cultivos de papa y tomate en Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 7(2), 205–217. <https://doi.org/10.36829/63CTS.V7I2.794>
- Blandón, L. A. (2012). Presencia de la bacteria *Candidatus liberibacter solanacearum*, en cuatro cultivos de solanaceae: tomate, chile, papa y berenjena [Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1257>
- Bujanos, R., & 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. OIRSA. https://www.oirsa.org/contenido/Manual_Bactericera_Cockerelli_version_1.3.pdf
- CABI. (2022a). *Bactericera cockerelli* (psílido del tomate/papa). Compendio de Especies Invasoras. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45643>
- CABI. (2022b). *Candidatus Liberibacter solanacearum* (zebra chip). Compendio de Especies Invasoras. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/109434#tosummaryOfInvasiveness>
- Caicedo, J. D., Crizón, M. G., Pozo, A., Cevallos, A., Simbaña, L., Rivera, L., & Arahana, V. (2015). First report of “*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*” (16SrII) associated with potato purple top in San Gabriel-Carchi, Ecuador. *New Disease Reports*. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2015.032.020>
- Caicedo, J., Vallejo, M., Simbaña, L., & Rivera, L. I. (2020). First report of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ causing leaf discoloration and wilting in tamarillo and cape gooseberry in Ecuador. *New Disease Reports*, 41(1), 30–30. <https://doi.org/10.5197/J.2044-0588.2020.041.030>
- Castillo, C., Fu, Z., & Burckhard, D. (2019). First record of the tomato potato psyllid *Bactericera cockerelli* from South America. *Bulletin of Insectology*, 72, 85–91. <https://doi.org/10.1080/00305316.2018.1536003>
- Castillo, C., Paltrinieri, S., Buitrón, J., & Bertaccini, A. (2018). Detection and molecular

- characterization of a 16SrI-F phytoplasma in potato showing purple top disease in Ecuador. *Australasian Plant Pathology*, 47(3), 311–315. <https://doi.org/10.1007/S13313-018-0557-9>
- Castillo Carrillo, C. (2021). Plagas y enfermedades emergentes, nuevos retos para la agricultura, caso punta morada de la papa en Ecuador. In E. J. Quintero-Rivera & C. I. Jaramillo-Barrios (Eds.), *Memorias Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. 48 Congreso SOCOLEN. Congreso virtual.* . Sociedad Colombiana de Entomología. [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/115961/Memorias Congreso Sociedad Colombiana de Entomología_2021.pdf?sequence=1#page=23](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/115961/Memorias%20Congreso%20Sociedad%20Colombiana%20de%20Entomolog%C3%ADa_2021.pdf?sequence=1#page=23)
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (n.d.). *Especies de papas silvestres* . Retrieved March 30, 2022, from <https://cipotato.org/es/potato/wild-potato-species/>
- Clemente, G., & Álvarez, H. (2019). La influencia del paisaje agrícola en el control biológico desde una perspectiva espacial. *Ecosistemas*, 28(3), 13–25. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1730>
- Cornejo, H. (2009). Evaluación de la respuesta agronómica bajo cubierta de dos híbridos de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*), de crecimiento indeterminado Dominique y Michaela, en la parroquia San José de Alluriquín [Escuela Politécnica del Ejército]. [http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2525/1/T-ESPE-IASA II-002300.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2525/1/T-ESPE-IASA%20II-002300.pdf)
- Crosslin, J. M., Olsen, N., & Nolte, P. (2012). First Report of Zebra Chip Disease and “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” on Potatoes in Idaho. *The American Phytopathological Society*, 96(3), 453–453. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-11-0853>
- Crosslin, James M., Hamlin, L. L., Buchman, J. L., & Munyaneza, J. E. (2011). Transmission of Potato Purple Top Phytoplasma to Potato Tubers and Daughter Plants. *American Journal of Potato Research*, 88(4), 339–345. <https://doi.org/10.1007/S12230-011-9199-Y>
- Cruzado, R. K., Rashidi, M., Olsen, N., Novy, R. G., Wenninger, E. J., Bosque-Pérez, N. A., Karasev, A. V., Price, W. J., & Rashed, A. (2020). Effect of the level of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” infection on the development of zebra chip disease in different potato genotypes at harvest and post storage. *PLOS ONE*, 15(4), e0231973. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0231973>
- Cuesta, H., Peñaherrera, D., Velásquez, J., Castillo, C., & Racines, M. (2021). *Guía de manejo de la punta morada de la papa.* INIAP-EESC.

<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5345>

- Cuesta, X. (2013). Potato quality traits: variation and genetics in Ecuadorian potato landraces. Wageningen University.
- Dalgo, Ma. (2020). Evaluación de un sistema de manejo integrado de *Bactericera cockerelli* y su relación con punta morada de la papa en Tumbaco, Pichincha [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21455>
- de la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M., & Balslev, H. (2008). Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Herbario QCA & Herbario AAU.
- Del Toro, N., Gomariz, F., Cánovas, F., & Alonso, F. (2015). Comparación de métodos de clasificación de imágenes de satélite en la cuenca del Río Argos (Región de Murcia). *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 2015(67), 327–347. <https://doi.org/10.21138/bage.1828>
- Delgado, J. C., Beltrán, M., Cerna, E., Aguirre, L. A., Landero, J., Rodríguez, Y., & Occhoa, Y. M. (2019). Candidatus *Liberibacter solanacearum* patógeno vascular de solanáceas: Diagnóstico y control. *TIP. Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 22, 1–12. <https://doi.org/10.22201/FESZ.23958723E.2019.0.177>
- Devaux, A., Ordinola, M., Hibon, A., & Flores, R. (2010). El sector papa en la región andina : diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Centro Internacional de la Papa. https://books.google.es/books?id=jePXEL-GXJIC&dq=El+cultivo+de+papa+en+Ecuador+y+Perú&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Díaz, M., Cadena, M., Rojas, I., Zavaleta, E., Ochoa, D., & Bujanos, R. (2010). Etiología y efecto en genotipos del pardeamiento y la brotación anormal asociado con fitoplasmas en tubérculos de papa - Dialnet. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(4), 525–540. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4172470>
- Díaz, S. (2006). Efectos independientes y en conjunto de la fragmentación y pérdida de hábitat sobre la abundancia, permanencia y movimiento de los coccinélidos asociados a alfalfa (*Medicago sativa* L.) [Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130851>
- Domencich, T., & McFadden, D. (1975). Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis. In

North-Holland Publishing. <https://eml.berkeley.edu/~mcfadden/travel.html>

- Douthwaite, B. (2020). Control of potato purple top in Ecuador: Evaluation of CGIAR contributions to a policy outcome trajectory. International Potato Center. <https://doi.org/10.4160/9789290605553>
- Egea-Sánchez, J. M., & Egea-Fernández, J. M. (2010). Caracterización de variedades locales de solanáceas de la región de murcia como base para la producción ecológica [Universidad de Murcia]. https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2010/ix-congreso/cd-actas/p2-biodiversidad-y-recursos-geneticos_PDF/2-10-caracterizacion-egea.pdf
- Ericson, L., Burdon, J. J., & Müller, W. J. (1999). Spatial and temporal dynamics of epidemics of the rust fungus *Uromyces valerianae* on populations of its host *Valeriana salina*. *Journal of Ecology*, 87(4), 649–658. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2745.1999.00384.X>
- Espinoza, H. R., Rivera, J. M., Brown, J., & Weller, S. (2014). Manejo Integrado De Plagas De Papa En Honduras. http://www.fhia.org.hn/descargas/Departamento_de_Proteccion_Vegetal/Guia_Manejo_Integrado_de_Plagas_de_Papa_en_Honduras.pdf
- FAO. (2008). Mundo de la Papa: Producción y Consumo - Año Internacional de la Papa 2008. <https://www.fao.org/potato-2008/en/world/>
- FAO. (2018a). NIMF 5 (CIPF). FAO. https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2018/07/ISPM_05_2018_Es_2018-07-10_PostCPM13.pdf
- FAO. (2018b). NIMF 6. CIPF, FAO. https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2019/05/ISPM_06_2018_Es_PostCPM-13_LRGRev_2019-05-27.pdf
- FAO. (2022a). Producción de Berenjenas en Mundo + (Total) 2019. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- FAO. (2022b). Producción de Chiles, pimientos picantes, pimientos (verdes) en Mundo + (Total) 2019. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>

- FAO. (2022c). Producción de Papas en Mundo + (Total) 2019. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- FAO. (2022d). Producción de Tomates en Mundo + (Total) 2019. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- FAOSTAT. (2021). Índices de producción. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QI>
- FIRA. (2019). Tomate rojo 2019. Panorama Agroalimentario. <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2019/06/Panorama-Agroalimentario-Tomate-rojo-2019.pdf>
- Frías, G. A., Hernández, V., & Aguirre, L. A. (2013). Importance of *Bactericera cockerelli*, *Empoasca* spp., and *Macrostelus* spp. for Potato Purple Top Epidemic. *Southwestern Entomologist*, 38(1), 49–56. <https://doi.org/10.3958/059.038.0106>
- Galarza, J. (2018). Guía para la implementación del Sistema de Vigilancia Fitosanitaria Específica. IICA.
- García, D. (2011). Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema . *Ecosistemas*, 20(2), 1–10. <https://www.redalyc.org/pdf/540/54022121001.pdf>
- Garramuño, E. (2006). Perspectivas de la ecología del paisaje en entomología aplicada. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 7(1), 54–60. https://doi.org/10.21930/rcta.vol7_num1_art:59
- GBIF. (2021a). Distribution *Capsicum annum* L. <https://www.gbif.org/species/2932944>
- GBIF. (2021b). Distribution *Physalis peruviana* L. <https://www.gbif.org/species/5341784>
- GBIF. (2021c). Distribution *Solanum lycopersicum* L. <https://www.gbif.org/species/2930137>
- GBIF. (2021d). Distribution *Solanum melongena* L. <https://www.gbif.org/species/2930617>
- Henne, D., Paetzold, L., Workneh, F., & Rush, C. (2010). Evaluation of potato psyllid cold tolerance, overwintering survival, sticky trap sampling, and effects of liberibacter on potato psyllid alternate host plants. In F. Workneh & C. Rush (Eds.), *Proceedings of the 2010 Annual Zebra Chip Reporting Session* (pp. 149–153). https://www.researchgate.net/profile/Manjunath-Keremane/publication/51067555_Effects_of_Insecticides_on_Behavior_of_Adult_Bacte

ricera_cockerelli_Hemiptera_Trioziadae_and_Transmission_of_Candidatus_Liberibacter_Psyllaeus/links/54848a780cf2437065c9c2b5/Effects-of-Insecticides-on-Behavior-of-Adult-Bactericera-cockerelli-Hemiptera-Trioziadae-and-Transmission-of-Candidatus-Liberibacter-Psyllaeus.pdf#page=159

- Hernández, V., Salas, M., Frías, G., Aguirre, L., Flores, A., & Almeyda, I. (2018). Importancia de la Semilla-Tubérculo y la Arvensis **Lycium berlandieri** (Dunal) para la epidemia de Punta Morada/Zebra Chip de la Papa EN PRENSA. Revista Bio Ciencias, 5. <http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/442>
- INEC. (2019). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua- ESPAC 2019. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion de los principales resultados ESPAC 2019.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion_de_los_principales_resultados_ESPAC_2019.pdf)
- INIAP. (2014a). Cultivo de papa. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mraiz/rpapa>
- INIAP. (2014b). Tomate de árbol. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mfruti/rtomatea#:~:text=Zonas de producción en el,y Napo en la amazonia.>
- INIAP. (2018). INIAP ejecuta un plan emergente frente a la presencia de Punta Morada de la Papa en Ecuador – Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/iniap-ejecuta-un-plan-emergente-frente-a-la-presencia-de-punta-morada-de-la-papa-en-ecuador/>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2006). Los Sistemas De Información Geográfica . Geoenseñanza, 11(1), 108. <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001>
- Jaramillo, F. (2015). Evaluación agronómica del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo tres diferentes coberturas plásticas. Trabajo de Titulación Presentado Como Requisito Para La Obtención Del Título de Ingeniero En Agroempresas. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5339/1/122917.pdf>
- Jonsen, I., & Fahrig, L. (1997). Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure. Landscape Ecology , 12(3), 185–197. <https://doi.org/10.1023/A:1007961006232>

