



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

**“ÁREAS DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL A LA PRESENCIA ACTUAL Y FUTURA DE *Bactericera cockerelli* (Sulc) EN EL CULTIVO DE LA PAPA EN LA SIERRA ECUATORIANA EN EL PERIODO 2020”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniera en

Medio Ambiente

**Autor**

Toapanta Vilca Betsy Carolina

**Tutor**

Rivera Moreno Marco Antonio Ing.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Septiembre 2020**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Betsy Carolina Toapanta Vilca, con cédula de ciudadanía No. 0503776825 declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “**Áreas de vulnerabilidad ambiental a la presencia actual y futura de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el cultivo de la papa en la sierra ecuatoriana en el periodo 2020**”, siendo el Ingeniero Marco Antonio Rivera Moreno, 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, 18 de septiembre del 2020

.....

Betsy Carolina Toapanta Vilca

CC. 050377682-5

## 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 **TOAPANTA VILCA BETSY CAROLINA**, identificada con cédula de ciudadanía **0503776825** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. 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 CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación**, 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 de carrera: Septiembre 2015-Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020 - Septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de Julio del 2020

Tutor: Ing. Marco Antonio Rivera Moreno

Tema: “Áreas de vulnerabilidad ambiental a la presencia actual y futura de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el cultivo de la papa en la sierra ecuatoriana en el periodo 2020”

**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 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 18 días del mes de septiembre del 2020.

.....  
Betsy Carolina Toapanta Vilca

**LA CEDENTE**

.....  
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“ÁREAS DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL A LA PRESENCIA ACTUAL Y FUTURA DE *Bactericera cockerelli* (Sulc) EN EL CULTIVO DE LA PAPA EN LA SIERRA ECUATORIANA EN EL PERIODO 2020”**, de Betsy Carolina Toapanta Vilca, de la carrera Ingeniería en Medio Ambiente, 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, 18 septiembre del 2020

.....  
**Ing. Marco Antonio Rivera Moreno**

**TUTOR DEL PROYECTO**

CC: 050151895-5

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores del Proyecto, aprobamos 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: Toapanta Vilca Betsy Carolina, con el título del Proyecto de Investigación: “ÁREAS DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL A LA PRESENCIA ACTUAL Y FUTURA DE *Bactericera cockerelli* (Sulc) EN EL CULTIVO DE LA PAPA EN LA SIERRA ECUATORIANA EN EL PERIODO 2020”, 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, 18 de septiembre del 2020

Ing. Oscar Rene Daza Guerra  
LECTOR 1 (PRESIDENTE)  
CC: 0400689790

Ing. José Antonio Andrade Valencia  
LECTOR 2  
CC: 0502524481

Ing. Wilmam Paolo Chasi Vizuete  
LECTOR 3  
CC: 0502409725

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser el guía en mi vida y permitirme cumplir mi carrera profesional.

Al esfuerzo personal de la autora, en gestión y colaboración de instituciones, profesionales y personas que buscan un mismo fin, incentivar la protección del medio ambiente.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por las oportunidades que me ha brindado, a mi tutor Ing. Marco Rivera, a mis lectores Ing. Paolo Chasi, Ing. Oscar Daza, Ing. José Andrade por brindar tiempo y conocimiento al trabajo de investigación.

A quienes que con una sonrisa y abrazos se mantuvieron cada día creyendo en mí, a mis padres por su enorme apoyo en tiempos difíciles. A mis amigas Erika Chimborazo y Nila Quishpe por el apoyo y buenos deseos durante este largo proceso. A Jorge Calapaqui por su paciencia y cariño.

Betsy Carolina Toapanta Vilca

## **DEDICATORIA**

Al creador de todas las cosas, Dios al que me levanta de un tropiezo, con toda la humildad de mi corazón dedico este presente trabajo de investigación a mis padres Jorge Toapanta y Esther Vilca por ser mi fortaleza y fuente de inspiración.

A mis hermanas Lisbeth, Katherin y Lady a mi hermano Carlos. Por brindarme alegría y compañía a mi vida mientras escribía estas líneas.

Betsy Carolina Toapanta Vilca

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**Título:** “ÁREAS DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL A LA PRESENCIA ACTUAL Y FUTURA DE *Bactericera cockerelli* (Sulc) EN EL CULTIVO DE LA PAPA EN LA SIERRA ECUATORIANA EN EL PERIODO 2020”.

**AUTOR:** Betsy Carolina Toapanta Vilca

### RESUMEN

El cultivo de la papa actualmente se encuentra por la plaga, *Bactericera cockerelli* (Sulc) identificada en algunas de las provincias de la Sierra, distribución que se encuentra modificada por el cambio climático. El objeto de estudio, realizar modelos de la distribución potencial actual y futura la *Bactericera cockerelli* (Sulc) en la Sierra ecuatoriana. Se obtuvo 91 registros de presencia, 19 variables bioclimáticas analizados en el algoritmo de Máxima entropía (Maxent). Se trabajo con dos modelos de circulación global CMIP5 como BCC\_CSM1\_1 y MOHC\_HADGEM2\_ES para el horizonte 2050 y 2080 bajo escenarios RCP 2.6 y RCP 8.5, mediante el análisis de correlación de Pearson determino seis variables con mayor contribución para el modelo, la temperatura media anual, rango diurno medio, estacionalidad de temperatura, rango anual de temperatura, temperatura media del trimestre más frío y estacionalidad de precipitación y para la comparación de resultados se consideró la elevación y zonificación de cultivo de la papa. Los valores de AUC muestra un promedio de 0.93 como aspecto de confiabilidad del modelo. Se comparo la distribución potencial actual y futura demostrando mejor rendimiento en el modelo BCC\_CSM1\_1, se estima que para el año 2080 el escenario optimista (RCP 2.6) 1.51% con probabilidad muy alta de mantener la presencia de la especie en las provincias (Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo) un área de 912,78km<sup>2</sup> y el 1.37% con mayor idoneidad un área de 827,28 km<sup>2</sup> como uno de los escenarios más pesimista (RCP 8.5) para el año 2050. Identificación de áreas de vulnerabilidad ambiental, para mitigar el impacto de la plaga en el cultivo de la papa.

**Palabra clave:** *Bactericera cockerelli* (Sulc), cambio climático, distribución potencial, escenario, Maxent

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**  
**THEME: "ENVIRONMENTAL VULNERABILITY AREAS TO THE CURRENT AND**  
**FUTURE PRESENCE OF *Bactericera cockerelli* (Sulc) IN POTATO CULTIVATION IN THE**  
**ECUADORIAN HIGHLANDS IN THE 2020 PERIOD"**

**AUTHOR:** Betsy Carolina Toapanta Vilca

**ABSTRACT**

Potato cultivation, currently affected by the plague *Bactericera cockerelli* (Sulc) identified in some of the provinces of the Sierra Region, a distribution that is modified by climate change. Current and future potential distribution models were made for *Bactericera cockerelli* (Sulc) in the Ecuadorian Sierra. 91 presence records were obtained, 19 bioclimatic variables analyzed in the Maximum entropy algorithm (Maxent). We worked with two global circulation models CMIP5 such as BCC\_CSM1\_1 and MOHC\_HADGEM2\_ES for the 2050 and 2080 horizon under RCP 2.6 and RCP 8.5 scenarios, trough of Pearson's correlation analysis influences six variables with the greatest contribution to the model, the average annual temperature, range mean daytime, temperature seasonality, annual temperature range, mean temperature of the coldest quarter and precipitation seasonality, and for the comparison of results, the elevation and zoning of the potato crop were considered. The AUC values average 0.93 as a reliability aspect of the BCC\_CSM1-1 model, it is estimated that for the year 2080 the optimistic scenario (RCP 2.6) 1.51% with a very high probability of maintaining the presence of the species in the provinces (Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua and Chimborazo) an area of 912.78km<sup>2</sup> and the 1.37% with greater suitability an area of 827.28 km<sup>2</sup> as one of the scenarios with the highest concentration of greenhouse gases (RCP 8.5) for the year 2050. Identification of areas of environmental vulnerability, to mitigate the impact of the pest on potato crops.

**Keyword:** *Bactericera cockerelli* (Sulc), climate change, potential distribution, scenario, Maxent

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
ÍNDICE DE TABLA.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURA.....	xvi
INFORMACIÓN GENERAL.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	2
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
OBJETIVOS.....	5
General.....	5
Específicos.....	5
ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
Capítulo I. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	7
1.1 Producción de Papa.....	7
1.2. <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc).....	8
1.2.1. <i>Taxonomía del género Bactericera cockerelli</i> (Sulc).....	9
1.2.2. <i>Síntomas y afectación</i> .....	9

1.2.3. Manejo y control de la <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc).....	9
1.2.4. Estudios Realizados.....	10
1.2.5. Distribución actual de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc).....	10
1.3. Nicho ecológico.....	11
1.3.1. Modelamiento de distribución de Especies.....	11
1.4. Cambio climático.....	11
1.4.1. Modelos de cambio climático.....	12
1.4.2. Escenarios de Cambio Climáticos.....	13
1.5. Sistemas de Información Geográfica.....	14
1.5.1. Proyección hacia el área de distribución geográfica.....	14
1.6. MaxEnt.....	14
1.6.1. Umbral de decisión.....	15
1.6.2. Prueba de Jackknife (Jackknife model testing).....	16
1.6.3. Curva de omisión.....	16
1.6.4. Curvas ROC (receiver operating characteristic analysis).....	16
1.6.6. Registros De Presencia.....	16
1.6.7. Variables.....	16
1.7. Worldclim.....	17
1.7.1. Coeficiente De Correlación De Pearson.....	18
1.8. Qgis.....	18
PREGUNTA CIENTÍFICA.....	19
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1 Tipo de investigación.....	19
2.1.1. Exploratoria.....	19
2.2. Métodos.....	19

2.2.1. Método Inductivo .....	19
2.3 Técnica .....	20
2.3.1 Fichas .....	20
2.4. Materiales.....	20
2.4.1. Materiales y equipos de oficina.....	20
2.4.2. Material Cartográfico .....	20
2.4.3. Software y programas.....	20
2.5. Modelamiento.....	20
2.5.1. Área De Estudio.....	21
2.5.2. Datos de presencia .....	22
2.5.3. Acoplamiento de cartografía digital.....	22
2.5.4. Acoplamiento de las variables bioclimáticas .....	23
2.5.5. Estandarización de registros de presencia.....	23
2.5.7. Recursos estadísticos para analizar las variables .....	24
2.5.8. Ejecución en el software MaxEnt .....	24
2.5.9. Visualización de mapas .....	25
CAPÍTULO III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	25
3.1. Análisis.....	25
3.1.1. Selección de registros de presencia.....	25
3.1.2. Selección de variables .....	27
3.1.2. Validación estadística del modelado para la <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) .....	28
3.1.3. Pruebas de Jackknife de las variables bioclimáticas .....	30
3.1.5. Distribución potencial actual para la especie <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) .....	31
3.1.7. Distribución potencial de la <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) modelo BCC_CSM1_1 escenario 2.6 y 8.5 horizonte 2050-2080 .....	32

3.1.7. Distribución potencial de la <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) bajo el modelo MOHC-HADGEM2-ES para el escenario 2.6 y 8.5 en el horizonte 2050-2080.....	36
3.1.8. Áreas de presencia entre el presente y futuro bajo dos escenarios de cambio climático .....	40
3.2. Discusión.....	41
4.IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	44
4.1. Impacto social .....	44
4.2. Impacto ambiental .....	45
4.3. Impacto económico .....	46
5.PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO .....	46
CONCLUSIONES .....	47
RECOMENDACIONES .....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA .....	48
ANEXOS .....	74
Anexo No.1. Tabla de registro de datos de presencia de la <i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc) .....	74
Anexo No.2. Variables con mayor porcentaje de contribucion para el modelo.....	76
Anexo. 3. Presencia de la <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) y elevación .....	76
Anexo. 4. Zonificación del cultivo de la papa en el Ecuador continental.....	77
Anexo. 5. El valor de AUC rango de certeza al modelo BCC-CSM1.1 .....	78
Anexo. 6. El valor de AUC su rango de certeza al modelo MOHC-HADGEM2-ES.....	79
Anexo. 7. AUC el área bajo la curva de los modelos.....	80
Anexo. 8. Prueba de Jackknife modelo BCC-CSM1-1 .....	81
Anexo. 9. Prueba de Jackknife modelo MOHC_HADGEM2_ES.....	82
Anexo. 10. Hoja de vida del autor.....	83
Anexo. 11. Hoja de vida del tutor .....	84
Anexo 12. Aval de inglés .....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios directos e indirectos .....	4
Tabla 2. Objetivos y actividades .....	6
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) .....	7
Tabla 4. Taxonomía de la <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc).....	9
Tabla 5. Coeficiente de Pearson de correlación.....	18
Tabla 6. Presencia de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc).....	26
Tabla 7. Análisis de correlación entre variables bioclimáticas.....	27
Tabla 8. Variables sin correlación aplicadas para la modelación .....	27
Tabla 9. Validación estadística del AUC.....	28
Tabla 10. Validación estadística del umbral.....	30
Tabla 11. Presupuesto del proyecto .....	46
Tabla 12. Puntos georreferenciados de presencia.....	74
Tabla 13. Resultados AUC método de distribución actual y futuro .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interfaz en software Maxent.....	15
Figura 2. Proceso Metodológico.....	21
Figura 3. Provincias de la Sierra ecuatoriana.....	22
Figura 4. Presencia de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) en la Sierra .....	26
Figura 5. Análisis de omisión/comisión para la modelación del nicho ecológico.....	28
Figura 6. Curva operacional AUC para la <i>Bactericera</i> .....	29
Figura 7. Prueba Jackknife y su importancia en el modelo .....	31
Figura 8. Modelo distribución potencial de la <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) .....	32
Figura 9. Modelo BCC_CSM1_1 escenario 2.6 horizonte 2050.....	33
Figura 10. Modelo BCC_CSM1_1 escenario 2.6 horizonte 2080.....	34

Figura 11. Modelo BCC_CSM1_1 escenario 8.5 horizonte 2050 .....	35
Figura 12. Modelo BCC_CSM1_1 escenario 8.5 horizonte 2080 .....	36
Figura 13. Modelo MOHC-HADGEM2-ES escenario 2.6 horizonte 2050.....	37
Figura 14. Modelo MOHC-HADGEM2-ES escenario 2.6 horizonte 2080.....	38
Figura 15. Modelo MOHC-HADGEM2-ES escenario 8.5 horizonte 2050.....	39
Figura 16. Modelo MOHC-HADGEM2-ES escenario 8.5 horizonte 2080.....	40
Figura 17. Porcentaje de contribución de variables ambientales .....	76
Figura 18. Elevación para la Sierra, herramienta de investigación sobre los 91 puntos de registros .....	76
Figura 19. Zonificación de cultivos de la papa en la sierra .....	77
Figura 20. El valor de AUC es el promedio del modelamiento por replicas 0.95 rango de certeza alto y produce confiabilidad al modelo BCC-CSM1.1 RCP 2.6 y 8.5 .....	78
Figura 21. El valor de AUC es el promedio por replicas 0.95, rango alto y produce confiabilidad al modelo MOHC-HADGEM2-ES, RCP 2.6 y 8.5 .....	79
Figura 22. Prueba de Jackknife modelo BCC-CSM1-1 .....	81
Figura 23. Prueba de Jackknife modelo MOHC_HADGEM2_ES.....	82

## **INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

“Áreas de vulnerabilidad ambiental a la presencia actual y futura de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el cultivo de la papa en la sierra ecuatoriana en el periodo 2020”

### **Fecha de inicio:**

Septiembre del 2019

### **Fecha de finalización:**

Agosto del 2020

### **Lugar de ejecución:**

Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, zona 3

### **Facultad que auspicia**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería en Medio Ambiente

### **Proyecto de investigación vinculado:**

Proyecto Cooperación Centro Internacional de la papa (CIP) UTC

### **Equipo de Trabajo:**

- Coordinador del proyecto: Ing. Marco Rivera
- Tutor: Ing. Marco Rivera
- Autor: Betsy Carolina Toapanta Vilca
- Lector 1: Oscar Rene Daza Guerra
- Lector 2: José Antonio Andrade Valencia
- Lector 3: Wilmam Paolo Chasi Vizuite

### **Área de Conocimiento:**

UNESCO: Ciencia

**Línea de investigación:**

Línea 1 (UTC) Análisis y conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

**Sub líneas de investigación de la carrera:**

Manejo y conservación de la biodiversidad

**Línea de vinculación**

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

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en el Ecuador, es un producto de alta importancia a nivel nacional con mayor consumo y producción en la región interandina en provincias como Carchi, Chimborazo, Tungurahua, Pichincha, Cotopaxi y Cañar. El tubérculo se cataloga como un elemento de importancia dentro del círculo de consumo y por los ingresos que este genera, el mismo que no se encuentra ajeno a las dificultades del subsector agropecuario.