- Liefting, L. W., Weir, B. S., Pennycook, S. R., & Clover, G. R. G. (2009). “*Candidatus Liberibacter solanacearum*”, associated with plants in the family Solanaceae. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59(9), 2274–2276. <https://doi.org/10.1099/IJS.0.007377-0/CITE/REFWORKS>
- Lima, L., Paredes, N., Tapia B., C., Naranjo, E., Rosero, L., Monteros, A., Tacán, M., Peña, G., & Villarroel, J. (2018). Ecuadorian catalogue of wild species related to sweetpotato, rice, lima bean, potato and eggplant. INIAP. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5539>
- Marcalla, L. (2020). Distribución de solanáceas cultivables en el Ecuador para mejorar la vigilancia fitosanitaria de plagas y enfermedades [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7058/1/PC-001006.pdf>
- Martínez, M., Vargas, O., Rodríguez, A., Chiang, F., Ocegueda, S., Martínez, M., Vargas, O., Rodríguez, A., Chiang, F., & Ocegueda, S. (2017). Solanaceae family in Mexico. *Botanical Sciences*, 95(1), 131–145. <https://doi.org/10.17129/BOTSCI.658>
- Mendoza, J., Rodríguez, A., & Millán, P. (2012). Caracterización físico química de la uchuva (*Physalis peruviana*) en la región de Silvia Cauca. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 188–196. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n2/v10n2a22.pdf>
- Mesinas, E. E. (2019). Parasitoides de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Triozidae) y su cría en solanáceas en Oaxaca [Instituto Politécnico Nacional]. In Tesis de Maestría en Ciencias. http://148.204.117.30/jspui/handle/LITER_CIIDIROAX/423
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego de Perú (MINAGRI). (2021). Tomate: Semana nacional de frutas y verduras 2021. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1828921/Dossier Tomate.pdf>
- Monteros, J., Velásquez, J., Araujo, M., Paula, N., & Cuesta, H. (2021). Evaluación del efecto de punta morada de la papa sobre el comportamiento agronómico y la transmisión de síntomas por tubérculo-semilla en la variedad Superchola. In M. Racines, X. Cuesta, J. Rivadeneira, & J. Pantoja (Eds.), *Artículos del Noveno Congreso Ecuatoriano de la Papa* (pp. 69–71). INIAP-CIP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5741>
- Murrall, D. J., Nault, L. R., Hoy, C. W., Madden, L. V., & Miller, S. A. (1996). Effects of Temperature and Vector Age on Transmission of Two Ohio Strains of Aster Yellows

- Phytoplasma by the Aster Leafhopper (Homoptera: Cicadellidae). *Journal of Economic Entomology*, 89(5), 1223–1232. <https://doi.org/10.1093/JEE/89.5.1223>
- Navarrete, I., Almekinders, C., Yue, X., Quimbiulco, K., Panchi, N., Andrade-Piedra, J., & Struik, P. C. (2021). Potato purple top: How to manage this “disease” in Ecuador? *LEISA Revista de Agroecología*, 31–34. <https://leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol37n1e.pdf#page=31>
- O’Rourke, M. E., Rienzo, K., & Poder, A. (2011). A multi-scale, landscape approach to predicting insect populations in agroecosystems. *Ecological Applications*, 21(5), 1782–1791. <https://doi.org/10.1890/10-0241.1>
- Olmstead, R., & Bohs, L. (2007). A Summary of Molecular Systematic Research in Solanaceae: 1982-2006. *Acta Horticulturae*, 745, 255–268.
- Organización de los Estados Americanos (OEA). (1994). Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja. INERHI-PREDESUR-CONADE. <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea02s/oea02s.pdf>
- Palchetti, M. V., Cantero, J. J., & Barboza, G. E. (2020). Solanaceae diversity in South America and its distribution in Argentina. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 92(2), 1–17. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190017>
- Pérez, W., Castillo Carrillo, C., Navarrete, I., Gamarra, H., Arango, E., Naccha, J., & Andrade-Piedra, J. L. (2021). Cartilla para la identificación de síntomas de la punta morada de la papa. In *Plagas emergentes del cultivo de papa en Latinoamérica. Material de capacitación*. International Potato Center. <https://doi.org/10.4160/9789290606161>
- Pérez, W., Gamarra, H., Arango, E., Cruz, W., Kreuze, J., & Andrade-Piedra, J. (2020). . Taller internacional sobre prevención de la diseminación de las principales plagas y enfermedades de la papa en la región andina: Punta morada, psílido de la papa y manchado interno de la papa. <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/107923/RTB-Taller-prevencion-diseminacion-cultivo-papa.pdf?sequence=5>
- Pinto, M. (2013). El cultivo del pimiento y el clima en el Ecuador. http://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/El_cultivo_del_pimiento_y_el_clima_en_el_Ecuador.pdf

- Plantegenest, M., Le May, C., & Fabre, F. (2007). Landscape epidemiology of plant diseases. *Journal of The Royal Society Interface*, 4(16), 963–972. <https://doi.org/10.1098/RSIF.2007.1114>
- Portilla, F. (2018). *Agroclimatología del Ecuador* (Editorial).
- Ramírez, M., Santamaria, E., Mendez, J., Rios, J., Hernandez, J., & Mendez, J. (2008). Evaluacion de insecticidas alternativos para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli* B.y L.) (Homoptera: Triozidae) en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.). *Revista Chapingo Serie Zonas Aridas*, 76, 47–56.
- Ranjan, R., & Vinayak, S. (2020). Application of remote sensing and gis in plant disease management. In H. Chourasia, K. Acharya, & V. Singh (Eds.), *Precision Agriculture and Sustainable Crop Production . Today and Tomorrow's Printers and Publishers*. https://www.researchgate.net/profile/Manoj-Kumar-153/publication/344415326_Chickpea_Biotic_Resistance_Breeding_in_the_Genomic_Era_Progress_and_Prospects/links/5f7328fc299bf1b53efcd12f/Chickpea-Biotic-Resistance-Breeding-in-the-Genomic-Era-Progress-and-Prospects.pdf#page=529
- Reuter, F. (2017). Transformaciones de la imagen: clasificaciones supervisadas y no supervisad. *Carpeta de Trabajos Prácticos: Teledetección Forestal*. <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/lpr/pdf/p11.PDF>
- Rivas, E., Díaz, Y., Borrueal, G., & Perovan, J. (2009). Principios y componentes de un sistema de vigilancia fitosanitaria . *Temas de Ciencia y Tecnología* |, 13(38), 39–48. https://www.utm.mx/edi_antiores/Temas38/2NOTAS 38-3.pdf
- Rodríguez, A. (2004). *Biodiversidad de Oaxaca* (A. García, M. Ordóñez, & M. Briones (eds.)). UNAM, Fondo oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-Word Will Life. <https://books.google.com.ec/books?id=TQfX0cL3ieQC&pg=PA297&lpg=PA297&dq=Solanáceas+Rodriguez+A.+2004+UNAM&source=bl&ots=6mNTwDn8Tq&sig=ACfU3U06C6lXH958pBnZtdPwiHtKkTvkyg&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjckI-Ap7L0AhUbTTABHeKICs4Q6AF6BAgUEAM#v=onepage&q=Solanáceas Rodriguez A. 2004 UNAM&f=false>
- Rubio, O., Almeyda, H., Ireta, J., Sánchez, A., 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.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172006000200008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Rubio, O., Cadena, M., & Vázquez, M. (2013). Manejo integrado de la punta morada de la papa en el Estado de México (Vol. 2). INIFAP-CIRCE.
https://www.researchgate.net/publication/270219398_Manejo_integrado_de_la_punta_morada_de_la_papa_en_el_estado_de_Mexico
- Samuels, J. (2012). A preliminary taxonomic inventory of food species of the Solanaceae family. In Novel Solanaceae Crops Project Cornwall.
https://www.academia.edu/28640026/Inventario_Taxonomico_Preliminar_de_Especies_Comestibles_de_la_Familia_Solanaceae
- Samuels, J. (2015). Biodiversity of Food Species of the Solanaceae Family: A Preliminary Taxonomic Inventory of Subfamily Solanoideae. *Resources*, 4(2), 277–322.
<https://doi.org/10.3390/RESOURCES4020277>
- Sánchez, P. (2012). La teledetección enfocada a la obtención de mapas digitales [Universidad de Cuenca]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/779/1/ti839.pdf>
- Santos, T., & Tellería, J. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies | Ecosistemas. *Ecosistemas*, 15(2).
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/180>
- Swisher, K. D., Sengoda, V. G., Dixon, J., Echegaray, E., Murphy, A. F., Rondon, S. I., Munyaneza, J. E., & Crosslin, J. M. (2013). Haplotypes of the Potato Psyllid, *Bactericera cockerelli*, on the Wild Host Plant, *Solanum dulcamara*, in the Pacific Northwestern United States. *American Journal of Potato Research*, 90(6), 570–577.
<https://doi.org/10.1007/S12230-013-9330-3>
- Thinakaran, J., Pierson, E. A., Longnecker, M., Tamborindeguy, C., Munyaneza, J. E., Rush, C. M., & Henne, D. C. (2015). Settling and Ovipositional Behavior of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) on Solanaceous Hosts Under Field and Laboratory Conditions. *Journal of Economic Entomology*, 108(3), 904–916.
<https://doi.org/10.1093/JEE/TOV058>
- Vera, C. (2015). Niveles de fertilización química en el comportamiento agronómico del cultivo de ají (*Capsicum frutescens*) [Universidad Técnica Estatal de Quevedo].

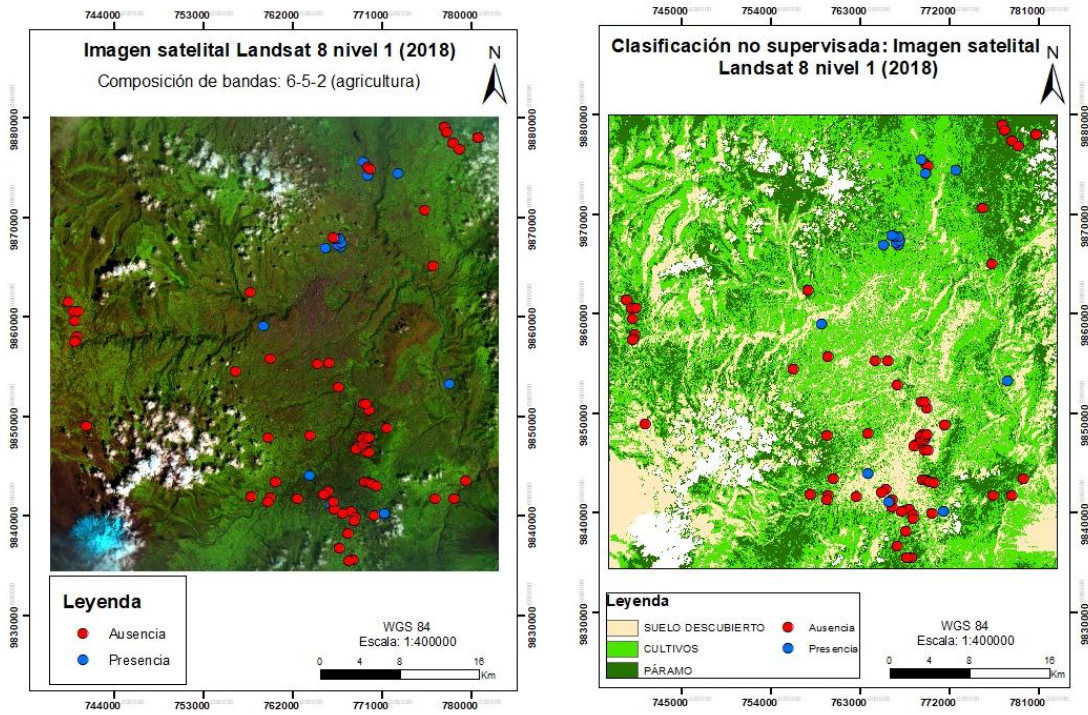
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1475>