Este producto se encuentra amenazado por plagas, responsables de la pérdida casi total de producción de papas, como la presencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el cultivo de la papa en la sierra ecuatoriana (Lozano, 2006). Es importante mencionar que tanto los adultos como las ninfas se acoplan al frío siendo capaces de resistir hasta el 50 % de los adultos podría sobrevivir a una exposición de aumento de temperatura. Temperaturas extremas, que suceden generalmente en una helada, pueden provocar daños directos a la planta al succionar la savia (Munyaneza, 2007). Por otra parte, (Garzón T. J., 2004) define que el fitoplasma produce enfermedades de punta morada en papa o permanente del tomate y jitomate. Es decir que la variación de temperaturas entre 1°C y 2°C en Sudamérica y Centroamérica que son condiciones favorables en las zonas templadas y altas para el desarrollo de la especie (Heidy G. P., 2019).

La agricultura un sector más al que afecta el cambio climático como impacto en los rendimientos de producción de cultivos, a lo que lleva la continuidad de cultivos sin rotación convirtiéndolo en áreas propicias para el desarrollo eficiente de plagas y enfermedades. (Enríquez I, 2019, pág. 57) así Hamada (2011) atribuye que, cuando los niveles de sequía son altos es el indicador que favorece a plagas de carácter invasor, cabe confirmar que entre de ellas está el orden Hemiptera y Thysanoptera. Por otro lado, está el hecho de afectación a los insectos benéficos, se encuentra en desventaja con la variabilidad y aumento de temperatura que reduce la probabilidad de supervivencia.

El propósito es identificar las áreas de vulnerabilidad ambiental a la presencia actual y futura de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el cultivo de la papa en la sierra. Por los resultados de aparición de la Punta Morada, provincia del Carchi al Norte del país,

motivo para generar el modelamiento de distribución potencial de la especie. Los modelos de distribución de especies (MDE) es la herramienta que va a sumar a la gestión y conservación, de manera que cuente con planificación futura en relación a especies invasora. (Correia, 2019, pág. 13). (Mateo, Felicísimo y Muñoz(2011) detallan que “en base a la presencia de software como maxEnt, ArcGis y WorldClim se representa la distribución de *Bactericera cockerelli* (Sulc) y las variables ambientales representan la reproducción y propagación de la especie “.

La metodología del estudio se basa en el uso del software MaxEnt, que constituye una herramienta potente para la modelación de especies con registros de presencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc), adaptados a escenarios de cambio climático, considerando los pixeles del área de estudio definido como el límite de distribución. Finalmente, el trabajo cuenta con la explicación de resultados extraídos luego del modelamiento y fundamentada con anexos expresados en mapas de distribución actual y futura, base de datos de presencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en los cultivos de papas.

## **JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La producción agrícola ha contribuido al cambio climático de forma que “produce un efecto de doble vía en la agricultura, altera el ciclo biológico del cultivo que favorece al desarrollo de plagas en condiciones de sequías y enfermedades en condiciones lluviosas” (Mosquera A, 2018, p.3), a lo que Fernández (2013) alude que “cada una de ellas con efectos que presentará el cambio climático se verá reflejado en los factores negativos como las inundaciones, olas de calor, sequías entre otras que presentaran mayor vulnerabilidad y menor resiliencia en su población”(p.3)

Actualmente la *Bactericera cockerelli* (Sulc) plaga de difícil detección y control, que con el tiempo se debe aprender a vivir con ella. Como complicación para los agricultores porque la plaga infecta las plantas causando pérdidas, cambios en los patrones de producción de papas o la muerte misma de la planta. Es así en el caso de Ecuador, “se ha reportado como presencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en 2019 considerado como el posible vector del fitoplasma” (Catalina, 2019). La investigación tiene como objeto determinar las áreas con mayor vulnerabilidad ambiental, mediante la modelación de mapas de distribución potencial de la especie, donde se estima si la especie puede seguir presente frente a los cambios climáticos por su rápida adaptación y evolución, la distribución geográfica y el avance de la plaga hacia

latitudes más altas. La modelación de las áreas de presencia permitirá mitigar y reducir la expansión de la enfermedad en toda la sierra ecuatoriana.

El trabajo es novedoso para instituciones beneficiadas como organismos competentes para tomar decisiones frente a la distribución de especies, debido a que existen escasos documentos y estudios sobre las mismas. Por consecuencia significa un impacto ambiental, los resultados presentan información disponible para generar hipótesis que pueden incentivar a trabajos futuros, comparar con otros programas de manera que se examine cuáles son las similitudes y diferencias entre ellos. Para contribuir a las medidas de conservación y manejo de ecosistemas que se verán afectados como resultado de la distribución actual y futura de la *Bactericera cockerelli* (Sulc).

## BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1:** Beneficiarios directos e indirectos

Beneficiarios directos	Beneficiarios Indirectos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD)</li> <li>• Centro Internacional de la Papa (CIP)</li> <li>• Técnicos agrícolas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 80.000 agricultores de la región Sierra</li> </ul>

**Elaborado por:** Autor **Fuente:** (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019)

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El Ecuador un país afectado por la presencia de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) en la región Sierra, zona productora de la papa, “se estima que puede causar daños directos a la planta del tubérculo. Se establece pérdidas de hasta el 100% de la proactividad” (INIAP, 2014). Tungurahua, Carchi y Chimborazo es una de las provincias con mayor producción de papas por su área de cultivo de 11, 6.8 y 0.3 toneladas por hectárea de producción en el año 2017 según los registros del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Es necesario “la eficiencia del manejo integrado de plagas con recomendaciones emergente, importancia, la forma de transmisión y la promoción del uso de semilla de calidad que responde a la disminución de poblaciones del posible vector y minimice las pérdidas” (INIAP, s.f.)

En la actualidad existe el organismo encargado del estudio del cambio climático, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) emitieron el último informe, concluyendo que en las próximas

décadas existirá un incremento de gases de efecto invernadero, hace referencia al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), afirmando que la temperatura subirá al menos 1.5 grados a finales del siglo, pasando a vivir en un clima más caluroso y menos lluvioso (Clare N., 2018).

Los efectos de la variabilidad climática reflejan un impacto directo en el desarrollo de producción de papa y como secuencia a la *Bactericera cockerelli* (Sulc) plaga que con “facilidad se adapta a los cambios de temperatura, demuestra impacto en el cultivo, en la economía y efectivamente en el aspecto ambiental a consecuencia de la vulnerabilidad del cambio climático, que generalmente provoca incremento de especies invasoras orillando a la pérdida de las cosechas “. (Dicta, 2016)

## **OBJETIVOS**

### **General**

- Determinar el área de vulnerabilidad ambiental ante el efecto del cambio climático para la especie *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el cultivo de la papa en la Sierra ecuatoriana.

### **Específicos**

- Modelar la distribución actual de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) mediante la proyección potencial a partir de registros del clima en la Sierra ecuatoriana.
- Generar mapas de distribución geográfica potencial de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) en base a variables bioclimáticas bajo escenarios de cambio climático RCP 2.6 y 8.5 para dos horizontes (2050 y 2080).
- Identificar el área de ocupación entre el presente y futuro bajo escenarios de cambio climático para la *Bactericera cockerelli* (Sulc)

## ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

### PLANTEADOS

**Tabla 2:** Objetivos y actividades

Objetivos	Actividades	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Modelar la distribución actual de la <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) mediante la proyección potencial a partir de registros del clima en la Sierra ecuatoriana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar la ecología y taxonomía de la <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc)</li> <li>Analizar la ubicación de registros de presencia</li> <li>Correlación de Pearson en un versus de variables</li> <li>Ejecutar el modelo de distribución potencial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo de distribución actual de la <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc)</li> </ul>	<p>TÉCNICA:</p> <p>1. Análisis e identificación de los registros de la especie</p> <p>Herramientas informáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>WorldClim</li> <li>Qgis</li> <li>Hoja de Excel</li> <li>Maxent</li> <li>SPSS</li> </ul> <p>2. Verificar la correcta ubicación de los puntos de presencia en el software Qgis 3.12.</p>
Generar mapas de distribución geográfica potencial de la <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) en base a variables bioclimáticas bajo escenarios de cambio climático RCP 2.6 y 8.5 para dos horizontes (2050 y 2080).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interpolación de registros y variables bioclimáticas de 2 modelo de cambio climático</li> <li>Ejecutar el logaritmo de máxima entropía, bajo escenario 2.6 y 8.5</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapa de distribución geográfica potencial de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc)</li> </ul>	<p>TÉCNICA:</p> <p>1. Descripción de modelos de cambio climático Software:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>WorldClim</li> <li>Maxent</li> <li>QGIS 3.12</li> </ul> <p>3. Proyección de modelos basado en la máxima entropía</p>
Identificar el área de ocupación entre el presente y futuro bajo escenarios de cambio climático para la <i>Bactericera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y describir áreas de ocupación</li> <li>Comparar los modelos (BCC_CSM1_1) y (MOHC_HADGE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas de ocupación del presente y futuro</li> </ul>	<p>TÉCNICA:</p> <p>1. Análisis sobre la distribución potencial actual y futura Software</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>QGIS 3.12</li> </ul> <p>2. Comparación descriptiva de</p>

## CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

### 1.1 Producción de Papa

La producción de papa en Ecuador (*Solanum tuberosum* L.) señalada por Cuesta, et al., (2002) se distribuye en tres zonas geográficas: norte, centro y sur del país”. Que “están determinadas por las relaciones entre clima, fisiografía y altura, en terrenos irregulares en laderas con más de 45% de pendiente y en su rango de altitud de 2.400 a 3.800 m.s.n.m”. (Andrade , Lara, & Morales , 2002, p. 33). El cultivo de la papa se originó en la cordillera andina, la planta generalmente se produce en climas templados y fríos, para un mejor desarrollo del tubérculo y mejora en la producción. (Chila, 2002) “Las condiciones agroclimáticas para su cultivo, rangos de precipitación de 600 a 1200(mm), temperatura optima de 17 y 23°C, a temperaturas inferiores de 10°C y superiores de 30°C causará problemas irreversibles para el desarrollo del cultivo”, “el efecto por la presencia de la cordillera de los Andes que actúa como barrera natural y vientos que soplan por los valles y llanuras”. (Chila, Gestión Ingenio y Sociedad, 2017).

Eventualmente “el tubérculo se siembra en todas las provincias de la sierra ecuatoriana, considerando que las provincias como Pichincha, Carchi, Bolívar y Tungurahua con una producción de 15.28 toneladas por hectárea, según Ministerio de Agricultura y Ganadería” (MAG, 2018). Mientras que las provincias de Chimborazo, Cañar, Azuay y Cotopaxi demuestran una producción menor de 2.4, 2.8, 5.8 y 7.8 t/ha del promedio total 16.26t/ha. Una fracción importante del cultivo se desarrolla en condiciones de subpáramo, aunque los cultivos se encuentran en los valles bajos, debido a la presión demográfica, la tendencia actual es un desplazamiento hacia el páramo con el riesgo de pérdida de cultivo por heladas. La producción de papas en Carchi una provincia representativa de cultivo de hasta el 40% como cosecha anual, según MAGAP (2017) obtuvo rendimientos de 23 t/ha. (Mora et al., 2019, p. 44)

**Tabla 3:** Clasificación taxonómica de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

Reino	Plantae
División	Magnoliophita

Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanáceas
Género	Solanum
Especie	Tuberosum

**Fuente:** (Gastelu, 2014)

La producción se basa en el manejo de fertilizantes, en la provincia del Carchi afectada por degradación de los suelos a razón de altas dosis de concentración química. Con respecto al incremento de bacterias y hongos que se propagan entre los cultivos debido a que son solubilizadoras de fósforo. (Mora Q, et al., 2019, pág. 45)

## 1.2. *Bactericera cockerelli* (Sulc)

La *Bactericera cockerelli* (Sulc) tiene historia en la denominación de la taxonomía, nombres comunes como el psílido de la papa, también como pulgón saltador. Según Maramorosch (1998) la *Bactericera cockerelli* (Sulc) ocasiona “La enfermedad conocida como punta morada de la papa (PMP) causada por fitoplasmas, asociada a la trasmisión de fitoplasmas que provoca un desorden metabólico en las solanácea denominando así como el mayor hospedante en el cultivo de papas”. (p.11).

Es importante agregar que los psílicos (Hemiptera: Triozidae) generalmente se catalogan como plagas, se ha verificado en algunas de las provincias de Ecuador y otros países de Centroamérica, y en efecto, se ha vinculado al insecto con la especie *Bactericera cockerelli* (Sulc). “De este modo, el invertebrado es responsable de la transmisión de enfermedades fitopatógenas principalmente en cultivo de solanáceas (papa, tomate, ají, pimiento, naranjilla, tabaco) que provoca un efecto toxinífero en las plantas hospedantes”. (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, 2015, pág. 11). La existencia de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) es un enemigo para el cultivo de papas. “El rango óptimo de temperatura es de 21-27 °C, arriba de 32°C es perjudicial para la *Bactericera cockerelli* (Sulc), mientras que 27°C es la temperatura indicada para el desarrollo del psílido de la papa”. (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria , 2015)

### 1.2.1. Taxonomía del género *Bactericera cockerelli* (Sulc)

A principios de las investigaciones la especie fue ubicada en el género *Trioza* (Sulc, 1909), que tiempo después se ubica como *Paratrioza* según Cawford en 1914 y finalmente Burckhardt y Lautere (1997) “lo denominan dentro del género *Bactericera* en la familia *Triozidae*” (Rica, 2010).

**Tabla 4:** Taxonomía de la *Bactericera cockerelli* (Sulc)

Hemiptera	Triozidae
Orden	Hemiptera
Suborden	Homoptera
Superfamilia	Psylloidea
Familia	Triozidae
Generó	<i>Bactericera</i> (= <i>Paratrioza</i> )
Especie	<i>cockerelli cockerelli</i> (Sulc)
Nombre de la plaga	<i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) 1909
Sinónimo	<i>Paratrioza cockerelli</i> (Sulc)

**Fuente:** (Bujanos R. &, 2015)

### 1.2.2. Síntomas y afectación

Es necesario reconocer las características más notables ante la presencia de la enfermedad como cita el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2011). Los síntomas más notorios son el “achaparramiento de la planta, abultamiento del tallo en lugares de inserción de las hojas, formación de tubérculos aéreos y una decoloración en las hojas superiores. Los tubérculos provenientes de plantas con síntomas de PMP generalmente no brotan, o si lo hacen, sus brotes son muy delgados o ahilados” (p. 11).

### 1.2.3. Manejo y control de la *Bactericera cockerelli* (Sulc)

Actualmente se plantea un control, por medio del uso de insecticidas, posiblemente de hasta el triple de aplicaciones por ciclo, lo que representa un riesgo para los organismos vivos, encargados de regular el ecosistema y el efecto es el desarrollo de resistencia a los insecticidas. Otro de los inconvenientes es la inadecuada aplicación de productos, que demuestran el aumento

de reportes de predios afectados. (Carmen, 2019, p. 21-22). Podemos incluir el manejo y estrategias para la *Bactericera cockerelli* (Sulc), la aplicación de químicos es una de las herramientas más usadas. Según Cadena y Galindo (1985) define que en México se han hecho estudios para el control de la punta morada de la papa (PMP) causada por fitoplasmas incorporando resistencia genética a las variedades de papas, también “se han implementado métodos para el diagnóstico de los fitoplasmas utilizando la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa” (Almeyda et al., 1999, p. 203). En la actualidad, el control de *Bactericera cockerelli* (Sulc) y de chicharritas se basa principalmente en el uso de insecticidas. Cabe destacar que no termina por completo con el psílido, es una técnica para mantener la densidad en equilibrio de la población. (Almeyda L. & Rubio C., 1999)

#### **1.2.4. Estudios Realizados**

La presencia de fitoplasmas y de sus vectores en el cultivo de papa en México, así como la dificultad para el control de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) en la papa. Rubio (2006) afirma que: “Los productores de papa de algunas regiones en México realizan hasta 30 aplicaciones de insecticidas durante el ciclo del cultivo, esto incrementa los costos de producción y representa un riesgo de contaminación ambiental y de daño directo al hombre” (p. 203).

El factor climático según análisis estadísticos la temperatura mínima y precipitación pluvial tienen efecto en las ninfas, adultos y machos, en las hembras tiene efecto la temperatura media, así como la precipitación pluvial. Concluyendo que mientras aumente la precipitación pluvial las poblaciones de adultos y ninfas descienden notablemente. (Perdomo et al., 2020, pág. 28). Para Rivas (2015) “el cambio climático está influenciado a cambiar el comportamiento de ciertas enfermedades y su rápida adaptación al ambiente, la relevancia del impacto no es solo el avance de la enfermedad sino también el aumento del riesgo del movimiento de insectos, plagas y vectores.

#### **1.2.5. Distribución actual de *Bactericera cockerelli* (Sulc)**

La rápida expansión de la enfermedad, el psílido de la papa *Bactericera cockerelli* (Sulc) fue reportada en Estados Unidos considerando así las primeras apariciones en el año 1909, desde ese momento se registra presencias en otro país como Canadá, México, Nueva Zelanda y Australia, no ha sido reportado en América del Sur. (Castillo, 2019, p. 24). En Ecuador se reporta

el primer caso de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en América del sur en el año 2019, publicado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Se desconoce el verdadero origen de la presencia de la *Bactericera cockerelli* (Sulc), se presume que se movilizó a través del transporte de otros productos de similares características de acuerdo con Castillo (como se cito Teulon et al,2009). Según Castillo (2019) manifiesta que Carchi fue una de las primeras provincias en presentar síntomas, pero no comprobados sobre la *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el año 2013, su distribución se extendió a las demás provincias como Pichincha en 2018, en Bolívar y Chimborazo en 2019 donde se define por medio de muestreos y análisis que el fitoplasma causante de la punta mora de la papa es la *Bactericera cockerelli* (Sulc). (p.4)

### **1.3. Nicho ecológico**

“El nicho ecológico es aquel que incluye factores biótico como abióticos para que la especie se desarrolle en base al tiempo y espacio, el organismo vivo se adapta a los recursos ambientales presentes” (Illoldi, 2008). La descripción de un “nicho ecológico de alguna especie es aquel que contiene un conjunto de variables ambientales en base a componentes como el crecimiento poblacional, depredación o enfermedades”. (Soberón, 2009, p. 84).

#### **1.3.1. Modelamiento de distribución de Especies**

El modelo es el desarrollo de una clasificación, es indispensable determinar las variables de presencias o ausencias y las independientes que pueden ser cuantitativas, son clasificadores que generan un valor numérico para cada uno de los puntos del área a estudiar que en el proceso define la idoneidad de la presencia de la especie. (Mateo, Felicísimo, & Muñoz, 2011, p. 218) de acuerdo con Soberón y Peterson (2005). “La distribución de especies contempla las interacciones bióticas, ambientales y el movimiento de una especie durante un intervalo de tiempo en el espacio geográfico. Regiones donde las condiciones biológicas son favorables”. (Becerra L, 2016, p. 1514-1525)

### **1.4. Cambio climático**

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), “entidad creada en 1988, el cambio climático es la consecuencia de los desbalances del componente energético de la tierra que son provocados por procesos, agentes naturales y antropogénicos”. (Camino,2014,p.37). La “influencia humana en el sistema climático, las

emisiones antropogénicas, gases de efecto invernadero como las más elevadas dentro de la historia, el calentamiento es un sistema inequívoco, durante años se ha observado que tanto la atmosfera como el océano se han calentado” (IPCC, 2014).

El aumento de emisión de gases de efecto invernadero predicen un mayor calentamiento y cambios duraderos en todo el sistema climático, lo que genera problemas como impactos graves e irreversibles para personas y ecosistemas (IPCC, 2014). En cuanto a las especies se pueden ver afectadas al límite de extinción o adaptación al ambiente con efectos del calentamiento global. Para el (IPCC) el calentamiento atmosférico tiene secuencia como el aumento de plagas y enfermedades que se encuentran en un nivel medio y bajo, el aumento de mortalidad de plantas, árboles, entre otros que se encuentren en riesgo como efecto directo para especies y ecosistemas.

#### ***1.4.1. Modelos de cambio climático***

El Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC), en efecto “los modelos climáticos han mejorado en referencia al Cuarto Informe de Evaluación, se ejecutan patrones adjuntos a temperaturas en superficies a escala continental con datos analizados por décadas, y se considera que el calentamiento más elevado es el siglo XX”. (Clare N, 2018, p. 7).

La elevación del nivel de confianza depende de la capacidad de cada modelo climático y como va a simular los cambios en el sistema climático. Los modelos climáticos que se procesan con el ciclo del carbono, son capaces de indicar el flujo de CO<sub>2</sub> océano-atmósfera, por lo tanto, las emisiones de gases en los trópicos y absorción en las latitudes medias y altas. (Clare N, 2018). “Entidades científicas que buscan modelar el clima, impactos del cambio climático, modelos de evaluación que pueden ser el inicio de nuevas exploraciones e investigaciones para la sociedad”. (Porras, Cedeño, & Jácome, 2018, p. 16)

##### **1.4.1.1. Modelo BCC\_CSM1\_1.**

El “ modelo climático-carbono global total que incluye el ciclo global del carbono, vegetación interactiva, el componente atmosférico BCC\_AGCM2.1, el componente oceánico MOM4\_L40, el componente terrestre BCC\_AVIM1.0 y el componente de hielo marino”. (Beijing Climate Center Climate System Model, 2012), forma parte de los modelos de la quinta fase del proyecto de Intercomparación de modelos acoplados (CMIP5). El modelo de cambio climático es evidente el incremento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero y

el CO<sub>2</sub> es decir la temperatura aumenta de manera que el producto de ello interfiere en el ciclo de vida y la dispersión de especies por las variaciones meteorológicas y la sustitución en el ecosistema. (Arbelaez et al.,2020, p. 8).

#### **1.4.1.2. Modelo MOHC\_HADGEM2\_ES.**

El modelo MOHC\_HADGEM2\_ES del proyecto de Intercomparación de modelos acoplados (CMIP5) del Met Office Hadley Center (MOHC) “es colección de salida del modelo hadGEM2\_ES, el componente tiene 38 niveles que se extiende hasta 40 Km de altura, con una resolución horizontal de 1.25 grados de latitud por 1.875 grados de longitud”. (MertOffice, 2014). El modelo climático aparenta en escenario más cercano a la realidad en la distribución espacial, como lo cita Enríquez (2019) en acuerdo con “los factores de la precipitación y temperatura se considera para todos los modelos sin omitir a la variable de período seco”. (Enríquez I, 2019, p. 30).

#### **1.4.2. Escenarios de Cambio Climáticos**

Las vías de concentración representativas (RCP) usadas para la proyección de factores que describen cuatro trayectorias y factores diferentes de concentración atmosférica de gases de efecto invernadero. A cargo de interpretar las características de respuesta sobre el clima futuro, el estudio es ejecutado en base a escenarios proyectados a diferentes horizontes de tiempo (2050-2080) (Ulises et al, 2018, p.512)

#### **1.4.2.1. Escenarios RCP.**

Las “Vías representativas de concentración” (RCP\_Representative Concentration Pathways) el escenario específico contiene información como el uso de suelo y cobertura vegetal. Trabajan de forma paralela que contiene 4 escenarios RCP, que está enmarcado a forzamiento radiactivo específico. En síntesis (Stranges, 2019) identifica que “está predicciones que consiste en el aumento de temperatura y la disminución del pH bajo los escenarios (RCP)”. Debido al sistema que proyecta distintos escenarios, que define desde optimista hasta el más pesimista en referencia al nivel de la tasa de emisiones. Según el Intergubernamental de Cambio Climático- IPCC5, describen 4 escenarios distintos, un de mitigación estricto de las emisiones contaminantes atmosféricas y el uso del suelo otros dos escenarios (RCP4,5 y RCP 6,0) y un escenario (RCP8.5) con un nivel alto de de gases de efecto invernadero. (IPCC, 2014)

#### **1.5. Sistemas de Información Geográfica**

Un sistema de información geográfica (SIG) “Está compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular y analizar los datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación” (Lara , Simeón , & Navarro , 2006, p. 789). Concuera con Miguel (2020) “los Sistemas de Información Geográfica son herramienta de información que analizar y gestionar la información georeferenciada como resolución de problemas de carácter medioambiental”.

##### ***1.5.1. Proyección hacia el área de distribución geográfica***

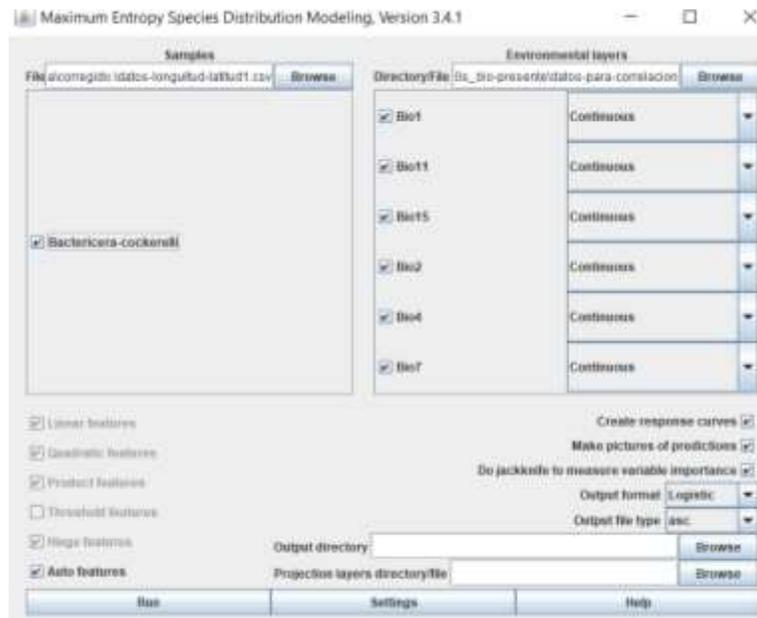
Al generar el modelo, “la selección del logaritmo se considera el área de distribución geográfica potencial, que se define por mayor presencia de la especie en un área definida” (Navarro A, 2017). Las condiciones abióticas que determinan fisiológicamente la supervivencia de la especie en un área, tales como el clima, ambiente físico y condiciones edáficas. Factores bióticos en relación de la especie con otras, la capacidad de modificar y mantener las poblaciones. La capacidad evolutiva de la especie en poblaciones capaces de adaptarse a diferentes condiciones. (Illoldi P, 2012).

#### **1.6. MaxEnt**

“Originalmente maxEnt se creó para la estimación de la densidad en todo el paisaje” según Philips en 2006 (como se cita en Merow, 2013). Como Fithian y Hastie (citado en Merow

) los modelos predicen la tasa de ocurrencia en una celda, definida como el número esperado de individuos por celda. ( p.1058)

El algoritmo utilizado “traslada la ecuación al espacio geográfico generando una capa ráster cuyos valores representan, a escala relativa de cero a uno, los valores altos representan aquellas localidades con mejores condiciones ambientales para la presencia de la especie”. (Phillips et al., 2006, p.51). En este contexto destaca el software Maxent, logra resultados robustos en términos de la proyección espacial de la distribución, especialmente cuando se cuenta con pocos datos de presencias, sin embargo, la relevancia de las variables ambientales y su evaluación estadística se mantiene en la discusión. (Pliscoff P et al , 2011, p. 64)



**Figura 1.** Interfaz en software Maxent

**Fuente:** Software Maxent

### **1.6.1. Umbral de decisión**

Para la práctica de omisión de modelos de distribución de especies, hace necesaria la selección un valor de corte que será transformado en gradiente continuo binario. “La selección del corte de umbral es dependiente del fin de modelo y la biología de la especie que busca identificar nuevas poblaciones. Como selección del umbral de corte es el promedio de idoneidad de los registros de modelación”. (Lozano D, 2020, p. 30)

### ***1.6.2. Prueba de Jackknife (Jackknife model testing)***

De acuerdo a la selección de variables se utiliza el método analítico por medio de la prueba de Jackknife, “comparar el porcentaje utilizado por cada variable y su aportación que no está incluida para el resto de variables. El nivel de significancia, cuanto pierde el modelo calibrado sin cada una de ellas”. (Amat, 2017). Usado para 19 variables bioclimáticas para corroborar en la selección de las misma.

### ***1.6.3. Curva de omisión***

“El software Maxent presenta la selección de un porcentaje de puntos aleatorios en versus omisión de entrenamiento, resultado es el área predicha que varía de la elección del umbral acumulativo. La validación del modelo, tanto de la muestra de prueba como la de entrenamiento”. (Aceves R, 2018)

### ***1.6.4. Curvas ROC (receiver operating characteristic analysis)***

Las curvas permiten comparar la eficiencia del logaritmo y encontrar el punto óptimo de corte y representan la sensibilidad de cada una de ellas. La omisión cero significa un 100% de sensibilidad como error de comisión para todos los puntos. Como lo define Zhou las curvas de (ROC) como indicador de la sensibilidad y especificidad según el valor umbral, que funciona bajo la comparación de varios clasificadores como uso de la capacidad discriminante. (Valle B, 2017)

### ***1.6.6. Registros De Presencia***

Los datos de presencia como información necesaria que delimita la distribución de la especie, ubicaciones con coordenadas exactas donde se registró la presencia que se denomina como dato biológico. Otra fuente es la publicación de registros de presencia en revistas, artículos y base de datos de instituciones. (Sánchez G, 2013, p. 17)

### ***1.6.7. Variables***

Ecuador es un país productivo en cultivos de papa, arroz, cacao entre otros, cuentan con procesos de planificación ambiental y productiva por ende presentan mapas de cobertura y uso de suelos así lo manifiestan el ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Ministerio del Ambiente (MAE) y la Secretaría Nacional de Planificación de Desarrollo (Senplades). La presencia de la plaga causada por la *Bactericera cockerelli* (Sulc), es

óptimo compartir información de esta calidad, con determinados parámetros como la superficie sembrada de los cultivos y su distribución geográfica con la especificidad de las características biofísicas adecuadas para la especie a cultivar y de cierta forma permite argumentar la existencia de otras formas de vida que forman parte del mismo ecosistema. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020).

## **1.7. Worldclim**

Esta información comprende las variables climáticas de Worldclim a escala mundial con resolución máxima de hasta 1km<sup>2</sup> en un tiempo establecido de 30 segundos (worldclim.org). La versión 2 de las capas, actualmente disponible en la web mencionada, contempla datos medios mensuales del clima para los valores máximo y mínimo de temperatura y precipitación, desde el año 1970 al 2000. También están disponibles las capas de previsiones climáticas para el año 2050 hasta el 2100 en la página Downscaled data portal (GCM) (Fortún, 2017). “La base de datos climáticos con estudios ambientales al ser la primera que ofreció a escala mundial esta información”. (Xavier S & Maarten Z, 2011, p. 3). “El escenario para el presente es el resultado de una interpolación espacial de datos climáticos provenientes de una serie de estaciones meteorológicas”. (Hijmans, 2015).

Variables Bioclimáticas de WorldClim:

- BIO1: Temperatura media anual
- BIO2: Rango diurno (Media mensual (temperatura máxima-temperatura mínima)
- BIO3: Isotermia (BIO2/BIO7) (\*100)
- BIO4: Temporalidad de la temperatura (desviación estándar\*100)
- BIO5: Temperatura máxima de calentamiento Mes
- BIO6: Temperatura
- Mínima del mes más frío BIO 7: Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)
- BIO8: Temperatura media del trimestre húmedo
- BIO9: Temperatura media del trimestre más
- SECO BIO10: Temperatura media del trimestre más cálido
- BIO11: Temperatura media del trimestre más frío
- BIO12: Precipitación anual
- BIO13: Precipitación del mes más húmedo

- BIO 14: Precipitación del mes más
- seco BIO15: Estacionalidad de precipitación (Coeficiente de variación)
- BIO16: Precipitación del trimestre más húmedo
- BIO17: Precipitación del trimestre más
- seco BIO18: Precipitación del trimestre más cálido
- BIO19: Precipitación del trimestre más frío

**Fuente:** (WorldClim, Variasbles Biocliamticos , s.f.)

### ***1.7.1. Coeficiente De Correlación De Pearson***

Se puede decir que el coeficiente de Pearson “son medidas que muestran la situación relativa de los mismos sucesos respecto a dos variables, es decir son la expresión numérica que indica el grado de relación existente entre las 2 variables y en qué medida se relacionan”. (Suárez I, 2011, p. 1), (SPSS) “determina el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente. Son números que varían entre los límites  $+1$  y  $-1$ , tomar en cuenta los valores que oscilan entre  $0-1$ , dos variables la magnitud indica en grado de asociación entre las variables”.