- Vereijssen, J., Smith, G. R., & Weintraub, P. G. (2018). *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) and *Candidatus Liberibacter solanacearum* in Potatoes in New Zealand: Biology, Transmission, and Implications for Management. *Journal of Integrated Pest Management*, 9(1). <https://doi.org/10.1093/JIPM/PMY007>
- Villa, M., Santos, S., Sousa, J. P., Ferreira, A., Martins da Silva, P., Patanina, M., Ortega, M., Pascual, S., & Pereira, J. (2017). Efecto del paisaje y del manejo del olivar sobre la polilla del olivo *Prays oleae* (Bernard).
- Wallis, R. L. (1955). Ecological Studies on the Potato Psyllid as a Pest of Potatoes. Technical Bulletin No. 1107. <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.156862>
- Wiens, J. A. (1997). Metapopulation Dynamics and Landscape Ecology. *Metapopulation Biology*, 43–62. <https://doi.org/10.1016/B978-012323445-2/50005-5>
- Wilf, P., Carvalho, M. R., Gandolfo, M. A., & Cúneo, N. R. (2017). Eocene lantern fruits from Gondwanan Patagonia and the early origins of Solanaceae. *Science*, 355(6320). https://doi.org/10.1126/SCIENCE.AAG2737/SUPPL_FILE/WILF-SM.PDF

16. ANEXOS

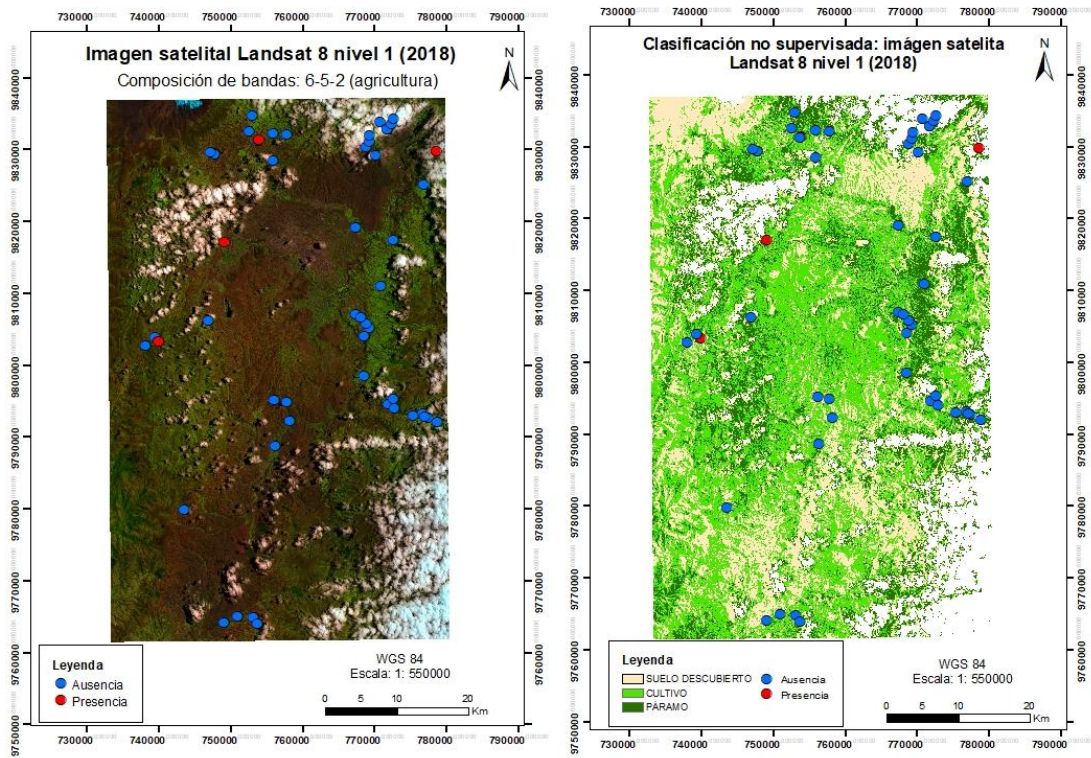
Anexo 1. Clasificación no supervisada de imagen satelital Landsat 8 nivel 1, monitoreo de PMP en la provincia de Tungurahua 2018-2019.

Monitoreo de PMP en la provincia de Tungurahua (2018-2019)



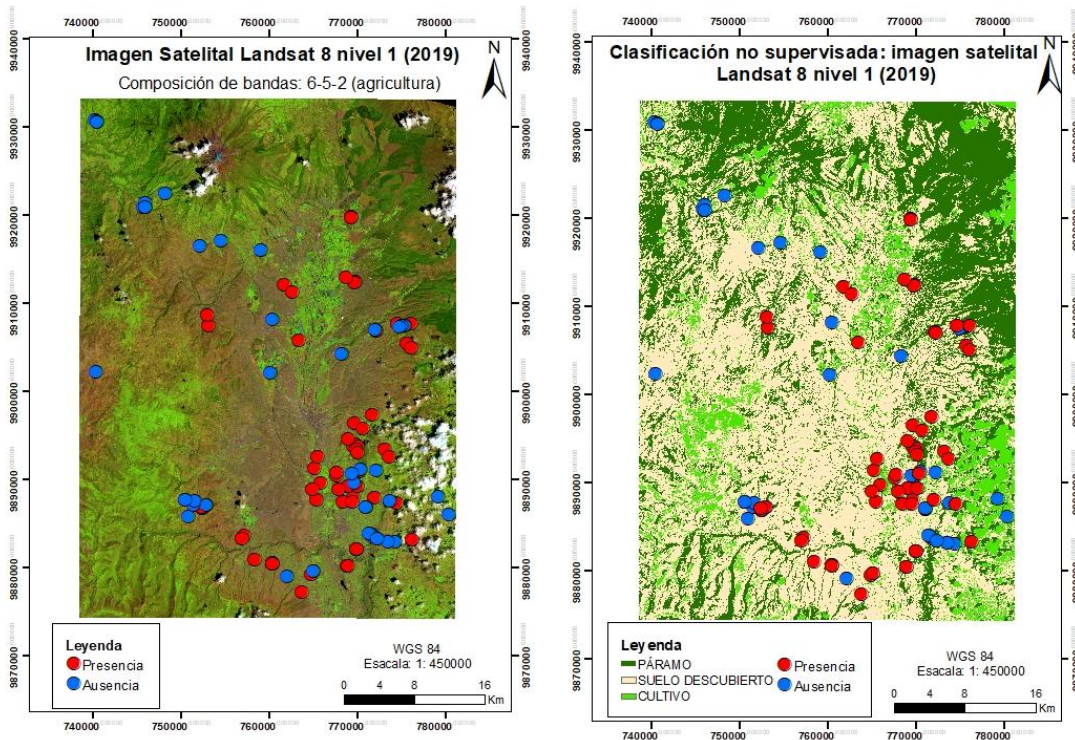
Anexo 2. Clasificación no supervisada de imagen satelital Landsat 8 nivel 1, monitoreo de PMP en la provincia de Chimborazo 2018-2019.

Monitoreo de PMP en la provincia de Chimborazo (2018-2019)



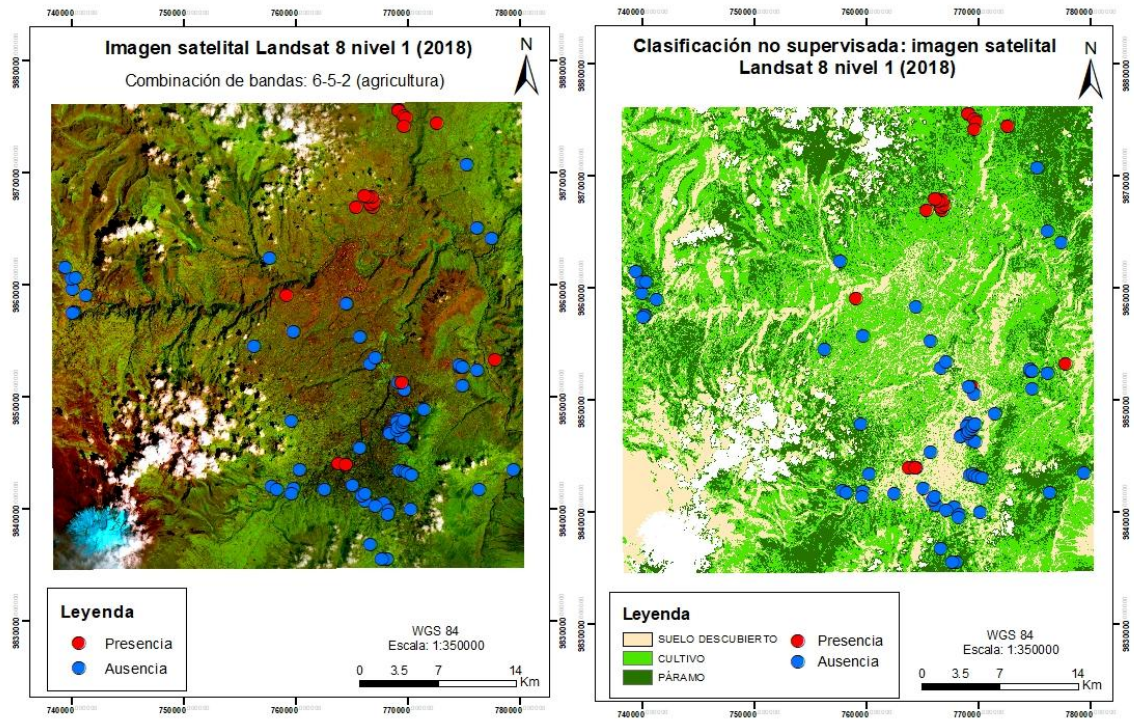
Anexo 3. Clasificación no supervisada de imagen satelital Landsat 8 nivel 1, monitoreo del psílido de la papa en la provincia de Cotopaxi 2018-2019.

Monitoreo del psílido de la papa en la provincia de Cotopaxi (2018-2019)



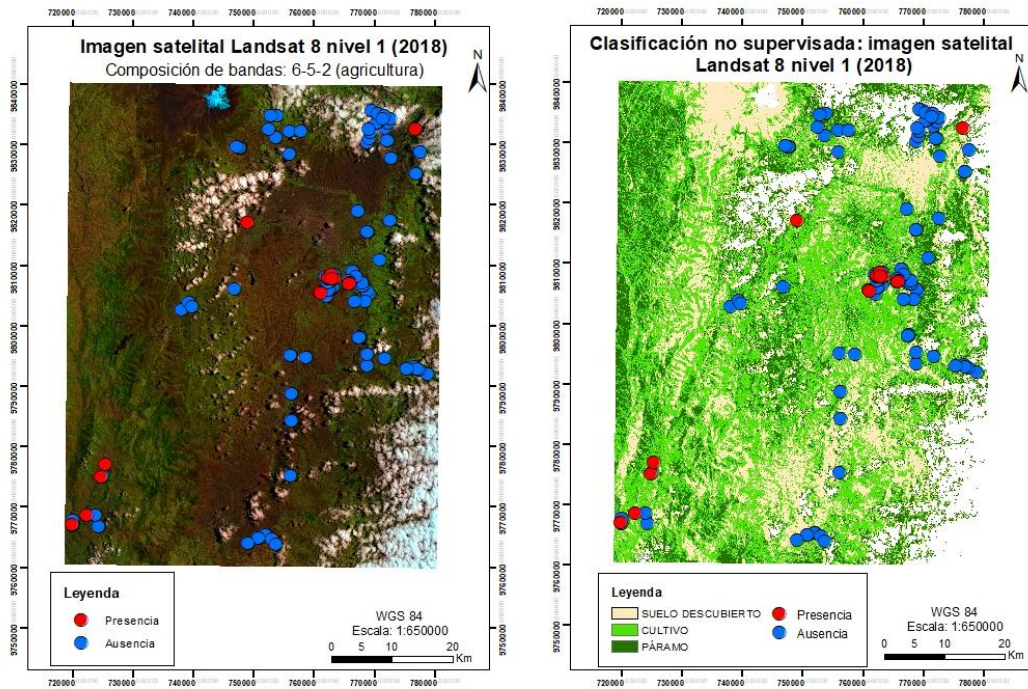
Anexo 4. Clasificación no supervisada de imagen satelital Landsat 8 nivel 1, monitoreo del psílido de la papa en la provincia de Tungurahua 2018-2019.