**Tabla 5:** Coeficiente de Pearson de correlación

Valor del coeficiente de Pearson	Grado de Correlación
$r = 1$	correlación perfecta
$0.8 < r < 1$	correlación muy alta
$0.6 < r < 0.8$	correlación alta
$0.4 < r < 0.6$	correlación moderada
$0.2 < r < 0.4$	correlación baja
$0 < r < 0.2$	correlación muy baja
$r = 0$	correlación nula

**Fuente:** (Saravia Drago, 2015)

### **1.8. Qgis**

“La herramienta de QGIS es un sistema (Quantum Geographical Information System) un software libre de código abierto que nos proporciona una aplicación GIS para el manejo de análisis de información geográfica que podemos desplegar en formas de mapas” (Gutiérrez,

2016, p. 46). “Esta la posibilidad de abrir archivos que contiene mapas digitalizados, con la opción de verificar y ver la información codificada y generar nuevos mapas con resultados finales” (Gutiérrez, 2016, p. 46). Ríos (2018) afirma que “la generación de los modelos de distribución de especies trabajado en maxEnt, así el pretratamiento de las capas bioclimáticas y la altitud”, la presentación de las capas resultantes se realiza en el software QGIS V3.12, el último de los lanzamientos con el nombre de Bucuresti (Delgado F, 2019)

## **PREGUNTA CIENTÍFICA**

¿El modelamiento de las variables climáticas en la distribución potencial de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el cultivo de la papa, nos permite determinar áreas de vulnerabilidad ambiental ante el efecto del cambio climático para la especie?

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1 Tipo de investigación**

#### **2.1.1. Exploratoria**

Fundamentación teórica sobre la producción de la papa considerada un producto importante dentro de los cultivos de la Sierra ecuatoriana. Afectación ante la presencia actual del psílido de la papa y componentes favorables para el desarrollo del psílido, transmisión de punta morada y variables bioclimáticas influyentes. Revisión bibliográfica sobre registros de presencia en línea, para la recolección de datos de la especie *Bactericera cockerelli* (Sulc). Registros de presencia en el proyecto Cooperación Centro Internacional de la papa (CIP), de la Universidad Técnica de Cotopaxi vinculado a la carrera de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN), la Agencia de Regulación y Control Fito Zoosanitario (AGROCALIDAD) y página de iNaturalist de la Academia de Ciencias de California y la National Geographic Society.

### **2.2. Métodos**

#### **2.2.1. Método Inductivo**

Los registros de la presencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc) que se encuentra en algunas de las provincias de la sierra como Carchi, Imbabura, Pichincha y Cotopaxi. Se usa los registros de presencia por medio de fuente primaria por otro lado están las variables climáticas

descargadas de la página de WorldClim, se obtuvo mapas de distribución de especie para proyectar el espacio geográfico-ecológico en el presente y futuro en las provincias de Sierra ecuatoriana.

## **2.3 Técnica**

### **2.3.1 Fichas**

La elaboración de fichas con los medios de verificación e información de estudios realizados como prueba de la presencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en las provincias de la región Sierra del Ecuador Continental como información consultada.

## **2.4. Materiales**

### **2.4.1. Materiales y equipos de oficina**

Computadora, Cds, memoria USB, papelería en general

### **2.4.2. Material Cartográfico**

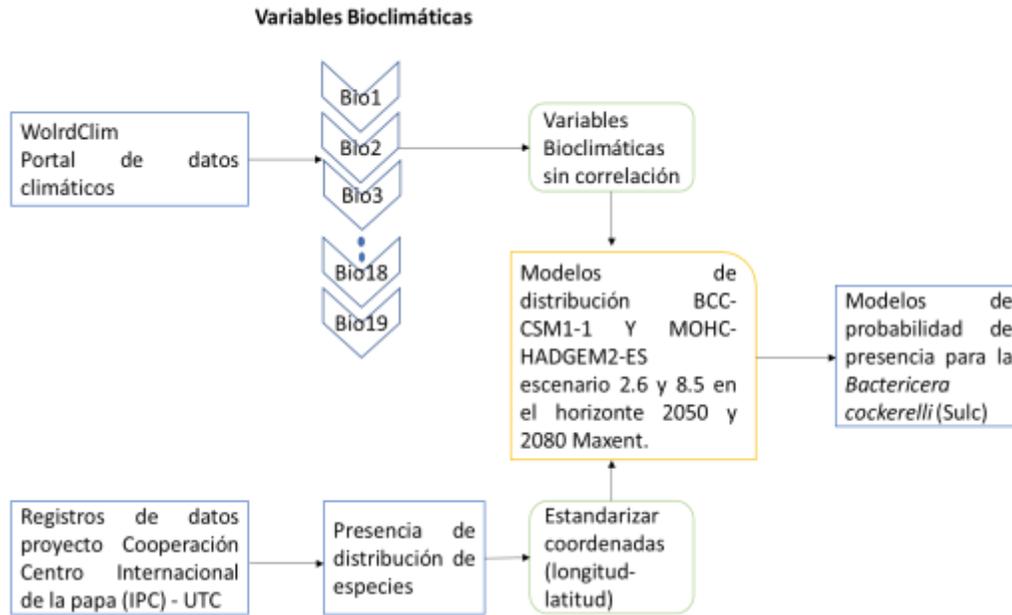
Mapa digital del límite político-administrativo del Ecuador en formato shapefile (shp), 19 variables bioclimáticas en formato ráster, coordenadas de registros de presencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc) proyectadas en el sistema EPSG: 4326-WGS 84 digitalizado en hoja de cálculo Excel en formato separado por comas (CSV)

### **2.4.3. Software y programas**

Google Earth Pro, QGIS Desktop versión 3.12, Maxent versión 3.4.1, IBM SPSS Statistics 64 bits, Microsoft Office Profesional Plus 2016

## **2.5. Modelamiento**

Se realiza la modelación de las áreas con vulnerabilidad ambiental ante la presencia actual y futura de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) para los años 2050 y 2080. MaxEnt el software de máxima entropía para modelar la distribución de especies, con el aporte de registros de presencia y variables bioclimáticas que fueron analizados estadísticamente.

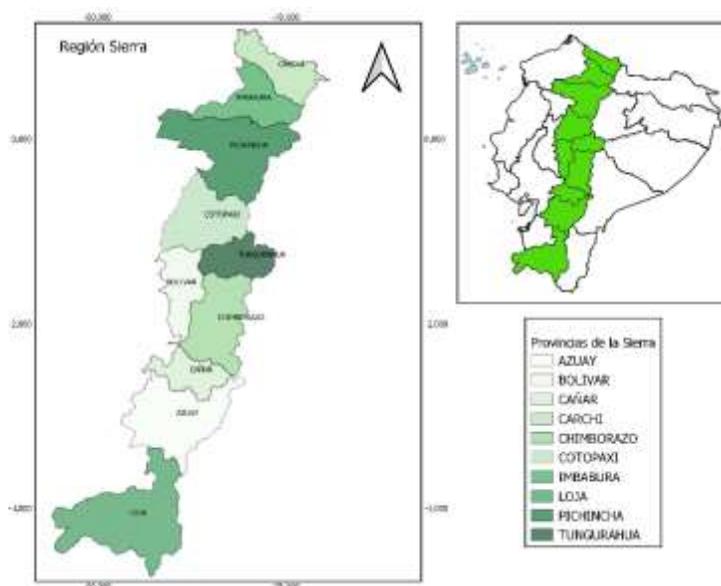


**Figura 2.** Proceso Metodológico

**Elaborado por:** Autor

### 2.5.1. Área De Estudio

El proyecto se desarrolló en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, ubicado en la sierra del Ecuador, como unidad de estudio comprende las provincias Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Loja, Pichincha y Tungurahua se encuentran consideradas como áreas de vulnerabilidad por presencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en la superficie de 32,19 hectáreas de cultivo de papas (INIAP, 2018)



**Figura 3.** Provincias de la Sierra ecuatoriana

**Elaborado por:** Autor **Programa:** QGIS

### **2.5.2. Datos de presencia**

Se determinaron 91 registros de presencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en la sierra ecuatoriana, información obtenida en campo de producción de papa por el Proyecto Cooperación Centro Internacional de la papa (CIP) e iNaturalist. De las bases de datos de libre acceso se obtuvieron 2 registros de presencia en la provincia de Pichincha (iNaturalist, 2020) permite aportar información sobre datos de presencia de diferentes partes del mundo, de forma ordenada a la ficha de especies a la corresponde para fomentar la investigación científica. En total 91 datos para trabajar en la distribución de la especie.

### **2.5.3. Acoplamiento de cartografía digital**

Las 19 variables bioclimáticas descargadas fueron procesadas en el software QGIS versión 3.12 que se encuentran en formato (tif) delimitando el área total de estudio (provincias de la Sierra), mapa político-administrativo del Ecuador. El resultado es el área de estudio proyectado a grados decimales en longitud y latitud con el objetivo de estandarizar la información en formato ASC para el modelamiento.

#### **2.5.4. Acoplamiento de las variables bioclimáticas**

Las variables bioclimáticas son datos que corresponden de la unión de valores mensuales de temperatura y precipitación (WorldClim-Datos climaticos globales, s.f.), como información principal para dar viabilidad a la creación de mapas de distribución. Libre acceso a las 19 variables bioclimáticas del presente de la página oficial de WorldClim. Descarga de variables bioclimáticas del IPCC AR5 para la región de sur América en formato ASCII para el año 2050 y 2080 de la página de Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (GCM-Downscaled Data Portal) que permite conocer la dinámica de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) frente al cambio climático.

- **Presente**

Los datos climáticos históricos de WorldClim (<https://www.worldclim.org/>) variables bioclimáticas con un promedio mensuales del año 1970 al 2000, los datos se descargaron con una resolución de 30 segundos (1km<sup>2</sup>) con series observadas de al menos 10 años del registro de datos que proceden de diferentes fuentes a nivel mundial.

- **Futuro**

Las variables bioclimáticas para el futuro fueron descargadas para el período 2050 y 2080 cada horizonte. Los modelos de distribución BCC\_CSM1\_1 y MOHC\_HADGEM2\_ES definidos del quinto informe de Evaluación (AR5) del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), en formato ASCII Grid Format a una resolución de 30 segundos y como vías de concentración representativa del modelo para el escenario RCP 2.6 representa la mitigación que limita el incremento de la temperatura global a 2°C, de lo contrario para el escenario RCP 8.5, no mantiene la mitigación más bien, existe un incremento de los gases de efecto invernadero. (Sánchez M, 2018)

#### **2.5.5. Estandarización de registros de presencia**

La base de datos de registros de presencia de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) necesaria para generar los nichos ecológicos y finalmente se usó en el software Maxent. Se proyectó los registros de presencia del sistema de coordenadas UTM a grados decimales (longitud y latitud) manteniendo la conversión en zona norte para la provincia de Carchi e Imbabura y zona sur para Cotopaxi y Pichincha usando el software QGIS 3.12. Las coordenadas geográficas en formato de

valores separados por comas (CSV) en Excel de manera que cumple las condiciones para utilizar los datos como capa de entrada en Maxent. (fig.10)

### **2.5.6. Qgis**

Extraer los valores con ubicaciones específicas de las 19 variables bioclimáticas en formato ráster en relación a los puntos de la tabla de atributos de presencia de la *Bactericera cockerelli* (Sulc), uso de la herramienta Point Sampling tool como resultado la tabla con los valores espaciales vinculado con los puntos de registro. Se realiza con corrido con las 19 variables bioclimáticas con los puntos de presencia en formato CSV.

### **2.5.7. Recursos estadísticos para analizar las variables**

El programa SPSS (<https://www.ibm.com/es-es/analytics/spss-trials>) muestra el índice de significancia estadística es decir la variación conjunta existente entre las variables, detalla el resultado en un cuadro de análisis después del proceso de correlación bivariada, tipo de coeficientes de Pearson a las que se carga las 19 variables bioclimáticas de formato CSV. Evita la repetición y de manera directa disminuir la repetitividad de la información de variables muy correlacionadas.

### **2.5.8. Ejecución en el software MaxEnt**

El modelado de máxima entropía genera distribuciones geográficas (Phillips S. H., 2011). Se usa el proyecto CMIP5 modelo BCC-CSM1.1 que es la versión del Modelo del Sistema Climático del Centro climático de Beijing (Beijing Climate Center Climate System Model, 2014) y el modelo MOHC\_HADGEM2\_ES Met Office Hadley Center (MOCHC) colección de salida del modelo hadgem2\_es considerando los mismo escenarios RCP 2.6 y 8.5 para los dos modelos.

El logaritmo define la distribución de máxima entropía en Maxent, se ejecutó 10 réplicas seleccionamos la salida logística con 500 interacciones (Plischoff, P., & Fuentes C, T., 2011), umbral de convergencia de 0,00001, fondo máximo de 10000, se destinó el 25% para el porcentaje de prueba aleatorio por la cantidad de datos registrados, tipo de ejecución replicada Bootstrap y el resto de opciones se mantienen por defecto del software. (Steven, 2006)

### **2.5.9. Visualización de mapas**

La proyección y visualización de los mapas de distribución potencial de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) mediante el sistema de información geográfica en el software QGIS en formato (ascii) el resultado de la modelación de máxima entropía Maxent es transformado en formato shapefile (shp) para el análisis correspondiente de la distribución potencial y los horizontes del año 2050-2080.

Clasificación de probabilidades de presencia, con la herramienta Reclasify values (simple) que ayuda a definir los valores de una cuadrícula, que posterior a ello se procede a proporcionar 4 intervalos de valores que serán destinados entre (Bajo, Moderado, Alto y Muy Alto), conociendo el promedio umbral de corte Minimum training present logistic threshold correspondiente para cada modelo. La distribución potencial actual presenta un promedio de corte del umbral de 0.1578. El modelo BCC\_CSM1\_1 los escenarios 2.6 y 8.5 para el año 2050 es 0.16 y 0.13, para el escenario 2.6 y 8.5 para el año 2080 es 0.09 y 0.14. Para el modelo MOHC-HADGEM2-ES los escenarios 2.6 y 8.5 para el año 2050 es 0.16 y 0.18, para el escenario 2.6 y 8.5 para el año 2080 es 0.10 y 0.07.

La herramienta poligonizar de ráster a vectorial la capa de clasificación de valores, se elige una capa de entrada (clasificación) y una capa de salida con el nombre de polígono para completar el análisis territorial en formato vectorial para los modelos y respectivos escenarios. Estadística por categoría para los modelos, la tabla de atributos cuenta con datos espaciales de la capa, se calcula el valor del área como valor de un campo nuevo, en la opción geometría y calcular área en km<sup>2</sup> para el total del área de la sierra. Finalmente se puede procesar los datos y representar los mapas de distribución potencial.

## **CAPÍTULO III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **3.1. Análisis**

#### **3.1.1. Selección de registros de presencia**

El total de registros de presencia obtenidos de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) año 2019, 45 registros de la provincia de Cotopaxi en los cantones de Latacunga con 21 registros de presencia, a diferencia de Salcedo 8 registros, Sigchos 2 presencias, Pujilí con 11 registros y Saquisilí 2 registros, mientras que en Imbabura cuenta con 34 registros en cantones como Ibarra

con 8 presencias, Cotacachi cuenta con 11 registros, Otavalo con 11 presencias y Pimampiro presenta 5 registros de presencia. La provincia de Carchi con un total de 10 registros en cantones como San Gabriel con 3 presencias, El Ángel, La libertad, Huaca, Santa Martha y Cristóbal Colon registran 1 presencia por cantón, Julio Andrade 2 registros de presencia, 2 presencias más en la provincia de Pichincha.

**Tabla 6:** Presencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc)

Provincia	Número de registros
Carchi	10
Cotopaxi	45
Imbabura	34
Pichincha	2
Total	91

**Elaborado por:** Autor

El número de datos representa la exactitud del modelo, se evidencia que existe un evidente sesgo por ejemplo en la provincia de Cotopaxi, Imbabura y Carchi (Fig.4) que refleja exactamente la idoneidad del modelo como hábitat de la especie, mientras que otras provincias tienen pocos registros o ausencia de registros de presencia que tiene como influencia en la representación, se trabajó con un total de 91 datos de presencia de la especie.

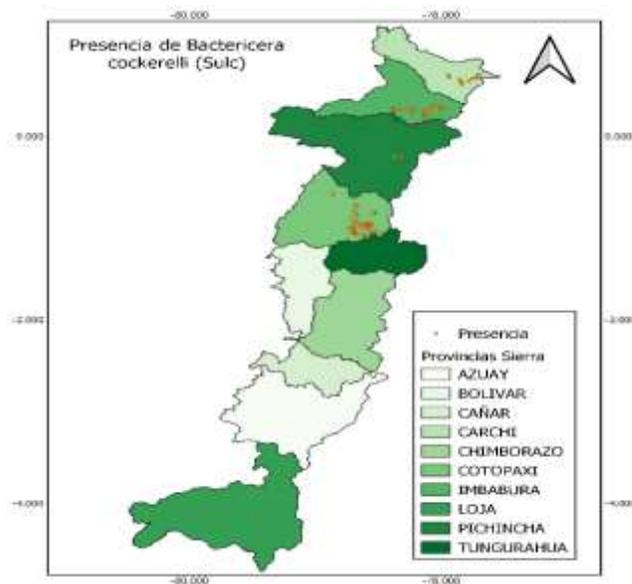


Figura 4. Presencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en la Sierra

Fuente: Autor Programa: QGIS

### 3.1.2. Selección de variables

La matriz de correlación de Pearson (Tabla 7), en el programa SPSS se realizó el análisis con registros de presencia de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) para cada variable bioclimática.

Tabla 7: Análisis de correlación entre variables bioclimáticas

		Bio1	Bio2	Bio3	Bio4	Bio5	Bio6	Bio7	Bio8	Bio9	Bio10	Bio11	Bio12	Bio13	Bio14	Bio15	Bio16	Bio17	Bio18	Bio19
Bio1	Correlación de Pearson	1	,585**	-,417**	0.115	,944**	,919**	,597**	,977**	,946**	,962**	,951**	-,482**	-,362**	-,601**	,447**	-,427**	-,620**	-,401**	-,343**
Bio2	Correlación de Pearson	,585**	1	,556**	0.181	,737**	,368**	,891**	,569**	,568**	,600**	,576**	-,687**	-,598**	-,729**	,450**	-,615**	-,741**	-,664**	-,583**
Bio3	Correlación de Pearson	-,417**	-,556**	1	-,813**	-,556**	-,223**	-,761**	-,412**	-,308**	-,436**	-,313**	,782**	,853**	,382**	0.146	,847**	,467**	,801**	,452**
Bio4	Correlación de Pearson	0.115	0.181	,813**	1	,224**	0.001	,434**	0.130	-0.004	0.160	-0.001	-,542**	-,690**	-0.038	-,404**	-,670**	-0.153	-,613**	-,245**
Bio5	Correlación de Pearson	,944**	,737**	-,556**	,224**	1	,833**	,773**	,938**	,923**	,943**	,925**	-,603**	-,497**	-,686**	,434**	-,547**	-,698**	-,556**	-,412**
Bio6	Correlación de Pearson	,919**	,368**	-,223**	0.001	,833**	1	,373**	,922**	,928**	,911**	,927**	-,257**	-0.134	-,425**	,393**	-0.206	-,434**	-0.200	-0.116
Bio7	Correlación de Pearson	,597**	,891**	-,761**	,434**	,773**	,373**	1	,591**	,546**	,626**	,553**	-,815**	-,765**	-,708**	,291**	-,775**	-,745**	-,833**	-,582**
Bio8	Correlación de Pearson	,977**	,569**	-,412**	0.130	,938**	,922**	,591**	1	,954**	,980**	,961**	-,472**	-,349**	-,593**	,452**	-,414**	-,613**	-,393**	-,340**
Bio9	Correlación de Pearson	,946**	,568**	-,308**	-0.004	,923**	,928**	,546**	,954**	1	,946**	,992**	-,363**	-,222**	-,559**	,485**	-,289**	-,555**	-,303**	-,231**
Bio10	Correlación de Pearson	,962**	,600**	-,436**	0.160	,943**	,911**	,628**	,980**	,946**	1	,950**	-,512**	-,388**	-,615**	,461**	-,452**	-,641**	-,444**	-,356**
Bio11	Correlación de Pearson	,951**	,576**	-,313**	-0.001	,925**	,927**	,553**	,961**	,992**	,950**	1	-,386**	-,244**	-,585**	,505**	-,309**	-,583**	-,301**	-,275**
Bio12	Correlación de Pearson	-,482**	-,687**	,782**	-,542**	-,603**	-,257**	-,815**	-,472**	-,363**	-,512**	-,386**	1	,959**	,755**	-,254**	,959**	,837**	,899**	,767**
Bio13	Correlación de Pearson	-,362**	-,598**	,853**	-,690**	-,497**	-0.134	-,765**	-,349**	-,222**	-,388**	-,244**	,959**	1	,562**	0.007	,992**	,665**	,883**	,694**
Bio14	Correlación de Pearson	-,601**	-,729**	,382**	-0.038	-,686**	-,425**	-,708**	-,593**	-,559**	-,615**	-,585**	-,755**	,562**	1	-,784**	-,566**	,981**	-,599**	-,748**
Bio15	Correlación de Pearson	,447**	,450**	0.146	-,404**	,434**	-,393**	,291**	,452**	,485**	,461**	,505**	-,254**	0.007	-,784**	1	-0.013	-,726**	-0.074	-,482**
Bio16	Correlación de Pearson	-,427**	-,615**	,847**	-,670**	-,547**	-0.206	-,775**	-,414**	-,289**	-,452**	-,309**	,959**	,992**	,566**	-0.013	1	,674**	,880**	,686**
Bio17	Correlación de Pearson	-,620**	-,741**	,467**	-0.153	-,698**	-,434**	-,745**	-,613**	-,555**	-,641**	-,583**	,837**	,665**	,981**	-,726**	,674**	1	,672**	,807**
Bio18	Correlación de Pearson	-,401**	-,664**	,801**	-,613**	-,556**	-0.200	-,833**	-,393**	-,303**	-,444**	-,301**	,899**	,883**	,599**	-0.074	,880**	,672**	1	,486**
Bio19	Correlación de Pearson	-,343**	-,583**	,452**	-,245**	-,412**	-0.116	-,582**	-,340**	-,231**	-,356**	-,275**	,767**	,694**	,748**	-,482**	,686**	,807**	,486**	1

Fuente: WorlClim

Se selecciona 6 variables bioclimáticas sin correlación, identificadas en el cuadro de análisis de Pearson con un rango de 0.75 que contribuyen para la construcción del modelo entre ellas (Tabla 8), las variables que se determinaron como similares la Bio5 y la Bio7 con un índice de 0.77, por lo tanto, se escogió la variable Bio7, el proceso se realizó para todas las variables.

Tabla 8: Variables sin correlación aplicadas para la modelación

Abreviatura	Variables climáticas
Bio01	Temperatura media anual
Bio02	Rango Diurno Medio (Promedio mensual (temperatura máxima - temperatura mínima))

Bio04	Estacionalidad de temperatura (desviación estándar × 100)
Bio07	Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)
Bio11	Temperatura media del trimestre más frío
Bio15	Estacionalidad de precipitación (Coeficiente de variación)

Fuente: WolrdClim

### 3.1.2. Validación estadística del modelado para la *Bactericera cockerelli* (Sulc)

Maxent como el algoritmo de máxima entropía permite realizar replicas para la modelación para los puntos de entrenamiento y de prueba, para ello se seleccionó la opción Bootstrap que para cada replica se considera el porcentaje de las pruebas aleatorias para todo el conjunto de pruebas es elegido varias veces y reemplazados al mismo tiempo. Se obtuvo buenos resultados con un AUC de 0.84 para la presencia de la especie.

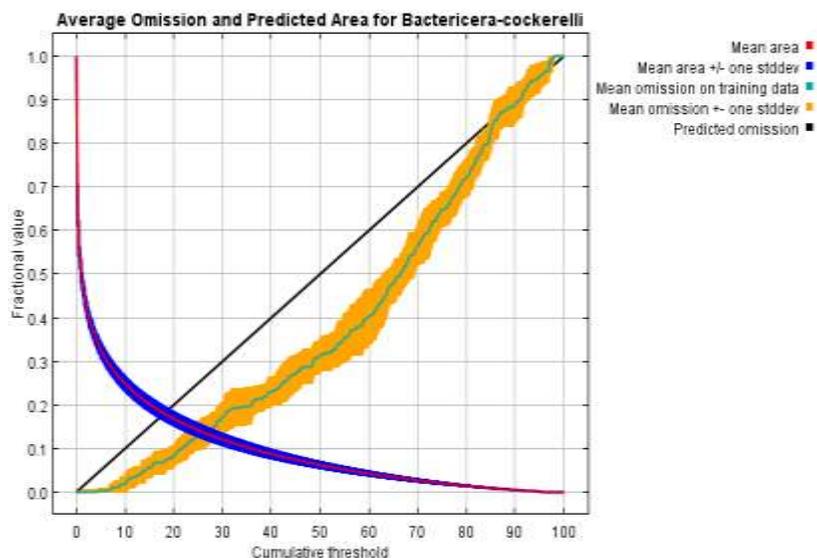


Figura 5. Análisis de omisión/comisión para la modelación del nicho ecológico

Fuente: software Maxent

Se considera que el valor del AUC en cada replica en promedio fue de 0.93 que demuestra la certeza y confiabilidad del modelo.

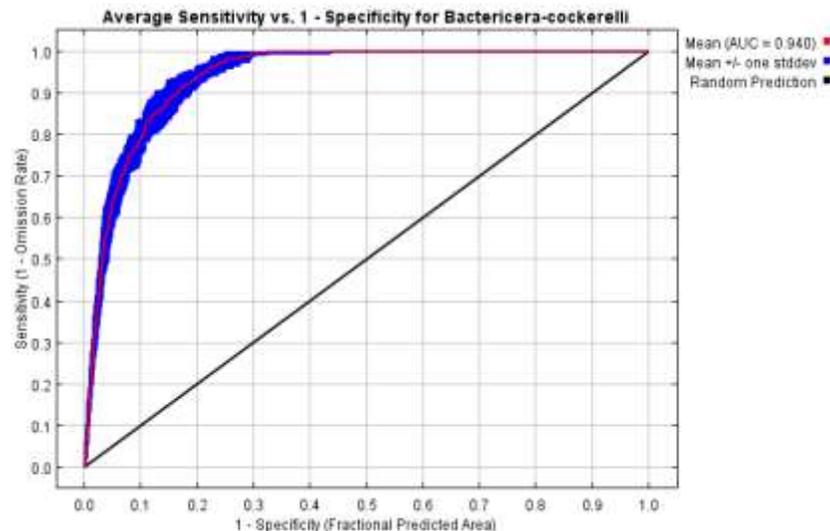
Tabla 9: Validación estadística del AUC

Replica	Presencia	Modelamiento	AUC
0	91	Maxent	0.946
1	91	Maxent	0.934

2	91	Maxent	0.951
3	91	Maxent	0.944
4	91	Maxent	0.929
5	91	Maxent	0.934
6	91	Maxent	0.940
7	91	Maxent	0.943
8	91	Maxent	0.935
9	91	Maxent	0.939
Promedio			0.9395

**Elaborado por:** Autor

El modelamiento del nicho ecológico para la *Bactericera cockerelli* (Sulc) que presenta el área por debajo de la curva AUC para los datos de entrenamiento (línea roja) =0.94 la (línea azul) demuestra el ajuste del modelo y según (Toledo, 2018) , los modelamientos con  $AUC > 0.9$  son considerados excelentes. (Fig.6) es posible señalar que la base de datos demuestra el buen proceder frente al modelo de máxima entropía. La curva AUC al alejarse del umbral del corte (Random Prediction), a lo contrario, si se aproxima al valor 1, el modelo es aceptable. (Tabla 9)



**Figura 6.** Curva operacional AUC para la Bactericera

**Fuente:** Maxent

Los resultados de la aplicación de la técnica de Receiver Operating Characteristic (ROC) indican que las 6 variables (Tabla. 7) son las adecuadas para el modelo y el resto es excluido para el modelo por ser poco significativas. Para validar los datos la significancia estadística de la predicción en la prueba binomial usando las 10 corridas de test, el promedio de replicas sirvió para afinar el modelo potencial actual y para el futuro. Las líneas de recorte igual a 0.15775 que

es empleado para descartar la posibilidad nula de idoneidad para la *Bactericera cockerelli* (Sulc) para finalmente obtener la distribución potencial más precisa.

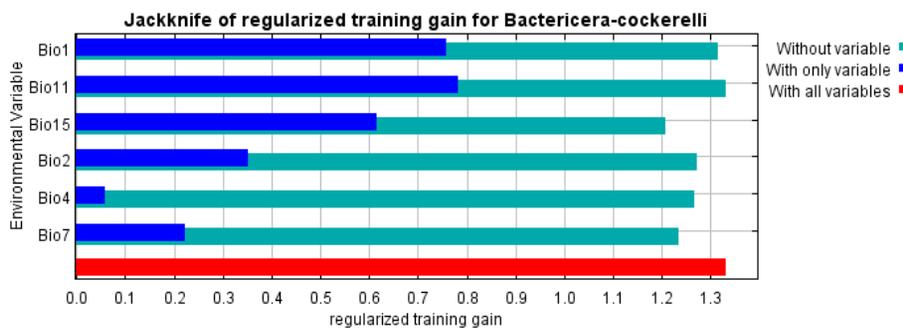
**Tabla 10:** Validación estadística del umbral

Umbral de logística	
Umbral de corte	Promedio por replica
Valor acumulado fijo 1	0.1216
Valor acumulado fijo 5	0.2376
Valor acumulado fijo 10	0.0843
Mínima presencia de formación	0.028
10 presencia de entrenamiento de percentiles	0.1747
Igual sensibilidad y especificidad del entrenamiento	0.1525
Máxima sensibilidad al entrenamiento más especificidad	0.1463
Igual sensibilidad y especificidad de la prueba	0.1844
Máxima sensibilidad de prueba más especificidad	0.267
Equilibrar la omisión de entrenamiento, el área pronosticada y el valor umbral	0.1811
Equipar la entropía de distribuciones umbraladas y originales	0.1578
Promedio	0.15775

**Elaborado por:** Autor

### 3.1.3. Pruebas de Jackknife de las variables bioclimáticas

Las variables bioclimáticas (Fig7) resultado de la importancia para la construcción del modelo, aportaron de manera independiente al modelamiento de caso contrario sin el aporte de esas variables el modelo tendría diferencia por las variables independientes, que contribuyeron con un 79.1% en el proceso de modelado. Las variables más idóneas para la existencia de la especie son Bio01 (Promedio de la temperatura anual), Bio02 (Promedio del rango diario), Bio11 (Temperatura media del trimestre más frío) y Bio15 (Precipitación estacional). Las temperaturas favorables están entre los 17 a 23°C y las temperaturas diurnas deben estar relativamente frescas de entre 10 y 16°C. Por otro lado, la Bio04 como la variable que menos aporte para el modelo.