Monitoreo del psílido de la papa en la provincia de Tungurahua (2018-2019)



Anexo 5. Clasificación no supervisada de imagen satelital Landsat 8 nivel 1, monitoreo del psílido de la papa en la provincia de Chimborazo 2018-2019.

Monitoreo del psílido de la papa en la provincia de Chimborazo (2018-2019)



Anexo 6. Código para generación de la base de datos de agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos).

```

#librerias
library(haven)
library(dplyr)
library(tidyverse)
library(data.table)

##Aquí vamos a poner todas las bases de datos 2012
ctnac2012 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2012/ctnac2012.sav")
cpnac2012d <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2012/cpnac2012d.sav")
usnac2012 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2012/usnac2012.sav")

# Aquí voy a extraer las areas totales de cada encuestado en el 2012
area_total_2012<-usnac2012%>%
  select(Identificador,us_prov,us_cant,us_parr,us_upm,us_k311h)%>%
  rename(prov=us_prov,cant=us_cant,parr=us_parr,estr=us_upm)

##Aquí voy a filtrar por las solanaces en cultivos transitorios
solanaceas_transitorias_2012<-ctnac2012%>%
  filter(ct_clacu==515|ct_clacu==561|ct_clacu==566|ct_clacu==501|ct_clacu==576|ct_clacu==557|ct_clacu==556)%>%
  select(Identificador,ct_prov,ct_cant,ct_parr,ct_upm,ct_clacu,ct_k510h)%>%
  rename(prov=ct_prov,cant=ct_cant,parr=ct_parr,estr=ct_upm,clacu=ct_clacu,sps=ct_k510h)%>%
  mutate(tipo_cultivo="transitorio",año=2012)

###Aquí voy a añadir la columna de superficie total para cada uno de mis Lotes de transitorios
solanaceas_transitorias_2012_completa<- merge(solanaceas_transitorias_2012,area_total_2012,
  by=c("Identificador","prov","cant","parr","estr"))

##Aquí voy a filtrar por las solanaceas en cultivos permanentes
solanaceas_permanentes_2012<-cpnac2012d%>%
  filter(cp_clacu==472|cp_clacu==476)%>%
  select(Identificador,cp_prov,cp_cant,cp_parr,cp_upm,cp_clacu,cp_k409h)%>%
  rename(prov=cp_prov,cant=cp_cant,parr=cp_parr,estr=cp_upm,clacu=cp_clacu,sps=cp_k409h)%>%
  mutate(tipo_cultivo="permanente",año=2012)

```

```

##AÑADIR LA COLUMNA DE SUPERFICIE TOTAL PARA CADA UNO DE MIS LOTES DE PERMANENETES#####
solanaceas_permanentes_2012_completa<-merge(solanaceas_permanentes_2012,area_total_2012,
  by=c("Identificador","prov","cant","parr","estr"))

##Aquí voy a juntar las transitorias y las permanentes
transitorias_permanentes_2012=rbind(solanaceas_transitorias_2012_completa,solanaceas_permanentes_2012_completa)

## AÑO 2013
ctnac2013 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2013/ctnac2013.sav")
cpnac2013 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2013/cpnac2013.sav")
usnac2013 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2013/usnac2013.sav")

### aquí extraer las areas totales de cada encuesta del 2013
area_total_2013<-usnac2013%>%
  select(Identificador,us_prov,us_cant,us_parr,us_upm,us_k311h)%>%
  rename(prov=us_prov,cant=us_cant,parr=us_parr,estr=us_upm)

##aquí se filtra las solanaceas de cultivos transitorios
solanaceas_transitorias_2013<-ctnac2013%>%
  filter(ct_clacu==515|ct_clacu==561|ct_clacu==566|ct_clacu==501|ct_clacu==576|ct_clacu==557|ct_clacu==556)%>%
  select(Identificador,ct_prov,ct_cant,ct_parr,ct_upm,ct_clacu,ct_k510h)%>%
  rename(prov=ct_prov,cant=ct_cant,parr=ct_parr,estr=ct_upm,clacu=ct_clacu,sps=ct_k510h)%>%
  mutate(tipo_cultivo="transitorio",año=2013)

##añadir la columna de superficie total para cada uno de los cultivos transitorios
solanaceas_transitorias_2013_completa<- merge(solanaceas_transitorias_2013,area_total_2013,
  by=c("Identificador","prov","cant","parr","estr"))

```

```

###aquí se filtra las solanaceas de cultivos permanentes
solanaceas_permanentes_2013<-cpnac2013%>%
  filter(cp_clacu==472|cp_clacu==476)%>%
  select(Identificador,cp_prov,cp_cant,cp_parr,cp_upm,cp_clacu,cp_k409h)%>%
  rename(prov=cp_prov,cant=cp_cant,parr=cp_parr,estr=cp_upm,clacu=cp_clacu,sps=cp_k409h)%>%
  mutate(tipo_cultivo="permanente",año=2013)

#####AÑADIR LA COLUMNA DE SUPERFICIE TOTAL PARA CADA UNO DE MIS LOTES DE PERMANENETES#####
solanaceas_permanentes_2013_completa<-merge(solanaceas_permanentes_2013,area_total_2013,
  by=c("Identificador","prov","cant","parr","estr"))

###JUNTAR LAS SOLANACEAS TRANSITORIA Y PERMANENES 2013###

transitorias_permanentes_2013=rbind(solanaceas_transitorias_2013_completa,solanaceas_permanentes_2013_completa)

#### AÑOS 2014
cp_nac2014 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2014/cp_nac2014.sav")
ct_nac2014 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2014/ct_nac2014.sav")
us_nac_2014 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2014/us_nac_2014.sav")

#####aquí extraer las areas totales de cada encuesta del 2014 #####
area_total_2014<-us_nac_2014%>%
  select(Identificador,us_prov,us_cant,us_parr,us_estr,us_k311h)%>%
  rename(prov=us_prov,cant=us_cant,parr=us_parr,estr=us_estr)

#####aquí se filtra las solanaceas de cultivos transitorios
solanaceas_transitorias_2014<-ct_nac2014%>%
  filter(ct_clacul==515|ct_clacul==561|ct_clacul==566|ct_clacul==501|ct_clacul==576|ct_clacul==557|ct_clacul==556)%>%
  select(Identificador,ct_prov,ct_cant,ct_parr,ct_estr,ct_clacul,ct_k510h)%>%
  rename(prov=ct_prov,cant=ct_cant,parr=ct_parr,estr=ct_estr,clacu=ct_clacul,sps=ct_k510h)%>%
  mutate(tipo_cultivo="transitorio",año=2014)

```

```

#####añadir la columna de superficie total para cada uno de los cultivos transitorios
#solo para por identificador

solanaceas_transitorias_2014_completa<- merge(solanaceas_transitorias_2014,area_total_2014,by=c ("Identificador"))
#arreglando el problema de labels para que se pueda empatar luego
solanaceas_transitorias_2014_completa<-solanaceas_transitorias_2014_completa%>%
  select(Identificador,prov.x,cant.x,parr.x,estr.x,clacu,sps,tipo_cultivo,año,us_k311h)%>%
  rename(prov=prov.x,cant=cant.x,parr=parr.x,estr=estr.x)

#####aquí filtrar todos los cultivos permanentes
solanaceas_permanentes_2014<-cp_nac2014%>%
  filter(cp_clacul==472|cp_clacul==476)%>%
  select(Identificador,cp_prov,cp_cant,cp_parr,cp_estr,cp_clacul,cp_k409h)%>%
  rename(prov=cp_prov,cant=cp_cant,parr=cp_parr,estr=cp_estr,clacu=cp_clacul,sps=cp_k409h)%>%
  mutate(tipo_cultivo="permanente",año=2014)

#####AÑADIR LA COLUMNA DE SUPERFICIE TOTAL PARA CADA UNO DE MIS LOTES DE PERMANENETES#####

solanaceas_permanentes_2014_completa<- merge(solanaceas_permanentes_2014,area_total_2014,by=c ("Identificador"))

#arreglando el problema de labels para que se pueda empatar luego
solanaceas_permanentes_2014_completa<-solanaceas_permanentes_2014_completa%>%
  select(Identificador,prov.x,cant.x,parr.x,estr.x,clacu,sps,tipo_cultivo,año,us_k311h)%>%
  rename(prov=prov.x,cant=cant.x,parr=parr.x,estr=estr.x)

###JUNTAR LAS SOLANACEAS TRANSITORIAS Y PERMANENTES DEL AÑO 2014###
transitorias_permanentes_2014=rbind(solanaceas_transitorias_2014_completa,solanaceas_permanentes_2014_completa)

```

```

#####BASE DE DATOS DEL 2015#####
ctnac_2015 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2015/ctnac_2015.sav")
cpnac_2015 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2015/cpnac_2015.sav")
usnac_2015 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2015/usnac_2015.sav")

#####AQUI VOY A EXTRAER LAS AREAS TOTALES DE LA ENCUESTA 2015#####
area_total_2015<-usnac_2015%>%
  select(Identificador,us_prov,us_cant,us_parr,us_estr, us_k311h)%>%
  rename(prov =us_prov,cant=us_cant,parr=us_parr,estr=us_estr)

#####AQUI FILTRARE LAS SOLANACEAS EN CULTIVOS TRANSITORIOS#####
solanaceas_transitorias_2015 <-ctnac_2015%>%
  filter (ct_clacul==515|ct_clacul==561|ct_clacul==566|ct_clacul==501|ct_clacul==576|ct_clacul==557|ct_clacul==556)%>%
  select (Identificador,ct_prov,ct_cant,ct_parr,ct_estr,ct_clacul,ct_k510h)%>%
  rename(prov =ct_prov,cant=ct_cant,parr=ct_parr,estr=ct_estr,clacu=ct_clacul,sps=ct_k510h)%>%
  mutate(tipo_cultivo="transitorio",año=2015)

#####AÑADIR LA COLUMNA DE SUPERFICIE TOTAL PARA CADA UNO DE MIS LOTES TRANSITORIOS#####
solanaceas_transitorias_2015_completa <- merge (solanaceas_transitorias_2015,area_total_2015,
  by= c("Identificador","prov","cant","parr","estr"))

#####AQUI FILTRARE LAS SOLANACEAS EN CULTIVOS PERMANENTES#####
solanaceas_permanentes_2015 <-cpnac_2015%>%
  filter(cp_clacul==472|cp_clacul==476) %>%
  select(Identificador,cp_prov,cp_cant,cp_parr,cp_estr,cp_clacul,cp_k409h)%>%
  rename(prov=cp_prov,cant=cp_cant,parr=cp_parr,estr=cp_estr,clacu=cp_clacul,sps=cp_k409h)%>%
  mutate(tipo_cultivo="permanente",año=2015)

#####AÑADIR LA COLUMNA DE SUPERFICIE TOTAL PARA CADA UNO DE MIS LOTES DE PERMANENTES#####
solanaceas_permanentes_2015_completa <- merge (solanaceas_permanentes_2015,area_total_2015,
  by= c("Identificador","prov","cant","parr","estr"))

##### JUNTAR LAS SOLANACEAS TRANSISTORIAS Y PERMANENTES DL AÑO 2015#####

transitorias_permanentes_2015=rbind(solanaceas_transitorias_2015_completa,solanaceas_permanentes_2015_completa)