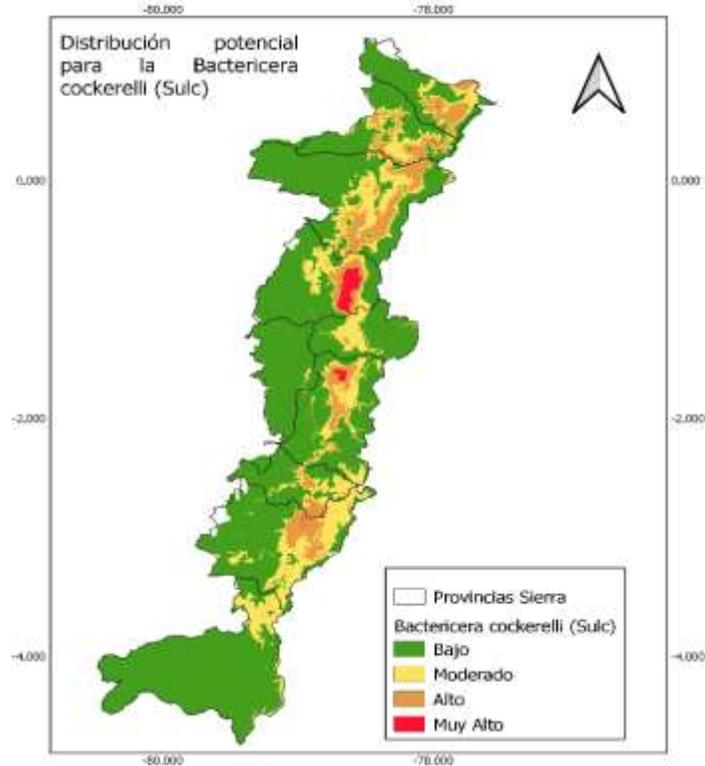
**Figura 7.** Prueba Jackknife y su importancia en el modelo

**Fuente:** software Maxent

### **3.1.5. Distribución potencial actual para la especie *Bactericera cockerelli* (Sulc)**

El área exacta se determinó por el promedio del umbral de corte, presencia mínima de formación umbral logístico “minimum training presence logistic threshold” (Segura H, 2019) de 0.15775, considerando al que mejor se ajuste al modelo de distribución potencial y reduce una alta probabilidad de subestimaciones (Viteri H, 2016, p. 37).

Se estima la probabilidad muy alta de 0.98 % un área de 596,536 km<sup>2</sup> provincias como (Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Azuay), la probabilidad alta de 8.92% corresponde a 5.366,102 km<sup>2</sup> (Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar y Azuay), mientras que la probabilidad moderada es del 17.87% equivale al 10.743,59km<sup>2</sup> por ende reincide en las provincias de probabilidad alta, a comparación de la probabilidad baja de 72.20% que equivale al 43.399,27km<sup>2</sup> provincias como Loja y Bolívar se entran alejadas de las probabilidad de presencia, valores que corresponde al área total de la región sierra 60.105 km<sup>2</sup>.



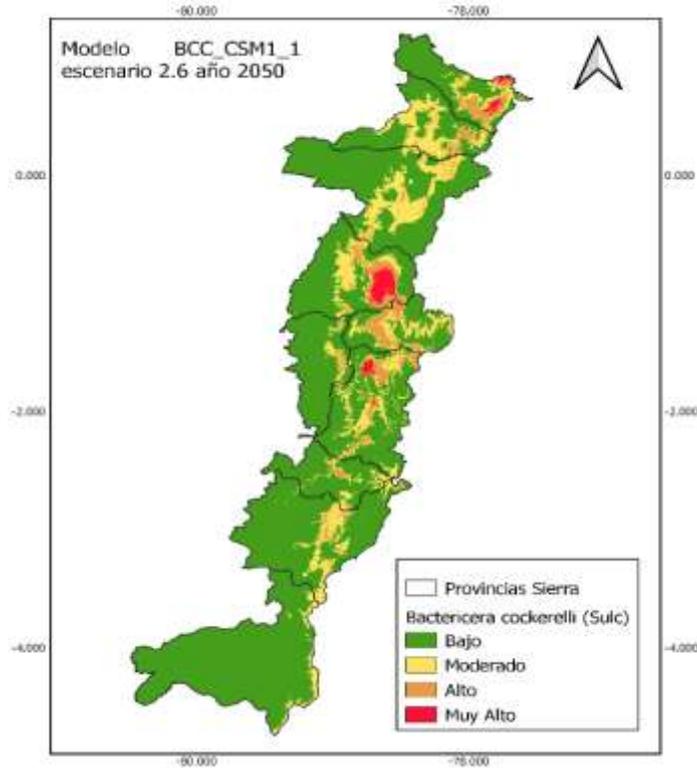
**Figura 8.** Modelo distribución potencial de la *Bactericera cockerelli* (Sulc)

**Fuente:** Autor **Programa:** QGIS

**3.1.7. Distribución potencial de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) modelo BCC\_CSM1\_1 escenario 2.6 y 8.5 horizonte 2050-2080**

Los puntos de presencia de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) estiman AUC de 0.95, el escenario RCP 2.6 para el año 2050, área de probabilidad moderada 15.63 % corresponde 9397,29 km<sup>2</sup> del área total de la Sierra, es decir el 2.24 % de aumento a referencia de la distribución actual del 17.87%. La probabilidad muy alta corresponde al 1.21% con un área de 731,4km<sup>2</sup> del área total, representa un aumento de 0.23% de la distribución actual. La probabilidad muy alta en la Zona centro en la provincia de Cotopaxi, que se encuentra en las estribaciones del callejón interandino por presencia de clima entre frío, semi-húmedo a húmedo, Chimborazo al ser una elevación de la cordillera occidental por su variabilidad de climática entre los 3.000 y 4.000 m.s.n.m. es páramo, la adaptación favorable para la especie por condiciones climáticas, la distribución avanza hacia el norte, la provincia del Carchi especialmente sobre la

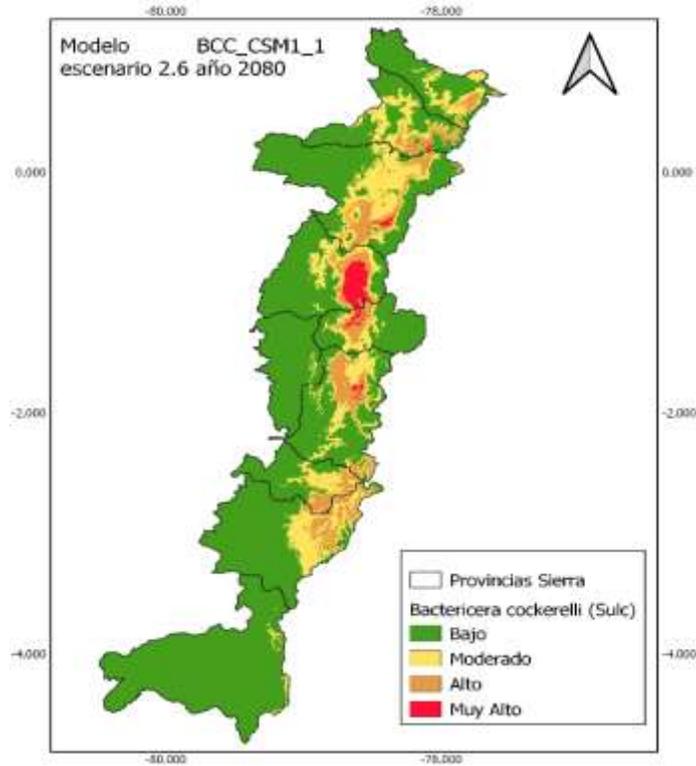
cordillera oriental donde las elevaciones son de 1.000 a 4.244 m.s.n.m con climas entre subtropical y frío.



**Figura 9.** Modelo BCC\_CSM1\_1 escenario 2.6 horizonte 2050

**Fuente:** Autor **Programa:** QGIS

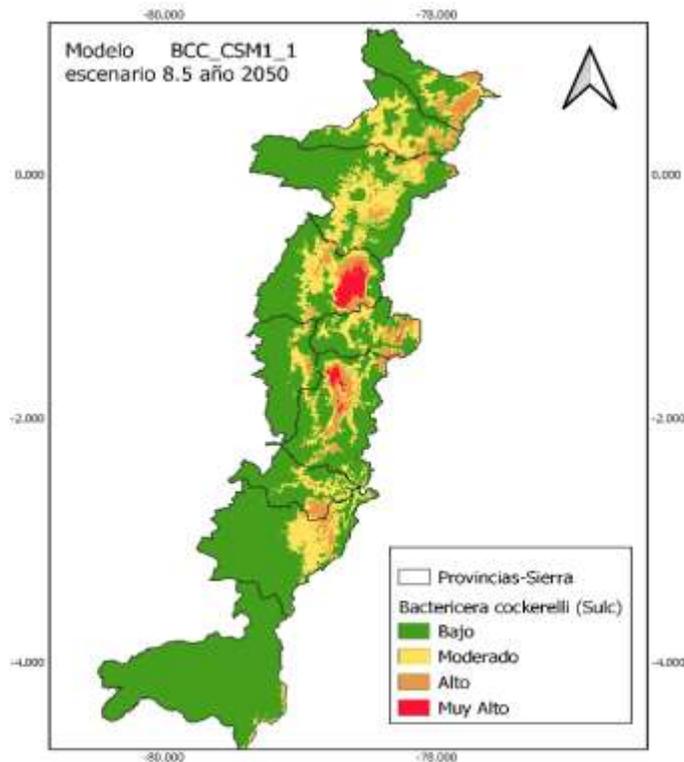
El modelo indicó alta presión AUC de 0.93, RCP 2.6 para el horizonte 2080, la probabilidad moderada de 17.38% un área de 10.452,91km<sup>2</sup>, lo que representa disminución de 0.49% de la distribución actual, como escenario que se proyecta a la mitigación estricta. La probabilidad muy alta 1.51% que define un área de 912,78km<sup>2</sup> a diferencia de la distribución actual, un aumento de 0.53% para este año. La probabilidad más alta avanza en la zona centro en la provincia de Cotopaxi cuenta con un clima muy frío (propicio para la adaptación de la especie). Aparecen zonas dentro de la provincia de Tungurahua por su variabilidad de climas y por encontrarse en la región Interandina como clima predominante para la especie. Respecto a la provincia de Chimborazo al ser una elevación de la cordillera occidental por su variabilidad de climática sobre los 4.600 y 2.000 m.s.n.m. como climas de adaptación favorable para la especie.



**Figura 10.** Modelo BCC\_CSM1\_1 escenario 2.6 horizonte 2080

**Fuente:** Autor **Programa:** QGIS

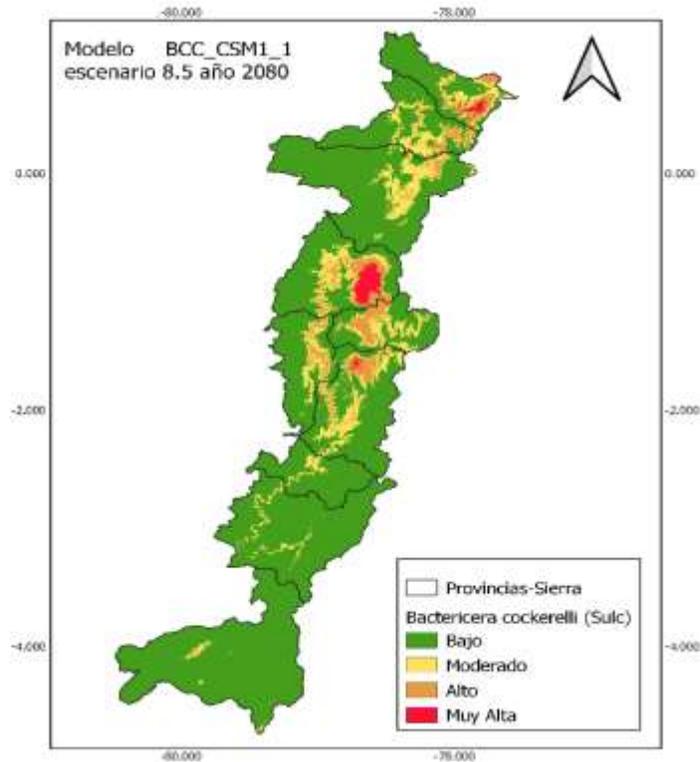
El modelo indico alta precisión AUC de 0.94, en el escenario RCP 8.5 la probabilidad moderada para el año 2050 es de 19.06% que equivale a un área de 11.460,82km<sup>2</sup> a referencia de la distribución actual, existe un aumento de 1.19% y la probabilidad muy alta es de 1.37% que equivale a un área 827,28km<sup>2</sup> a diferencia de la distribución actual existe un aumento de 0.39%. La estimación de la distribución avanza entre la zona centro en Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi y Carchi. Entre páramos clima frío y mesotérmico seco.



**Figura 11.** Modelo BCC\_CSM1\_1 escenario 8.5 horizonte 2050

**Elaborado por:** Autor **Programa:** QGIS

El modelo presento alta precisión el AUC de 0.95 en el escenario RCP 8.5 para el horizonte 2080 la posibilidad modera es de 11.94% comprende un área de 7.177,15km<sup>2</sup> entre la distribución actual, disminución de 5.93%. Se estima la probabilidad muy alta de 0.77% del área, que comprende 732,46km<sup>2</sup> a diferencia de la distribución actual que disminuye en 0.21% de probabilidad. Se estima la probabilidad de infestación, en Chimborazo, Cotopaxi y Carchi siendo las provincias de mayor producción de la papa a nivel nacional. Existe un leve cambio en la reducción de áreas de presencia para este año, asumiendo que existe un alto nivel de emisiones de gases de efecto invernadero.

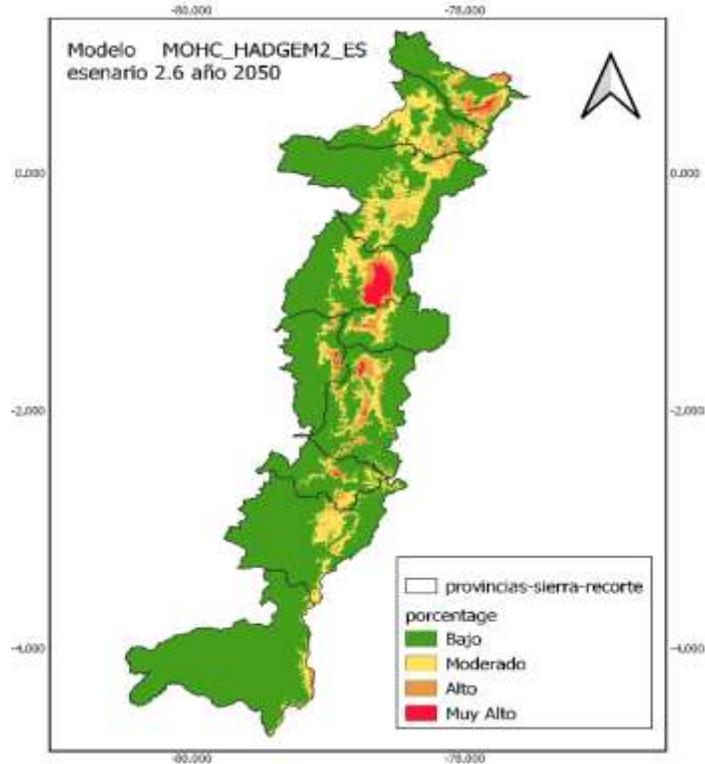


**Figura 12.** Modelo BCC\_CSM1\_1 escenario 8.5 horizonte 2080

**Elaborado por:** Autor **Programa:** QGIS

### ***3.1.7. Distribución potencial de la Bactericera cockerelli (Sulc) bajo el modelo MOHC-HADGEM2-ES para el escenario 2.6 y 8.5 en el horizonte 2050-2080***

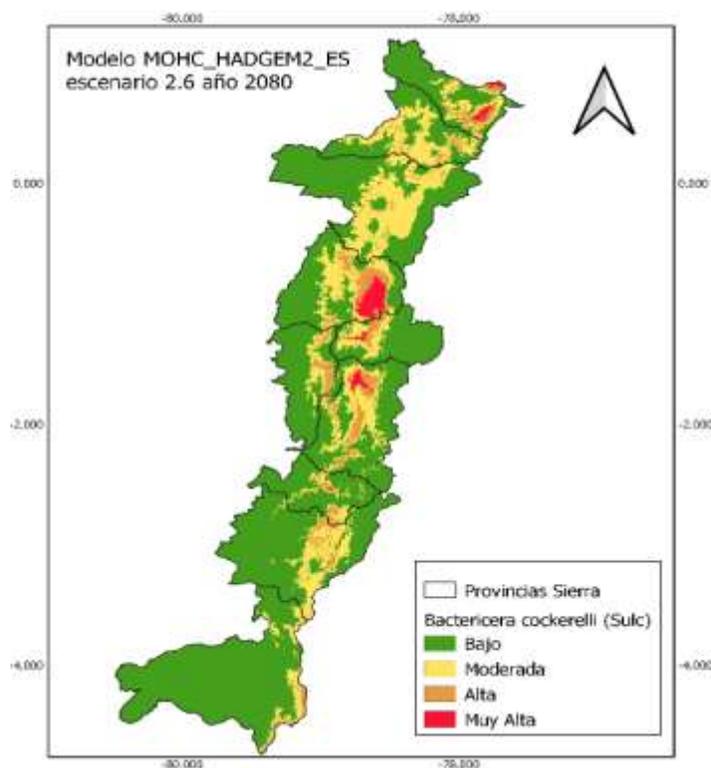
El modelo MOHC-HADGEM2-ES un modelo de alta precisión un AUC DE 0.95 para el escenario 2.6 del horizonte 2050. La probabilidad moderada de 15.71% que equivale a 9.443,99 km<sup>2</sup> a comparación de la distribución actual de la *Bactericera cockerelli* (Sulc), existe una disminución de 2.16%.del área total. La probabilidad muy alta es de 1.30% un área de 784,55km<sup>2</sup>, frente a la distribución actual representa un aumento de 0.32% de probabilidades. La probabilidad de infestación muy alta, en la zona Norte Carchi, zona Centro Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo y en la Zona Sur en Cañar, seis provincias dentro del área de vulnerabilidad ambiental.



**Figura 13.** Modelo MOHC-HADGEM2-ES escenario 2.6 horizonte 2050

**Elaborado por:** Autor **Programa:** QGIS

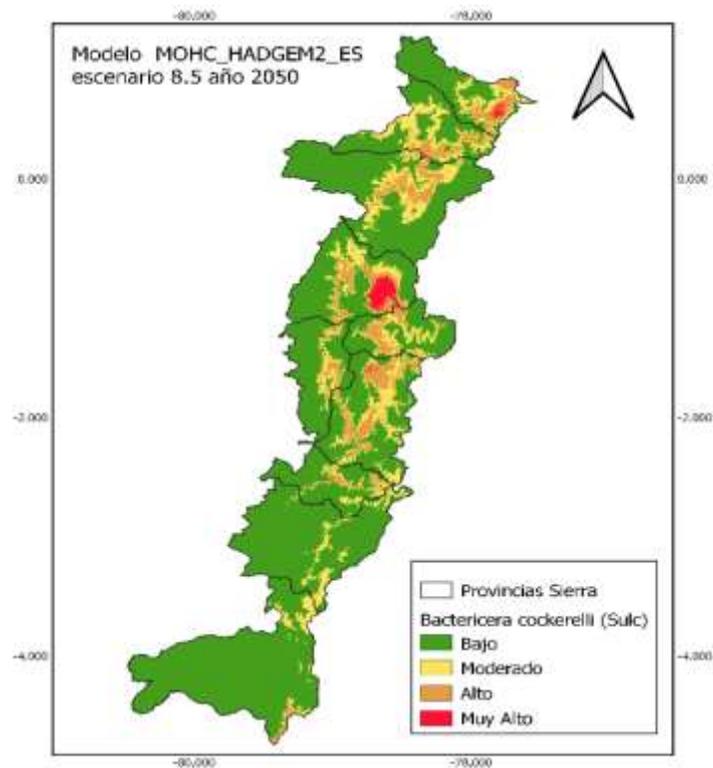
El resultado de distribución potencial, el AUC de 0.94 para el RCP 2.6 del horizonte 2080. La probabilidad moderada 21.27% equivalente al área 12.788,42km<sup>2</sup>, un aumento de 3.4% de probabilidad de infestación. Mientras que la probabilidad muy alta de 1.45% un área de 875,15 km<sup>2</sup> y un aumento de 0.47% diferencia de la distribución actual. Se estima la mayor probabilidad de presencia, en la zona Norte (Carchi) y en la Zona centro (Cotopaxi) se mantiene con mayor presencia por la cantidad de registros y su clima húmedo y frío es aceptable para la especie, en provincias como Tungurahua, Chimborazo y Bolívar.



**Figura 14.** Modelo MOHC-HADGEM2-ES escenario 2.6 horizonte 2080

**Elaborado por:** Autor **Programa:** QGIS

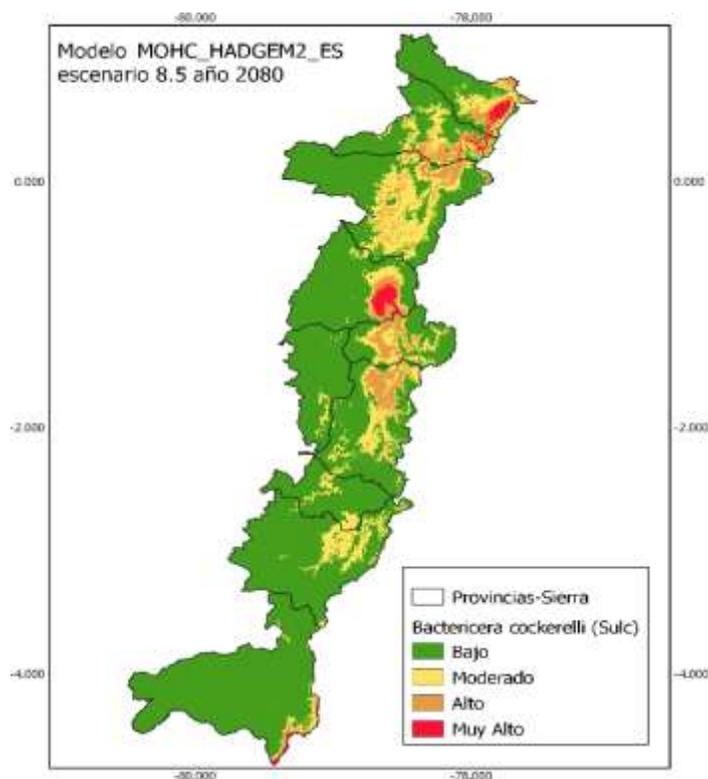
Modelo de alta precisión de AUC 0.94 para el escenario RCP 8.5 del horizonte 2050. El 14.99% probabilidad moderada un área de 9.012,25 km<sup>2</sup>, disminuye en un 2.88% de la distribución actual. La probabilidad muy alta es 0.96% que corresponde al área de 875,15km<sup>2</sup> a comparación de la distribución actual de 0.02% reducción de probabilidad. Se estima la probabilidad muy alta de presencia, en provincias como Carchi en la zona Norte, Cotopaxi entre 1.076 a 4.244 m.s.n.m. y Chimborazo en la zona centro con elevaciones de 4.244 a 2.000 m.s.n.m. que coincide con el área de cultivo de la papa, con mayor idoneidad climática al aplicar el RCP 8.5.



**Figura 15.** Modelo MOHC-HADGEM2-ES escenario 8.5 horizonte 2050

**Elaborado por:** Autor **Programa:** QGIS

El modelo de alta precisión AUC de 0.95, el RCP 8.5 en el horizonte 2080. La probabilidad moderada de 16.38% un área de 9.846,41km<sup>2</sup> a comparación de la distribución actual, reduce el 1.49% de probabilidad de infestación de especie. La probabilidad muy alta es 1.35%, un área de 817,65km<sup>2</sup>, se estima un aumento de 0.35% de probabilidad a diferencia de la distribución actual. La probabilidad más alta está en la zona Norte en Carchi e Imbabura, en la zona centro Cotopaxi y en la zona Sur Loja según la zonificación de cultivo de la papa, en el área no se realiza el cultivo de dicho tubérculo, el impacto es notable por presencia de elevaciones de 3.188 a 4.244 m.s.n.m.



**Figura 16.** Modelo MOHC-HADGEM2-ES escenario 8.5 horizonte 2080

**Elaborado por:** Autor **Programa:** QGIS

### ***3.1.8. Áreas de presencia entre el presente y futuro bajo dos escenarios de cambio climático***

A medida que la temperatura irá ascendiendo, en zonas templadas y altas se notará las variaciones de temperaturas a muy altas. Las distribuciones potenciales del modelo BCC\_CSM1\_1 en el escenario 2.6 para el año 2080 de probabilidad muy alta, 1.51% de presencia de la especie un área de 912,78km<sup>2</sup> en provincias con mayor incidencia en la zona centro de la sierra, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, influenciadas por la variabilidad de clima en presencia de la cordillera oriental y occidental, que contribuye al clima y altura característico del cultivo de la papa y presencia de la plaga, al igual que la distribución actual mantiene áreas de idoneidad en la zona centro del país en provincias como Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo y Tungurahua, la zona sur Carchi e Imbabura que representan los 91 registros de presencia de la *Bactericera cockerelli* (Sulc). El 17.38% de presencia moderada de la especie un área de 10.452,91km<sup>2</sup> en provincias con mayor idoneidad Carchi,

Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo. El 78.68% nivel bajo de presencia de la especie que comprende un área de 47.295,38km<sup>2</sup> se estima que Bolívar y Loja presentan ausencia de la especie.

El escenario 8.5 del modelo BCC\_CSM1\_1 para el año 2080 representa un porcentaje menor de 0.77% de probabilidades muy alta de presencia de la plaga, área de 732,46km<sup>2</sup> en provincias con mayor idoneidad, Carchi, Imbabura, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo. Mientras que en la distribución potencial actual con probabilidad más alta 0,98% de presencia en provincias con mayor idoneidad, en la zona sur Carchi, Imbabura y en la zona centro de la sierra en Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar y Azuay, provincias que reúnen las condiciones específicas entre temperatura y precipitación para la supervivencia de la especie.

La probabilidad moderada entre el presente 17.87% y el futuro 15.63% un área de 9.397,29km<sup>2</sup> con mayor idoneidad en las provincias, Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua y Chimborazo a diferencia de la distribución actual las provincias de presencia se mantienen, Azuay refleja ausencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc). Se estima el 73.59% de probabilidad baja en el futuro un área de 44.232,59km<sup>2</sup> de la superficie total de sierra ecuatoriana y con mayor probabilidad de ausencia en provincias de Bolívar y Loja áreas con menor superficie dedicada al cultivo de la papa.

### **3.2. Discusión**

La metodología de modelación permitió conocer la distribución actual y futura de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el cultivo de la papa en la Sierra ecuatoriana, (Cotopaxi, Pichincha, Imbabura, Carchi y Pichincha). Los modelos de distribución potencial de la especie, podrían reflejar una elevada precisión al trabajar con una amplia base de datos sobre la presencia de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) en diferentes provincias de la Sierra. En varias de estas provincias aún no existe la presencia de la *Bactericera cockerelli* (Sulc), el pulgón saltador que se documentó en 1947 como una plaga de la papa (*Solanum tuberosum* L.) de la familia Solanaceae (Garzón et al., 2005).

Identificar el área de presencia y su confiabilidad de las fuentes indicadoras del origen de datos (Google Earth), esclarecer la adecuada ubicación de la especie. Es necesario la conversión del sistema de coordenadas de proyección Universal Transversa de Mercator (UTC) a grados decimales que serán eficaces al momento de representar en el software QGIS como se cita en (Salazar Espinoza, 2016). La técnica de máxima entropía (Maxent) permite datos de presencia, el

algoritmo no requiere datos de ausencia”, como señala la Guía de Maxent (Phillips S. &, 2008), el algoritmo no limita al número de datos para la generación de modelos de distribución (Elith, 2011). El creciente número de herramientas y estadísticas permitieron usar los patrones de presencia o ausencia para definir el modelo, “evaluar posibles impactos no solo frente a los ecosistemas naturales sino también al sector agrícola, el cambio de comportamiento de especies de insectos que evidencia la presencia potencial de plagas” como menciona Franklin (1995) en el mapeo predictivo de vegetación.

Para Guisan & Zimmermann (2000) “los modelos de distribución aplican variables bioclimáticas y datos de presencia para estimar la distribución en marco temporales y espaciales determinados”, Kearney (2009) considera que los modelos correlativos son la descripción del hábitat del organismo y no la relación que existe entre el ambiente y el nicho ecológico, con el tiempo se han desarrollado diferentes modelos mecanizados de difícil uso y con menor precisión para predecir y su poder explicativo es mayor. (Kearney & Porter, 2009). La dificultad entre la selección biótica de la especie es problemática por los diferentes rangos de altitud y variedad climática, concuerda con lo reportado por (Schilman, 2015) en la distribución geográfica de insectos, las correlaciones entre factores abióticos, latitud y altitud emiten errores al encontrar la relación entre los factores relacionados para explicar el modelo de distribución. Los insectos es el conjunto ideal por su amplia distribución, cree que es necesario el enfoque macrofisiológico que ayuda a predecir la distribución actual y futura frente al cambio climático, en particular los insectos invasores reportados como plagas y vectores causantes de enfermedades, al ser tolerantes a la temperatura y precipitación (Schilman, 2015). La correlación (matriz de análisis de Person > 0.75) bajo un conjunto de 19 variables bioclimáticas. Como menciona Kumar (2009) considera el análisis para eliminar variables con autocorrelación y omitir la inestabilidad del modelo en argumento al análisis del coeficiente de correlación de Pearson.

Modelos de distribución categorizados por niveles, mediante resoluciones de píxeles de 10 metros, para identificar los valores en porcentajes según el umbral de corte del entrenamiento mínimo presente logístico “Minimum training present logistic threshold” valores de  $0.07 \geq 0.1682$ , como menciona Defourny & Van (2015) que “se incluye todas las localidades de entrenamiento usadas para la obtención del modelo, considerando que cada una de ellas representa el hábitat de la especie” que define las áreas aptas y no idóneas delimitadas bajo el polígono del área y el hábitat de la especie (registros). En el caso del escenario estricto RCP 8.5

como la temperatura, aumenta en los extremos de los puntos de casos aislados, por ende, zonas con climas fríos serán más fríos y como es de esperar en condiciones cálidas serán más cálidas durante el trimestre más seco. Donde la precipitación se reducirá como parámetro acertado del IPCC con procesos de variación climática Clare Nullis (2018). Que para el año 2100, los efectos del cambio climático, varían según la región en la Andina, según la Organización de las Naciones Unidas en la Agricultura y Alimentación (FAO).

Para (Quispe C, 2016), el modelo MOHC-HADGEM2-ES el RCP presenta un mayor margen de presencia para la *Bactericera cockerelli* (Sulc), mínima reserva de áreas para espacios ambientales y posiblemente para el año 2050 sean zonas afectadas por el cambio climático. La distribución potencial de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) con el modelo BCC\_CSM1\_1 y MOHC-HADGEM2-ES y su alto desempeño de Maxent, al expresar valores de ajuste de estadístico en la mayoría el AUC es de 0.95 que indican ser buenos modelos de predicción para especies invasoras como lo cita (Sánchez M, M. B., 2018), para (Pliscoff P. &, 2011) y como menciona (Lobo & Jiménez V, 2008) modelos que el AUC en cierta forma, depende de la superficie total de estudio y el número de presencia, el mayor valor de idoneidad para la especie es de 95%.

Los modelos se tornan interesantes sobre su expansión en la zona norte y centro influenciado por la cordillera Oriental en provincias como Pichincha, Cotopaxi, Carchi, Imbabura. La provincia de Loja presenta un comportamiento diferente debido a la zona de Convergencia Intertropical (ICIT), la misma que se caracteriza por el frente tropical, efecto de la interacción Oceánica Pacífico-atmósfera (Corriente del Niño y Corriente Fría de Humboldt) que caracteriza la típica orografía serrana y costera. Por ausencia de la cordillera Occidental y al fenómeno de desertificación que avanza desde el sur. La transición entre la zona montañosa de los andes Meridionales del Ecuador y el desierto de Sechura del Perú, se produce lluvias de un solo régimen que mantiene un solo pico en los primeros meses del año, hacia el Sector Occidental Bajo, tiende a homogeneizarse a medida que asciende y avanza hacia el Oriente. (Philo, 1998), las condiciones climáticas no son las adecuadas en ciertas zonas para el cultivo de la papa, por las temperaturas máximas.

El modelo MOHC-HADGEM2-ES “como modelo que eleva datos de precipitación y temperatura en especial para el Sur de Sudamérica, con el 95% de confiabilidad”, como manifiesta (Núñez H, 2016), aspectos agroecológicos de la planta para poder sobrevivir,

similares al que necesita la *Bactericera cockerelli* (Sulc), un clima húmedo y fresco. Cada uno de los modelos tienen sobrestimación de los gases de efecto invernadero en base a los forzamientos de cambio climático, IPCC actualiza datos a mejor resolución a escala menor para datos regionales. Para Clare (2018) los escenarios RCP 2.6 y 8.5 se mantendrá en el presente y en el futuro proyectará nuevas áreas de presencia en la zona centro de la región.