```

```

#####BASE DE DATOS 2016#####
ctnac2016 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2016/ctnac2016.sav")
cpnac2016 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2016/cpnac2016.sav")
usnac2016 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2016/usnac2016.sav")

#####AQUI VOY A EXTRAER LAS AREAS TOTALES DE LA ENCUESTA 2016#####
area_total_2016<-usnac2016%>%
  select(Identificador,us_prov,us_cant,us_parr,us_estr, us_k311h)%>%
  rename(prov =us_prov,cant=us_cant,parr=us_parr,estr=us_estr)

#####AQUI FILTRARE LAS SOLANACEAS EN CULTIVOS TRANSITORIOS#####
solanaceas_transitorias_2016 <-ctnac2016%>%
  filter (ct_clacul==515|ct_clacul==561|ct_clacul==566|ct_clacul==501|ct_clacul==576|ct_clacul==557|ct_clacul==556) %>%
  select (Identificador,ct_prov,ct_cant,ct_parr,ct_estr,ct_clacul,ct_k510h)%>%
  rename(prov =ct_prov,cant=ct_cant,parr=ct_parr,estr=ct_estr,clacu=ct_clacul,sps=ct_k510h)%>%
  mutate(tipo_cultivo="transitorio",año=2016)

#####AÑADIR LA COLUMNA DE SUPERFICIE TOTAL PARA CADA UNO DE MIS LOTES TRANSITORIOS#####
solanaceas_transitorias_2016_completa <- merge (solanaceas_transitorias_2016,area_total_2016,
  by= c("Identificador","prov","cant","parr","estr"))

#####AQUI FILTRARE LAS SOLANACEAS EN CULTIVOS PERMANENTES#####

solanaceas_permanentes_2016 <-cpnac2016%>%
  filter(cp_clacul==472|cp_clacul==476) %>%
  select(Identificador,cp_prov,cp_cant,cp_parr,cp_estr,cp_clacul,cp_k409h)%>%
  rename(prov=cp_prov,cant=cp_cant,parr=cp_parr,estr=cp_estr,clacu=cp_clacul,sps=cp_k409h)%>%
  mutate(tipo_cultivo="permanente",año=2016)

#####AÑADIR LA COLUMNA DE SUPERFICIE TOTAL PARA CADA UNO DE MIS LOTES DE PERMANENTES#####
solanaceas_permanentes_2016_completa <- merge (solanaceas_permanentes_2016,area_total_2016,
  by= c("Identificador","prov","cant","parr","estr"))

##### JUNTAR LAS SOLANACEAS TRANSITORIAS Y PERMANENTES DEL AÑO 2016 #####

transitorias_permanentes_2016=rbind(solanaceas_transitorias_2016_completa,solanaceas_permanentes_2016_completa)

```

```

#####BASE DE DATOS 2017#####
ctnac2017 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2017/ctnac2017.sav")
cpnac2017 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2017/cpnac2017.sav")
usnac2017 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2017/usnac2017.sav")
#####AQUI VOY A EXTRAER LAS AREAS TOTALES DE LA ENCUESTA 2017#####

area_total_2017<-usnac2017%>%
  select(Identificador,us_prov,us_cant,us_parr,us_estr, us_k311h)%>%
  rename(prov =us_prov,cant=us_cant,parr=us_parr,estr=us_estr)

#####AQUI FILTRARE LAS SOLANACEAS EN CULTIVOS TRANSITORIOS#####
solanaceas_transitorias_2017 <-ctnac2017%>%
  filter (ct_clacul==515|ct_clacul==561|ct_clacul==566|ct_clacul==501|ct_clacul==576|ct_clacul==557|ct_clacul==556) %>%
  select (Identificador,ct_prov,ct_cant,ct_parr,ct_estr,ct_clacul,ct_k510h)%>%
  rename(prov =ct_prov,cant=ct_cant,parr=ct_parr,estr=ct_estr,clacu=ct_clacul,sps=ct_k510h)%>%
  mutate(tipo_cultivo="transitorio",año=2017)

#####AÑADIR LA COLUMNA DE SUPERFICIE TOTAL PARA CADA UNO DE MIS LOTES TRANSITORIOS#####

solanaceas_transiorias_2017_completa <- merge (solanaceas_transitorias_2017,area_total_2017,
  by= c("Identificador","prov","cant","parr","estr"))

#####AQUI FILTRARE LAS SOLANACEAS EN CULTIVOS PERMANENTES#####

solanaceas_permanentes_2017 <-cpnac2017%>%
  filter(cp_clacul==472|cp_clacul==476) %>%
  select(Identificador,cp_prov,cp_cant,cp_parr,cp_estr,cp_clacul,cp_k409h)%>%
  rename(prov=cp_prov,cant=cp_cant,parr=cp_parr,estr=cp_estr,clacu=cp_clacul,sps=cp_k409h)%>%
  mutate(tipo_cultivo="permanente",año=2017)

#####AÑADIR LA COLUMNA DE SUPERFICIE TOTAL PARA CADA UNO DE MIS LOTES DE PERMANENETES#####
solanaceas_permanentes_2017_completa <- merge (solanaceas_permanentes_2017,area_total_2017,
  by= c("Identificador","prov","cant","parr","estr"))

##### JUNTAR LAS SOLANACEAS TRANSITORIAS Y PERMANENTES DEL AÑO 2017 #####

transitorias_permanentes_2017=rbind(solanaceas_transiorias_2017_completa,solanaceas_permanentes_2017_completa)

```

```
#####BASE DE DATOS DEL 2018#####
ctnac2018 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2018/ctnac2018.sav")
cpnac2018 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2018/cpnac2018.sav")
usnac2018 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2018/usnac2018.sav")

#####AQUI VOY A EXTRAER LAS AREAS TOTALES DE LA ENCUESTA 2018#####

area_total_2018<-usnac2018%>%
  select(Identificador,us_prov,us_estr,us_k311h)%>%
  rename(prov =us_prov,estr=us_estr)

#####AQUI FILTRARE LAS SOLANACEAS EN CULTIVOS TRANSITORIOS#####
solanaceas_transitorias_2018 <-ctnac2018%>%
  filter (ct_clacul==515|ct_clacul==561|ct_clacul==566|ct_clacul==501|ct_clacul==576|ct_clacul==557|ct_clacul==556) %>%
  select (Identificador,ct_prov,ct_estr,ct_clacul,ct_k510h)%>%
  rename(prov =ct_prov,estr=ct_estr,clacu=ct_clacul,sps=ct_k510h)%>%
  mutate(tipo_cultivo="transitorio",año=2018)

#####AÑADIR LA COLUMNA DE SUPERFICIE TOTAL PARA CADA UNO DE MIS LOTES TRANSITORIOS#####

solanaceas_transitorias_2018_completa <- merge (solanaceas_transitorias_2018,area_total_2018,
  by= c("Identificador","prov","estr"))

##### SEPARAR DATOS DE LA COLUMNAS DE SOLANACEAS TRANSITORIAS #####
##EJEMPLO###
prueba<- solanaceas_transitorias_2018_completa
prueba$Identificador2<-prueba$Identificador
prueba<-separate(prueba,Identificador2, into = c("pborrar","cant","parr","estrborrar","borrar"),sep = c(2,4,6,8,10))
prueba<-prueba%>%
  select(!contains("borrar"))

separar_t_2018<-solanaceas_transitorias_2018_completa
separar_t_2018$Identificador2<-separar_t_2018$Identificador
separar_t_2018<-separate (separar_t_2018,Identificador2, into= c("pborrar","cant","parr","estrborrar","borrar"),sep = c(2,4,
6,8,10))
separar_t_2018<-separar_t_2018%>%
  select(!contains("borrar"))

#####AQUI FILTRARE LAS SOLANACEAS EN CULTIVOS PERMANENTES#####

solanaceas_permanentes_2018 <-cpnac2018%>%
  filter(rc_clacul==472|rc_clacul==476) %>%
  select(Identificador,u1_prov,u1_estr,rc_clacul,cp_k409ha)%>%
  rename(prov=u1_prov,estr=u1_estr,clacu=rc_clacul,sps=cp_k409ha)%>%
  mutate(tipo_cultivo="permanente",año=2018)
```

```
#####AÑADIR LA COLUMNA DE SUPERFICIE TOTAL PARA CADA UNO DE MIS LOTES DE PERMANENTES#####
solanaceas_permanentes_2018_completa <- merge (solanaceas_permanentes_2018,area_total_2018,
by= c("Identificador","prov","estr"))

##### SEPARAR SEPARAR DATOS DE LA COLUMNAS DE SOLANACEAS PERMANENTES #####

separar_p_2018<-solanaceas_permanentes_2018_completa
separar_p_2018$Identificador2<-separar_p_2018$Identificador
separar_p_2018<-separate(separar_p_2018,Identificador2,into = c("pborrar","cant","parr","estrborrar","borrar"),sep = c(2,4,
6,8,10))
separar_p_2018<-separar_p_2018%>%
  select(!contains("borrar"))

##### JUNTAR LAS SOLANACEAS TRANSITORIAS Y PERMANENTES DEL AÑO 2018 #####

transitorias_permanentes_2018=rbind(separar_t_2018,separar_p_2018)

#####BASE DE DATOS DEL 2019#####
ctnac2019 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2019/ctnac2019.sav")
cpnac2019 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2019/cpnac2019.sav")
sunac2019 <- read_sav("C:/Users/USUARIO/Documents/Bases ESPAC_2019/sunac2019.sav")

#####AQUI VOY A EXTRAER LAS AREAS TOTALES DE LA ENCUESTA 2019#####

area_total_2019<-sunac2019%>%
  select(Identificador,u1_prov,u1_estr,supertotal)%>%
  rename(prov =u1_prov,estr=u1_estr, us_k311h=supertotal)

#####AQUI FILTRARE LAS SOLANACEAS EN CULTIVOS TRANSITORIOS#####
solanaceas_transitorias_2019 <-ctnac2019%>%
  filter (ct_clacul==515|ct_clacul==561|ct_clacul==566|ct_clacul==501|ct_clacul==576|ct_clacul==557|ct_clacul==556) %>%
  select (Identificador,u1_prov,u1_estr,ct_clacul,ct_k510ha)%>%
  rename(prov =u1_prov,estr=u1_estr,clacu=ct_clacul,sps=ct_k510ha)%>%
  mutate(tipo_cultivo="transitorio",año=2019)
```

```
#####AÑADIR LA COLUMNA DE SUPERFICIE TOTAL PARA CADA UNO DE MIS LOTES TRANSITORIOS#####

solanaceas_transitorias_2019_completa <- merge (solanaceas_transitorias_2019,area_total_2019,
by= c("Identificador","prov","estr"))

view(solanaceas_transitorias_2019_completa)

view(solanaceas_transitorias_2019_completa)
##### SEPARAR DATOS DE LA COLUMNAS DE SOLANACEAS TRANSITORIAS #####
##EJEMPLO###
prueba<- solanaceas_transitorias_2019_completa
prueba$Identificador2<-prueba$Identificador
prueba<-separate(prueba,Identificador2, into = c("pborrar","cant","parr","estrborrar","borrar"),sep = c(2,4,6,8,10))
prueba<-prueba%>%
  select(!contains("borrar"))

separar_t_2019<-solanaceas_transitorias_2019_completa
separar_t_2019$Identificador2<-separar_t_2019$Identificador
separar_t_2019<-separate (separar_t_2019,Identificador2, into= c("pborrar","cant","parr","estrborrar","borrar"),sep = c(2,4,
6,8,10))
separar_t_2019<-separar_t_2019%>%
  select(!contains("borrar"))

#####AQUI FILTRARE LAS SOLANACEAS EN CULTIVOS PERMANENTES#####

solanaceas_permanentes_2019 <-cpnac2019%>%
  filter(rc_clacul==472|rc_clacul==476) %>%
  select(Identificador,u1_prov,u1_estr,rc_clacul,cp_k409ha)%>%
  rename(prov=u1_prov,estr=u1_estr,clacu=rc_clacul,sps=cp_k409ha)%>%
  mutate(tipo_cultivo="permanente",año=2019)

#####AÑADIR LA COLUMNA DE SUPERFICIE TOTAL PARA CADA UNO DE MIS LOTES DE PERMANENTES#####
solanaceas_permanentes_2019_completa <- merge (solanaceas_permanentes_2019,area_total_2019,
by= c("Identificador","prov","estr"))
```

```
##### SEPARAR SEPARAR DATOS DE LA COLUMNAS DE SOLANACEAS PERMANENTES #####

separar_p_2019<-solanaceas_permanentes_2019_completa
separar_p_2019$Identificador2<-separar_p_2019$Identificador
separar_p_2019<-separate(separar_p_2019,Identificador2,into = c("pborrar","cant","parr","estrborrar","borrar"), sep = c(2,4,
6,8,10))
separar_p_2019<-separar_p_2019%>%
  select(!contains("borrar"))

##### JUNTAR LAS SOLANACEAS TRANSITORIAS Y PERMANENTES DEL AÑO 2018 #####

transitorias_permanentes_2019=rbind(separar_t_2019,separar_p_2019)

##### BASE FINAL #####

BASE_TOTAL=rbind(transitorias_permanentes_2012,transitorias_permanentes_2013,
                  transitorias_permanentes_2014,transitorias_permanentes_2015,
                  transitorias_permanentes_2016,transitorias_permanentes_2017,transitorias_permanentes_2018,transitorias_permanentes_2019)
```

```
#####CONTEO DE SOLANACEAS #####
```

```
tomate_de_arbol<-function(x){
  if(x=="472")y=1
  if(x=="476")y=0
  if(x=="515")y=0
  if(x=="561")y=0
  if(x=="566")y=0
  if(x=="501")y=0
  if(x=="576")y=0
  if(x=="557")y=0
  if(x=="556")y=0
  return(y)
}

uvilla<-function(x){
  if(x=="472")y=0
  if(x=="476")y=1
  if(x=="515")y=0
  if(x=="561")y=0
  if(x=="566")y=0
  if(x=="501")y=0
  if(x=="576")y=0
  if(x=="557")y=0
  if(x=="556")y=0
  return(y)
}
```



```

}
berenjena<-function(x){
  if(x=="472")y=0
  if(x=="476")y=0
  if(x=="515")y=1
  if(x=="561")y=0
  if(x=="566")y=0
  if(x=="501")y=0
  if(x=="576")y=0
  if(x=="557")y=0
  if(x=="556")y=0
  return(y)
}
papa<-function(x){
  if(x=="472")y=0
  if(x=="476")y=0
  if(x=="515")y=0
  if(x=="561")y=1
  if(x=="566")y=0
  if(x=="501")y=0
  if(x=="576")y=0
  if(x=="557")y=0
  if(x=="556")y=0
  return(y)
}
pimiento<-function(x){
  if(x=="472")y=0
  if(x=="476")y=0
  if(x=="515")y=0
  if(x=="561")y=0
  if(x=="566")y=1
  if(x=="501")y=0
  if(x=="576")y=0
  if(x=="557")y=0
  if(x=="556")y=0
  return(y)
}

```

```

}
aji<-function(x){
  if(x=="472")y=0
  if(x=="476")y=0
  if(x=="515")y=0
  if(x=="561")y=0
  if(x=="566")y=0
  if(x=="501")y=1
  if(x=="576")y=0
  if(x=="557")y=0
  if(x=="556")y=0
  return(y)
}
tomate_de_riñon<-function(x){
  if(x=="472")y=0
  if(x=="476")y=0
  if(x=="515")y=0
  if(x=="561")y=0
  if(x=="566")y=0
  if(x=="501")y=0
  if(x=="576")y=1
  if(x=="557")y=0
  if(x=="556")y=0
  return(y)
}

```

```

}
melloco<-function(x){
  if(x=="472")y=0
  if(x=="476")y=0
  if(x=="515")y=0
  if(x=="561")y=0
  if(x=="566")y=0
  if(x=="501")y=0
  if(x=="576")y=0
  if(x=="557")y=1
  if(x=="556")y=0
  return(y)
}
mashua<-function(x){
  if(x=="472")y=0
  if(x=="476")y=0
  if(x=="515")y=0
  if(x=="561")y=0
  if(x=="566")y=0
  if(x=="501")y=0
  if(x=="576")y=0
  if(x=="557")y=0
  if(x=="556")y=1
  return(y)
}
BASE_TOTAL$tomate_de_arbol<-sapply(as.numeric(BASE_TOTAL$clacu),tomate_de_arbol)
BASE_TOTAL$uvilla<-sapply(as.numeric(BASE_TOTAL$clacu),uvilla)
BASE_TOTAL$berenjena<-sapply(as.numeric(BASE_TOTAL$clacu),berenjena)
BASE_TOTAL$papa<-sapply(as.numeric(BASE_TOTAL$clacu),papa)
BASE_TOTAL$pimiento<-sapply(as.numeric(BASE_TOTAL$clacu),pimiento)
BASE_TOTAL$aji<-sapply(as.numeric(BASE_TOTAL$clacu),aji)
BASE_TOTAL$tomate_de_rionon<-sapply(as.numeric(BASE_TOTAL$clacu),tomate_de_rionon)
BASE_TOTAL$melloco<-sapply(as.numeric(BASE_TOTAL$clacu),melloco)
BASE_TOTAL$mashua<-sapply(as.numeric(BASE_TOTAL$clacu),mashua)

```

```

BASE_GENERAL<-BASE_TOTAL%>%
  group_by(Identificador,prov,cant,parr,estr)%>%
  summarize(tomate_de_arbol=sum(tomate_de_arbol),uvilla=sum(uvilla),berenjena=sum(berenjena),papa=sum(papa),pimiento=sum(pimiento),
            aji=sum(aji),tomate_de_rionon=sum(tomate_de_rionon),
            melloco=sum(melloco),mashua=sum(mashua))%>%
  mutate(solanaceas=tomate_de_arbol+uvilla+berenjena+papa+pimiento+aji+tomate_de_rionon+melloco+mashua)
BASE_GENERAL_2<-separate(BASE_GENERAL,Identificador,into = c("Identificador_PAR","borrar"),sep = 6)
BASE_GENERAL_3<-BASE_GENERAL_2%>%
  select(!contains("borrar"))%>%
  group_by(Identificador_PAR)%>%
  summarize(tomate_de_arbol_PRO=(sum(tomate_de_arbol>1)/n()*100),uvilla_PRO=(sum(uvilla>1)/n()*100),pimiento_PRO=(sum(pimiento>1)/n()*100),melloco_PRO=(sum(melloco>1)/n()*100),
            berenjena_PRO=(sum(berenjena>1)/n()*100),aji_PRO=(sum(aji>1)/n()*100), mashua_PRO=(sum(mashua>1)/n()*100),papa_PRO=(sum(papa>1)/n()*100),
            tomate_de_rionon_PRO=(sum(tomate_de_rionon>1)/n()*100),solanaceas=(sum(tomate_de_arbol_PRO+uvilla_PRO+pimiento_PRO+melloco_PRO+
            berenjena_PRO+aji_PRO+mashua_PRO+papa_PRO+tomate_de_rionon_PRO)/9))

BASE_GENERAL_3$Identificador_PAR<- as.factor(BASE_GENERAL_3$Identificador_PAR)
write.csv(BASE_GENERAL_3,file="BASE_QGIS.csv")

```

Anexo 7. Código para determinar la influencia de agrobiodiversidad de solanáceas (incluidos dos tubérculos andinos) y el paisaje agrícola en la presencia de PMP y del psílido de la papa.

```
#Cargando las librerías
library(ggplot2)

## Warning: package 'ggplot2' was built under R version 4.0.5

library(tidyverse)

## Warning: package 'tidyverse' was built under R version 4.0.5

## -- Attaching packages ----- tidyverse 1.3.1 --

## v tibble  3.1.2    v dplyr   1.0.7
## v tidyr   1.1.3    v stringr 1.4.0
## v readr   1.4.0    v forcats 0.5.1
## v purrr   0.3.4

## Warning: package 'tibble' was built under R version 4.0.5
## Warning: package 'tidyr' was built under R version 4.0.5
## Warning: package 'readr' was built under R version 4.0.5
## Warning: package 'dplyr' was built under R version 4.0.5
## Warning: package 'forcats' was built under R version 4.0.5

## -- Conflicts ----- tidyverse_conflicts() --
## x dplyr::filter() masks stats::filter()
## x dplyr::lag()    masks stats::lag()

library(ROCR)

## Warning: package 'ROCR' was built under R version 4.0.5
```

```

#cargando bases de datos de bactericera y clasificacion de suelos
chimborazo<-read.csv("https://www.dropbox.com/s/ff3b401j79g1x0b/PORCENTAJE_BC_CH.csv?dl=1")
cotopaxi<-read.csv("https://www.dropbox.com/s/57t4s1ldwzb7dt1/PORCENTAJE_BC_CXT.csv?dl=1")
tungurahua<-read.csv("https://www.dropbox.com/s/nmbvuh7913ii3x5/PORCENTAJE_BC_TH.csv?dl=1")
#cargando bases de datos de bactericera y porcentaje de solanaceas
chim_sol<-read.csv("https://www.dropbox.com/s/621y7x4rih7q7b0/TABLA_Bc_CHIMBORAZO_SOLAN%C3%81CEAS.csv?dl=1")
chim_sol<-chim_sol%>%
  select(parroquia,PORCENTAJE_SOLANACEAS)%>%
  group_by(parroquia)%>%
  summarise(PORCENTAJE_SOLANACEAS=mean(PORCENTAJE_SOLANACEAS))
cot_sol<-read.csv("https://www.dropbox.com/s/dcgzuld1o5r01t/TABLA_Bc_COTOPAXI_SOLAN%C3%81CEAS.csv?dl=1")
cot_sol<-cot_sol%>%
  select(parroquia,PORCENTAJE_SOLANACEAS)%>%
  group_by(parroquia)%>%
  summarise(PORCENTAJE_SOLANACEAS=mean(PORCENTAJE_SOLANACEAS))
tung_sol<-read.csv("https://www.dropbox.com/s/t2oxog92819yf9o/TABLA_Bc_TUNGURAHUA_SOLAN%C3%81CEAS.csv?dl=1")
tung_sol<-tung_sol%>%
  select(parroquia,PORCENTAJE_SOLANACEAS)%>%
  group_by(parroquia)%>%
  summarise(PORCENTAJE_SOLANACEAS=mean(PORCENTAJE_SOLANACEAS))
#juntando el porcentaje de solanaceas en cada provincia
chimborazo2<-merge(chimborazo,chim_sol,by="parroquia")
cotopaxi2<-merge(cotopaxi,cot_sol,by="parroquia")
tungurahua2<-merge(tungurahua,tung_sol,by="parroquia")
#juntando todas las bases de clasificacion de suelos con el porcentaje de solanaceas
jos.data<-rbind(chimborazo2,cotopaxi2,tungurahua2)
#reemplazando valores de ausencia y presencia
levels(as.factor(jos.data$presencia))

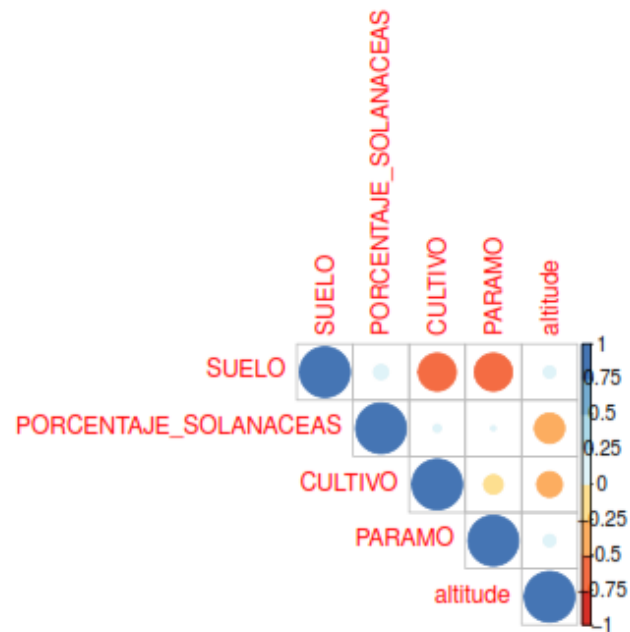
## [1] "absence" "presence"

#Observando correlacion entre variables
library (corrplot)

## corrplot 0.84 loaded

library (RColorBrewer)
cor.data<-jos.data%>%
  select(SUELO,CULTIVO,PARAMO,PORCENTAJE_SOLANACEAS,altitudo)
cor.data<-na.omit(cor.data)
M <-cor(cor.data)
corrplot(M, type="upper", order="hclust",
  col=brewer.pal(n=8, name="RdYlBu"))

```



```
# funcion de 0 y 1 para ausencia y presencia respectivamente
jos.data<-jos.data%>%
  mutate(presencia01=ifelse(presencia=="absence",0,1))
```

```
#dividiendo la base de entrenamiento y base de prueba
set.seed(123)
split1<- sample(c(rep(0, 0.7 * nrow(jos.data)), rep(1, 0.3 * nrow(jos.data))))
split1
```

```
## [1] 0 0 0 1 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
## [38] 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
## [75] 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1
## [112] 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
## [149] 0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1
## [186] 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0
## [223] 0 1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0
## [260] 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0
## [297] 0 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0
```

```
train <- jos.data[split1 == 0, ]
test <- na.omit(jos.data[split1 == 1, ])
```

```
# regression logistica presencia de psilido
presencia<-glm(presencia01~SUELO*CULTIVO*PARAMO*PORCENTAJE_SOLANACEAS,data = train, family ="binomial")
```

```
## Warning: glm.fit: fitted probabilities numerically 0 or 1 occurred
```

```
summary(presencia)
```

```
##
## Call:
## glm(formula = presencia01 ~ SUELO * CULTIVO * PARAMO * PORCENTAJE_SOLANACEAS,
##      family = "binomial", data = train)
##
## Deviance Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.0282  -0.8322  -0.5518   1.0377   2.0961
##
## Coefficients:
##                                     Estimate Std. Error z value
## (Intercept)                       -1.078e+04  1.359e+04  -0.793
## SUELO                               1.078e+02  1.359e+02   0.793
## CULTIVO                              1.078e+02  1.359e+02   0.793
## PARAMO                               1.078e+02  1.359e+02   0.793
## PORCENTAJE_SOLANACEAS              4.361e+02  4.212e+02   1.035
## SUELO:CULTIVO                      -2.422e-04  6.994e-04  -0.346
## SUELO:PARAMO                        1.315e-03  8.119e-04   1.619
## CULTIVO:PARAMO                      -8.168e-04  1.101e-03  -0.742
## SUELO:PORCENTAJE_SOLANACEAS        -4.360e+00  4.212e+00  -1.035
## CULTIVO:PORCENTAJE_SOLANACEAS      -4.360e+00  4.212e+00  -1.035
## PARAMO:PORCENTAJE_SOLANACEAS       -4.361e+00  4.212e+00  -1.035
## SUELO:CULTIVO:PARAMO               -1.251e-04  9.324e-05  -1.341
## SUELO:CULTIVO:PORCENTAJE_SOLANACEAS 8.111e-06  2.185e-05   0.371
## SUELO:PARAMO:PORCENTAJE_SOLANACEAS -2.646e-05  1.491e-05  -1.775
## CULTIVO:PARAMO:PORCENTAJE_SOLANACEAS 1.979e-05  3.069e-05   0.645
## SUELO:CULTIVO:PARAMO:PORCENTAJE_SOLANACEAS 4.795e-06  3.378e-06  1.419
##                                     Pr(>|z|)
## (Intercept)                          0.4278
## SUELO                                  0.4278
## CULTIVO                                0.4279
## PARAMO                                  0.4278
## PORCENTAJE_SOLANACEAS                 0.3005
## SUELO:CULTIVO                         0.7291
## SUELO:PARAMO                          0.1054
## CULTIVO:PARAMO                        0.4583
## SUELO:PORCENTAJE_SOLANACEAS           0.3006
## CULTIVO:PORCENTAJE_SOLANACEAS         0.3006
## PARAMO:PORCENTAJE_SOLANACEAS          0.3005
## SUELO:CULTIVO:PARAMO                  0.1798
## SUELO:CULTIVO:PORCENTAJE_SOLANACEAS   0.7105
## SUELO:PARAMO:PORCENTAJE_SOLANACEAS    0.0759
## CULTIVO:PARAMO:PORCENTAJE_SOLANACEAS  0.5192
## SUELO:CULTIVO:PARAMO:PORCENTAJE_SOLANACEAS 0.1558
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
##
##      Null deviance: 299.31  on 230  degrees of freedom
```

```
## Residual deviance: 246.79 on 215 degrees of freedom
## AIC: 278.79
##
## Number of Fisher Scoring iterations: 21

#model 2 para incluir altitude}
presencia<-glm(presencia01~PORCENTAJE_SOLANACEAS*altitude,data = train, family ="binomial")
summary(presencia)

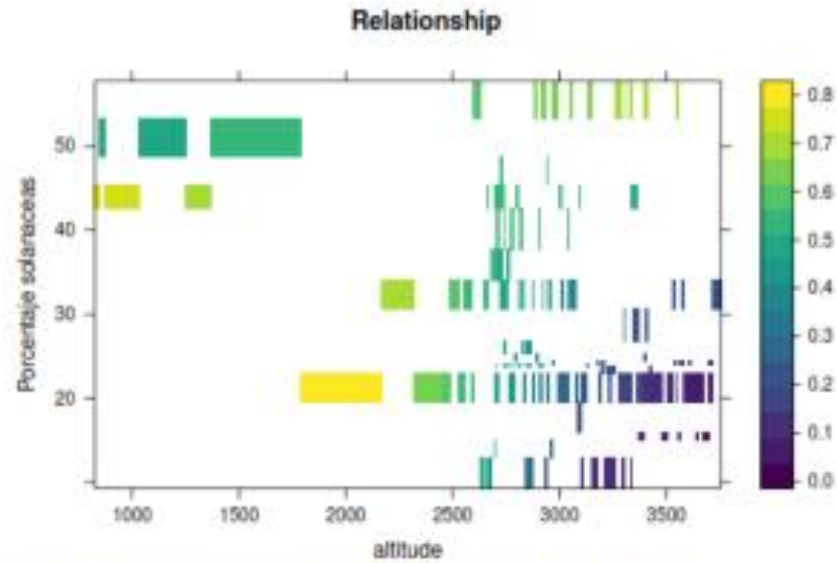
##
## Call:
## glm(formula = presencia01 ~ PORCENTAJE_SOLANACEAS + altitude,
##      family = "binomial", data = train)
##
## Deviance Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.6123  -0.8957  -0.4914   1.1021   2.2679
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept)      1.148e+01  3.467e+00   3.312 0.000926 ***
## PORCENTAJE_SOLANACEAS -2.287e-01  8.207e-02  -2.787 0.005319 **
## altitude          -4.435e-03  1.143e-03  -3.881 0.000104 ***
## PORCENTAJE_SOLANACEAS:altitude  9.072e-05  2.741e-05   3.310 0.000933 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
##
##      Null deviance: 299.31 on 230 degrees of freedom
## Residual deviance: 257.63 on 227 degrees of freedom
## AIC: 265.63
##
## Number of Fisher Scoring iterations: 4

> #sacar el exponencial de los coeficientes del modelo de regresión logística (ODDS)
> exp(coefficients(presencia))
              (Intercept)          PORCENTAJE_SOLANACEAS          altitude
PORCENTAJE_SOLANACEAS:altitude
1.000091e+00
>

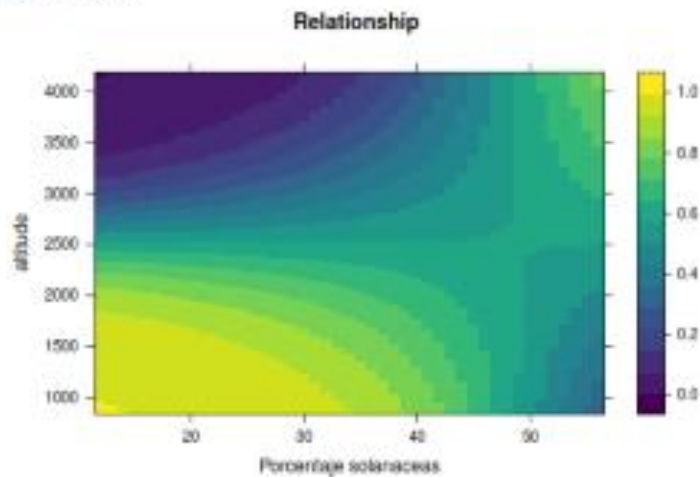
train$fitted<-presencia$fitted.values
# plotting the fitted data
library(lattice)
library(viridisLite)

## Warning: package 'viridisLite' was built under R version 4.0.5

coul <- viridis(100)
levelplot(fitted ~ altitude*PORCENTAJE_SOLANACEAS, data = train,
```



```
# aumentando el número de simulaciones para una mayor resolución de la figura
num_simulaciones=1000
altitude<-rep(seq(836,4190,by=1),num_simulaciones)
sim<-as.data.frame(altitude)
sim$PORCENTAJE_SOLANACEAS<-rep(seq(12,56,by=1),length=nrow(sim))
sim$fitted<-predict(presencia, sim,type = "response")
levelplot(fitted ~ PORCENTAJE_SOLANACEAS*altitude,data = sim,
xlab = "Porcentaje solanaceas",ylab = "altitude",
main = "Relationship",
col.regions = cou)
```



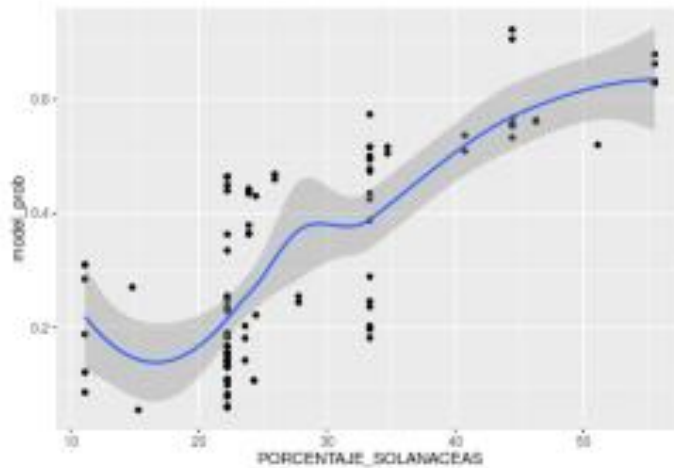
```
# para evaluar la precisión del modelo logístico
test$model_prob<- predict(presencia, test,type = "response")
```



```

#esto lo hago solo para definir un umbral de probabilidad
predictrain<-predict(presencia, test,type = "response")
# aqui se puede ver que el porcentaje de solanaceas explica la probabilidad de la presencia del patido
p1<-ggplot(test,aes(PORCENTAJE_SOLANACEAS,model_prob))+geom_point()+geom_smooth()
p1
## 'geom_smooth()' using method = 'loess' and formula 'y ~ x'

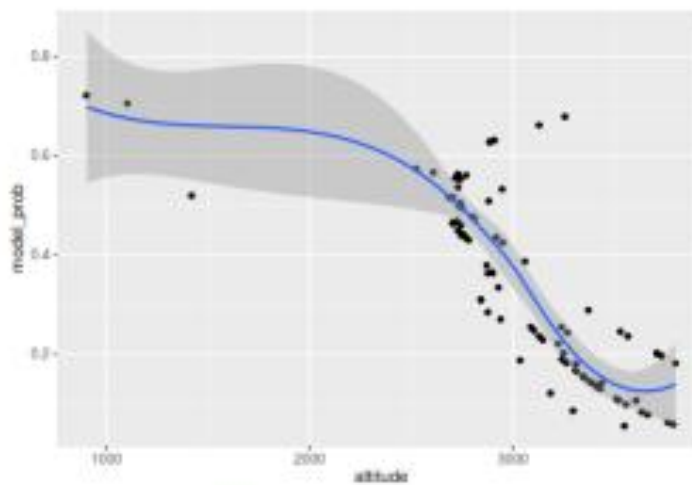
```



```

p1<-ggplot(test,aes(altitude,model_prob))+geom_point()+geom_smooth()
p1
## 'geom_smooth()' using method = 'loess' and formula 'y ~ x'

```



```

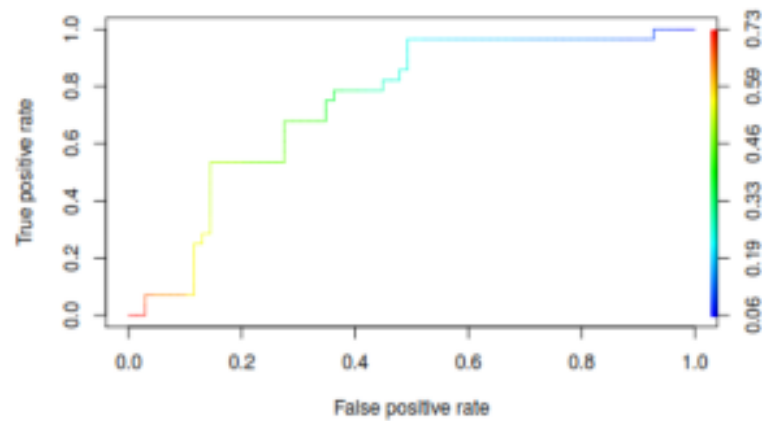
#promedio de la probabilidad de las predicciones
tapply(test$model_prob,test$presencia01, mean)
## 0      1
## 0.296476  0.445725

```

```

#Curvas de respuestas operativas
ROCRpred = prediction(predicttrain, test$presencia01)
#funcion de rendimiento del modelo
ROCRperf = performance(ROCRpred,"tpr","fpr")
plot(ROCRperf,colorize=TRUE)

```



```

#Datos de PMP
#cargando bases de datos de PMP y clasificacion de suelos
chimborazo<-read.csv("https://www.dropbox.com/s/7760y7bwilo5bxi/PORCENTAJE_PMP_CH.csv?dl=1")
cotopaxi<-read.csv("https://www.dropbox.com/s/9awellxelj4llp7/RCENTAJE_PMP_CXT.csv?dl=1")
tungurahua<-read.csv("https://www.dropbox.com/s/vvcjd3frwcit2wk/PORCENTAJE_PMP_TH.csv?dl=1")
#cargando bases de datos de pmp y porcentaje de solanaceas
chim_sol<-read.csv("https://www.dropbox.com/s/5pizyi6a08trdpx/TABLA_PMP_CHIMBORAZO_SOLAN%C3%81CEAS.csv?dl=1")
chim_sol<-chim_sol%>%
  select(parroquia,PORCENTAJE_SOLANACEAS)%>%
  group_by(parroquia)%>%
  summarise(PORCENTAJE_SOLANACEAS=mean(PORCENTAJE_SOLANACEAS))
cot_sol<-read.csv("https://www.dropbox.com/s/hi5omiqu0njhsax/TABLA_PMP_COTOPAXI_SOLAN%C3%81CEAS.csv?dl=1")
cot_sol<-cot_sol%>%
  select(parroquia,PORCENTAJE_SOLANACEAS)%>%
  group_by(parroquia)%>%
  summarise(PORCENTAJE_SOLANACEAS=mean(PORCENTAJE_SOLANACEAS))
tung_sol<-read.csv("https://www.dropbox.com/s/ff5c409c6rgx3ux/TABLA_PMP_TUNGURAHUA_SOLAN%C3%81CEAS.csv?dl=1")
tung_sol<-tung_sol%>%
  select(parroquia,PORCENTAJE_SOLANACEAS)%>%
  group_by(parroquia)%>%
  summarise(PORCENTAJE_SOLANACEAS=mean(PORCENTAJE_SOLANACEAS))
#juntando el porcentaje de solanaceas en cada provincia
chimborazo2<-merge(chimborazo,chim_sol,by="parroquia")
cotopaxi2<-merge(cotopaxi,cot_sol,by="parroquia")
tungurahua2<-merge(tungurahua,tung_sol,by="parroquia")
#juntando todas las bases de clasificacion de suelos con el porcentaje de solanaceas

```

```

jos.data<-rbind(chimborazo2,cotopaxi2,tungurahua2)
#reemplazando valores de ausencia y presencia
levels(as.factor(jos.data$presencia))

## [1] "absence" "presence"

# funcion de 0 y 1 para ausencia y presencia respectivamente
jos.data<-jos.data%>%
  mutate(presencia01=ifelse(presencia=="absence",0,1))

# train and test dataset -----
set.seed(123)
split1<- sample(c(rep(0, 0.7 * nrow(jos.data)), rep(1, 0.3 * nrow(jos.data))))
split1

## [1] 1 1 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1
## [38] 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0
## [75] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
## [112] 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
## [149] 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0
## [186] 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0

train <- na.omit(jos.data[split1 == 0, ])
test <- jos.data[split1 == 1, ]
# regression logistica presencia de psilido-----
presencia<-glm(presencia01~SUELO+CULTIVO+PARAMO+PORCENTAJE_SOLANACEAS,data = train, family = "binomial")
summary(presencia)

##
## Call:
## glm(formula = presencia01 ~ SUELO + CULTIVO + PARAMO + PORCENTAJE_SOLANACEAS,
##      family = "binomial", data = train)
##
## Deviance Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.5490 -0.7981 -0.5358  0.9018  2.1488
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept)    -13.20986   215.56114  -0.061  0.9511
## SUELO             0.11650     2.15565  0.054  0.9569
## CULTIVO           0.10608     2.15561  0.049  0.9607
## PARAMO            0.08808     2.15565  0.041  0.9674
## PORCENTAJE_SOLANACEAS 0.04466     0.02025  2.205  0.0274 *
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
##
##      Null deviance: 166.20  on 143  degrees of freedom
## Residual deviance: 143.36  on 139  degrees of freedom

```

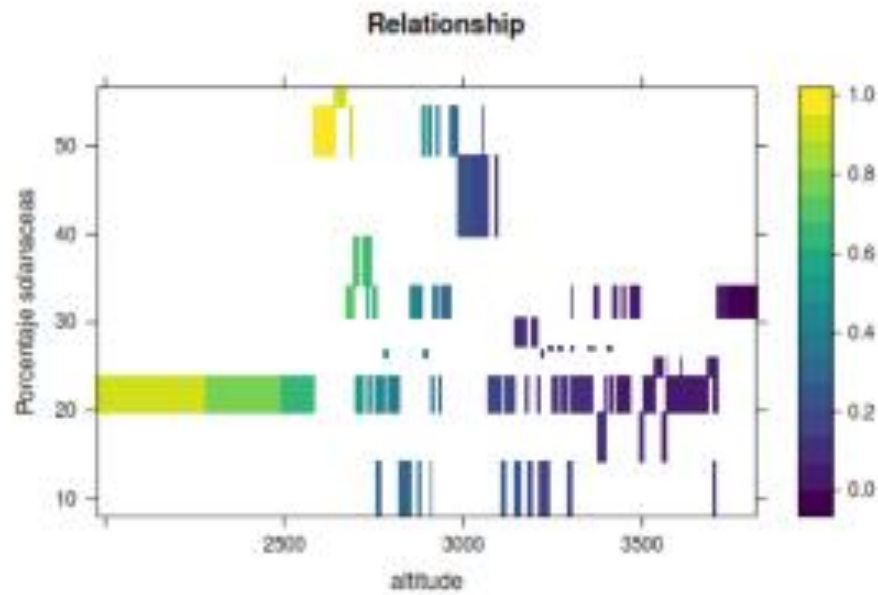
```
## AIC: 153.36
##
## Number of Fisher Scoring iterations: 13

#model 2 para incluir altitude
presencia<-glm(presencia01~PORCENTAJE_SOLANACEAS*altitude,data = train, family ="binomial")
summary(presencia)

##
## Call:
## glm(formula = presencia01 ~ PORCENTAJE_SOLANACEAS * altitude,
##      family = "binomial", data = train)
##
## Deviance Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.3779  -0.5987  -0.3349   0.4195   2.5356
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept)    -4.0657830   9.2321855  -0.440  0.6597
## PORCENTAJE_SOLANACEAS    0.6807028   0.3611805   1.885  0.0595 .
## altitude          0.0009958   0.0030823   0.323  0.7466
## PORCENTAJE_SOLANACEAS:altitude -0.0002275   0.0001228  -1.853  0.0639 .
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
##
##      Null deviance: 166.20  on 143  degrees of freedom
## Residual deviance: 112.35  on 140  degrees of freedom
## AIC: 120.35
##
## Number of Fisher Scoring iterations: 5

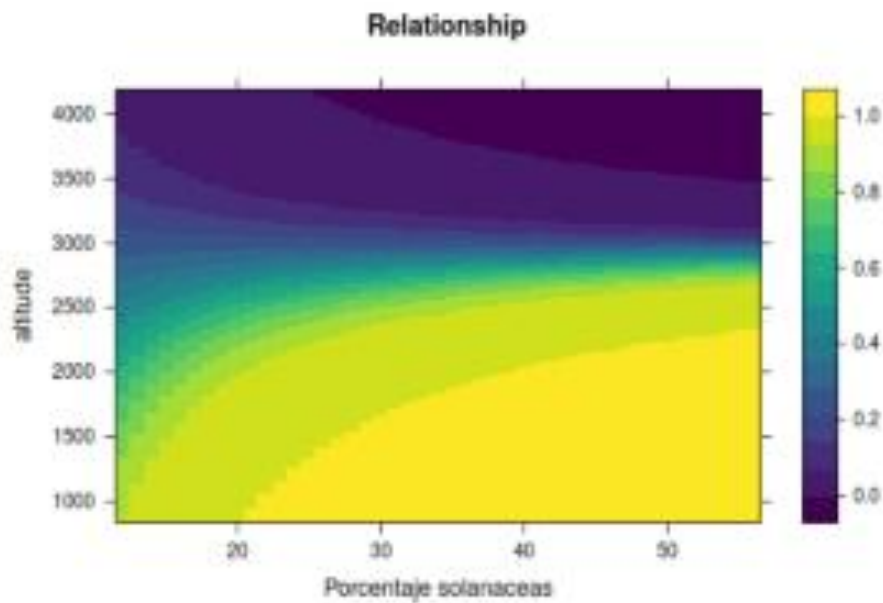
>
> #sacar el exponencial de los coeficientes del modelo de regresión logística (Probabilidad)
> exp(coefficients(presencia))
              (Intercept)          PORCENTAJE_SOLANACEAS          altitude
PORCENTAJE_SOLANACEAS:altitude
0.01714956                1.97526538                1.00099634
0.99977251
```

```
train$fitted<-presencia$fitted.values
# plotting the fitted data
library(lattice)
library(viridisLite)
coul <- viridis(100)
levelplot(fitted ~ altitude*PORCENTAJE_SOLANACEAS, data = train,
          xlab = "altitude", ylab = "Porcentaje solanaceas",
          main = "Relationship",
          col.regions = coul)
```



incrementando el número de simulaciones para una mayor resolución de la figura
 num_simulaciones=1000

```
altura<-rep(seq(838,4190,by=1),num_simulaciones)
sim<-as.data.frame(altura)
sim$PORCENTAJE_SOLANACEAS<-rep(seq(12,56,by=1),length=nrow(sim))
sim$fitted<-predict(presencia, sim,type = "response")
levelplot(fitted ~ PORCENTAJE_SOLANACEAS*altura,data = sim,
  xlab = "Porcentaje solanaceas",ylab = "altura",
  main = "Relationship",
  col.regions = coull)
```



para evaluar la precisión del modelo logístico
 test\$model_prob <- predict(presencia, test,type = "response")

Anexo 8. Aval de traducción



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA AGROBIODIVERSIDAD DE SOLANÁCEAS (INCLUIDOS DOS TUBÉRCULOS ANDINOS) Y EL PAISAJE AGRÍCOLA EN LA PRESENCIA DE PUNTA MORADA DE LA PAPA Y DEL PSÍLIDO DE LA PAPA (*Bactericera cockerelli*) EN LOS AÑOS 2018 – 2019 EN LAS PROVINCIAS DE COTOPAXI, TUNGURAHUA Y CHIMBORAZO MEDIANTE EL EMPLEO DE BASES DE DATOS EXISTENTES E IMÁGENES SATELITALES”** presentado por: **Joselyn Esmeralda Naranjo Silva**, egresada de la Carrera de: **Ingeniería Agronómica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Abril del 2022

Atentamente,



Escaneado electrónicamente por:
**PATRICIA
MARCELA CHACÓN
PORRAS**

Mg. Patricia Marcela Chacón Porras
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
C.C: 0502211196



CENTRO
DE IDIOMAS