“Los modelos se apegan al punto de referencia a partir de los puntos de mayor correlación”, coincidiendo con Núñez (2012), tienen mayor probabilidad de representar la temperatura, de la misma forma la variabilidad de la desviación estándar de entre 0.004 a 0.008 (Roa, 2012), así también el modelo BCC\_CSM1\_1, la cordillera oriental en condiciones más húmedas a comparación de la cordillera occidental que se caracteriza por la pérdida de humedad, cordilleras en las que se encuentran las provincias productoras de la papa. La provincia de Cotopaxi ubicada en el callejón interandino con probabilidades de mayor presencia de la plaga. Se comparo la distribución potencial actual y futura demostrando mejor rendimiento en el modelo BCC\_CSM1\_1, como se mencionó antes, Arbelaez et al.,(2020) “el modelo refleja la información entre la atmósfera y el océano que se intercambian una vez al día, la biosfera terrestre se calcula en un rango de 20 minutos” como cita Arbelaez en el mapeo predictivo de vegetación, la dinámica de la especie puede verse afectada por el aumento de grados diurnos, precipitación en la región Andina, demuestra que la humedad es útil para predecir eventos de posibles presencia y aumento de plagas.

#### **4.IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)**

##### **4.1. Impacto social**

Generalmente el cambio climático afecta directamente a la actividad agrícola, sobre todo en cultivos de subsistencia, como es la papa entre otros productos que se encuentran dentro de la dieta de los ecuatorianos. Los agricultores siembran cada vez menos, entre una hectárea o menos, alrededor del 54% de los agricultores lo hacen, se encuentran obligados a dejar las labores por el fuerte impacto que genera las amenazas de plagas y enfermedades. En resumen, el impacto a 82.000 agricultores y otras personas que se involucran de forma indirecta, gran parte de ellos se dedican netamente a una sola actividad como sustento económico que la mantienen por generaciones, por esta razón varias de las familias se encuentran destinada a reducir el área de

cultivo, migración rural a urbana a vista del desconociendo del manejo y control de plagas como desafíos frente al cambio climático.

#### **4.2. Impacto ambiental**

Frente al cambio climático y la contaminación, que de ellos también depende la disponibilidad de tierras a cultivar. La agricultura en la modernidad se basa en el uso de insecticidas como método de control de plagas, la afectación directa al medio ambiente por alcanzar mejores niveles de producción. Efectos por la aplicación indiscriminado de insecticidas, en la producción de la papa, se realiza hasta el triple de aplicaciones por cultivo por aparición de plagas como la *Bactericera cockerelli* (Sulc), que además de ello crea resistencia al insecticida en la plaga.

Venta libre de agroquímicos sin asesoramiento técnico, que conduce a la aplicación inadecuada de ciertos insecticidas y plaguicidas que a corto o largo plazo terminan dañando a la calidad de suelo, a los mismos enemigos naturales, a polinizadores y otros seres vivos que dependen de este ecosistema como nicho ecológico de supervivencia. La población de enemigos naturales va disminuyendo por presencia de insecticidas y plaguicidas que reducen las condiciones adecuadas de reproducción y baja capacidad biológica para contrarrestar a las plagas en monocultivos. La falta de enemigos naturales conlleva a los agricultores, al uso de insecticidas que probablemente tienden a ahorrar recursos económicos. Los artrópodos terrestres también reflejan un cambio en el ecosistema, un grupo realmente vulnerable y uno de los más afectados, que no son el objetivo del control agroquímico, resulta ser lógico la baja fertilidad y calidad del suelo.

La amenaza de pérdida de polinizadores como indicadores de producción sostenible en general de cultivos de primer orden, que frente a la presencia de la *Bactericera cockerelli* (Sulc), se aplicara insecticidas, problemas técnicos de los vendedores de agroquímicos no consideran los niveles de toxicidad para los polinizadores, que se agrava por el número de aplicación por cultivo. Cantidades de invertebrados acuáticos, tienden a desplazarse por efectos de insecticidas, a consecuencia de lluvias acidas que tiempo después se convierten en aguas subterráneas si los cultivos se encuentran en suelos arenosos con restos de insecticidas, problemas como la absorción de la misma por las raíces de plantas que serán conducidos hasta el mismo producto o fruta. A ellos se puede sumar el crecimiento de la frontera agrícola en la constante búsqueda de nuevas tierras para el cultivo del tubérculo con mejor producción.

### 4.3. Impacto económico

La presencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc) causa daños directos e indirectos, es capaz de generar pérdidas totales, especialmente en cultivo de papa convirtiéndose en una plaga crítica, por su rápida capacidad de reproducción. La mayoría de los agricultores, cerca del 83% de ellos siembran semillas de cultivos anteriores, reduciendo el costo de inversión en la etapa de siembra, como resultado mayor vulnerabilidad a la presencia de plagas y pérdida de la inversión para la producción como efecto de no uso de las variedades certificadas disponible en el mercado, cuyo costo sobrepasa a comparación de la semilla de la producción anterior que efectivamente no alcanza la producción prevista. La inversión económica en procesos de preparación del suelo, compra de semillas y agroquímicos, talento humano, entre otras que intervienen en el proceso del cultivo de la papa, el impacto económico es incontable a razón de cuestionar la cantidad de áreas afectadas por problemas de plagas que llevan a la pérdida de cultivo, se estima que podría afectar al resto de familias solanáceas, como es evidente afecta más al tomate y de preferencia a al papa.

### 5.PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El presupuesto para la ejecución del proyecto de investigación incluirá los siguientes gastos.

**Tabla 11.** Presupuesto del proyecto

RECURSOS	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Canti- dad	Uni- dad	V. Unitario	V. Total
<b>Equipos</b>				
Computador (uso)	700	hora	0,60	420,00
<b>Materiales y suministros</b>				
Cuaderno de campo	1		1,50	1,50
Lápiz	2		0,50	1,00
<b>Material bibliográfico y fotocopias</b>				

Papel bond	2	paq uetes	3, 60	7,2 0
Impresiones	500	hoja s	0, 20	100 ,00
Anillado	5		4, 00	25, 00
<b>Otros recursos</b>				
Transporte, salida de campo	4		1 0,00	40, 00
Alimentación	4		3, 50	14, 00
<b>Reactivos (uso)</b>				
			<b>TOTAL</b>	608
				.70
			<b>IMPREVISTOS 10%</b>	60.
				87
			<b>TOTAL</b>	669
				.57

Elaborado por: Autor

## CONCLUSIONES

- Se estima la mayor probabilidad para la *Bactericera cockerelli* (Sulc) en un área de 596,53 km<sup>2</sup> que corresponde a 0.98% del área total de la sierra, observando la mayor concentración en la zona centro del país, en la provincia de Azuay, Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y Carchi. En relación a la zona sur donde se establece menor presencia de la especie.
- La distribución potencial futura de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en la sierra del Ecuador establece una expansión debido a la incidencia de la variabilidad climática y antropogénica lo cual establecerá mayores rangos de probabilidad de distribución de esta.
- Los modelos de circulación global BCC-CSM1-1 y los escenarios 2.6 y 8.5 para el año 2080 es el modelo que mejores predicciones tiene para el futuro y sus características confiables de datos de precipitación y temperatura anual que son significativos para la presencia de la especie en especial en zonas frías.

- Las zonas de mayor vulnerabilidad ambiental representadas por los mapas de distribución potencial para la zona Norte, establece la probabilidad de presencia de esta en las provincias de Carchi e Imbabura. Así como también, en la zona centro Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo y Pichincha, como área de mayor probabilidad, que coincide con la zonificación del cultivo de la papa.

## RECOMENDACIONES

- Al estimar la distribución potencial de *Bactericera cockerelli* (Sulc) que resulto ser eficaz la proyección de la presencia actual de la especie, se logra mayor precisión, con un mayor número de presencia que se encuentren registrados en diferentes puntos del área de estudio. Representan características más exactas sobre la sensibilidad de la especie.
- Para estimar la distribución potencial de una especie en un futuro se deberá actualizar los datos de presencia e incluir la variable altura, área de cultivos y variables bioclimáticas que influyan en el tiempo. De tal forma que la información se mantenga se encuentre disponible para posibles investigaciones y proyectos.
- Al encontrarse en riegos la producción de la papa, se recomienda emplear modelos de distribución mejorados, que el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) presenta cada vez los confirma y los refuerza en base al anterior modelo al contar con un mayor número de observaciones
- La *Bactericera cockerelli* (Sulc) podría estar presente que al menos 9 de las 10 provincias de la Sierra. Al considerar su importancia se debe realizar investigaciones en los que la presencia de la plaga se encuentre en ventaja ante otros cultivos de la familia solanaceae

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

Abdullah, M. (2008). *Life history of the Potato Psyllid Bactericera cockerelli (Homoptera: Psyllidae) in Controlled Environment agriculture in Arizona*. Arizona. Obtenido de <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2019-06.pdf>

- Aceves Rangel, L. D.-G.-A.-L. (2018). Distribución potencial de 20 especies de pinos en México. *Agrociencia*, 1043-1057. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n7/2521-9766-agro-52-07-1043-en.pdf>
- Almeyda L., I. H., & Rubio C., O. A. (1999). Determinación de la implicación de fitoplasmas con la expresión sintomatológica de punta morada en papa (*Solanum tuberosum* L.). *IV Simposio de Ciencia y Tecnología. Desarrollo Agropecuario*, (pág. 45). Monterrey, Nuevo León.
- Alto, M., & Medio, R. (s.f.). Los Reportes Especiales de Escenarios de Emisión (SRES) y los Modelos de Circulación Global (GCM). *InfoBosques*, 26.
- Amat, E. M. (2017). Modelización del hábitat potencial actual y futuro del datilero del desierto (Balanites). *researchgate.net*, 28. Obtenido de [Modelizacindelhabitadpotencialactualyfuturodeldatilerodeldesiertobalanitesaegyptiacal](https://www.researchgate.net/publication/316111111-Modelización-del-habitat-potencial-actual-y-futuro-del-datilero-del-desierto-Balanites-egyptiaca-L)
- Andrade , H., Lara, M., & Morales . (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador*. Quito, Ecuador .
- Arbelaez, J., Giraldo , A., Villa, G., Espinosa, L., Gutierrez, M., & Orozco, G. (2020). Population dynamics of *Diatraea* spp. Under different climate offer conditions in Colombia. *bioRxiv the preprint server for biology*, 8.
- Arbelaez, J., Giraldo, A., Villa, G., Espinosa, L., Gutierrez, M., & Orozco, G. (2020). Population dynamics of *Diatraea* spp. Under different climate offer conditions in Colombia. *bioRxiv*, 8. Obtenido de <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.02.20.957977v1.abstract>

- ARGEPAPA. (31 de Julio de 2019). *Ecuador: Los cultivos de papa son afectados por la punta morada*. Obtenido de <https://www.argenpapa.com.ar/noticia/7694-ecuador-los-cultivos-de-papa-son-afectados-por-la-punta-morada>
- Aristizábal, B. E.–G. (2010). Guía de procedimiento para la generación de escenarios de cambio climático regional y local a partir de los modelos globales. *IDEAM*, 37.
- Becerra López, J. L. (2016). Revisión de las técnicas para el modelado de la distribución de las especies. *Biológico Agropecuario*, 1514-1525.
- Beijing Climate Center Climate System Model. (2012)., (pág. 1). Beijing.
- Beijing Climate Center Climate System Model*. (2014). Obtenido de <http://forecast.bccesm.ncc-cma.net/web/channel-34.htm>
- bioWeb Ecuador*. (05 de enero de 2020). Obtenido de PUCE: <https://bioweb.bio/fungiweb/GeografiaClima/>
- Brunet , M., Casado Calle , M., Castro, M., Galán , P., López, Díaz , J., . . . Rodríguez Camino, E. (2009). Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España. 48.
- Bujanos, R. &. (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. *Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria* , 7. Obtenido de <https://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Bactericera%20Cockerelli%20version%201.3.pdf>

- Bujanos, R., & Ramos, C. (2015). *Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria*.  
Obtenido de  
<https://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Bactericera%20Cockerelli%20version%201.3.pdf>
- Cajo, D. J. (2016). Aplicación de Modelos de Nicho Ecológico para estudios Epidemiológicos: *Triatoma dimidiata*, vector de la 1 Enfermedad de Chagas en Ecuador. *Revista Politécnica*, 2.
- Camilloni, I. (2008). Cambio Climático. *Ciencia Hoy*, 43-49.
- Camino, E. R. (2014). Quinto informe de evaluación del IPCC: Bases físicas. *Revista Tiempo y Clima*, 37.
- Carmen, C. (2019). Punta Morada de papa en Ecuador, actualidad . *Libro de Memorias: VIII Congreso ecuatoriano de la papa* (págs. 21-22). Quito; INIAP, Estación Experimental Santa Catalina : Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina 2019.
- Carmona, A. &. (1999). *Sistemas de información geográficos*. In *Congreso de Ingeniería de Sistemas en la Universidad San Buenaventura de Medellín Colombia*. Medellín Colombia.
- Carril, A. F. (1998). *Biblioteca Digital FCEN-UBA*. Obtenido de Tesis de Posgrado:  
[https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n3081\\_Carril.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3081_Carril.pdf)
- Castillo. (2019). *Bactericera cockerelli*: un problema actual y *andidatus liberibacter solanacearum*: una amenaza. *Libro de memorias: VIII Congreso ecuatoriano de la papa* (pág. 24). Quito-Ecuador: Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina 2019.

- Catalina, E. E. (2019). *INIAP ejecuta un plan emergente frente a la presencia de punta. CARCHI.*
- Chila, S. J. (2002). Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas. *Gestión Ingenio y Sociedad. Gestión, Ingenio y Sociedad*, 144. Obtenido de <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/60/95>
- Chila, S. J. (2017). *Gestión Ingenio y Sociedad*. Obtenido de Cultivation of the potato and its climatic conditions: <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/60/95>
- Clare N. (2018). *Cambio Climático*. Cada décima de grado importa, Intergovernmental Panel on Climate Change. Obtenido de [https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/10563/1/BolOMM-67\\_2%281%29.pdf](https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/10563/1/BolOMM-67_2%281%29.pdf)
- Claudia Elizabeth Toledo, P. (2019). Factores que afectan la proporción sexual y comportamiento poblacional de *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). *Dirección General de Investigación*, 5.
- Correia Aguiar, M. (2019). Criterios confiables para la construcción del modelo de máxima entropía (maxent) orientados a la pesquería con red de cerco en el pacífico oriental. 12-13.
- Correia, M. (2019). *Criterios confiables para la construcción del modelo de máxima entropía (Maxent)*. Boletines de COFA.
- Correia, M. (2019). *Criterios confiables para la construcción del modelo de máxima entropía (MAXENT)*. Boletines de COFA.

- Covarrubias, O., León, I., Moreno, J., Salas, J., Sosa, R., Soto, J., & Hinojosa, M. (2006). Distribución de la punta morada Y *Bactericera cockerelli* Sulc. En las principales zonas productoras de papa en México. *SciELO*, 201-211.
- Cuesta , X., Andrade, H., Bastidas , O., Quevedo , R., & Sherwood, S. (2002). *Botánica y mejoramiento genético. El Cultivo de la Papa en Ecuador*. Quito, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/2804/3/iniapsc190c2.pdf>
- Dávalos, I. (2014). Aplicación de un modelo predictivo de ocurrencias de sitios de anidación y dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) con aporte a la conservación de la especie en el Ecuador. *Tesis de Grado*.
- Defourny, P., & Van , B. (15 de Enero de 2015). *Land cover ESSACCI-LC-LA-LCCS-Map-300m-P5Y-2010-VI.4*. Obtenido de <http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download.php>
- Delgado Fernández, I. (2019). Modelado de distribución de especies mediante la explotación de datos abiertos geoespaciales. *Baccharis halimifolia.*, 14.
- Dicta. (2016). Control de la *Bactericera Cockerelli* (paratrioza) en el cultivo de papa mediante el monitoreo en campo en el Cantón Montufar, Provincia del Carchi. *Revista Académica*, 11.
- Diniz. (2009). Áreas vulnerables a la invasión actual y futura de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*: Ranidae) en Colombia: estrategias propuestas para su manejo y control . *BIOTA COLOMBIANA* , 25.

- Eduardo Zorita, & Hans Von Storch . (1991). Estimación de cambios en la precipitación en la península Ibérica a partir de experimentos con modelos de circulación general. *Física de la Tierra* , 399.
- Elith, J. S.-Y. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions.*, 43-57.
- Enríquez I, M. S. (2019). Efectos del cambio climático en los requerimientos agroecológicos de los cultivos en la comunidad San Clemente, provincia de Imbabura. *Bachelor's thesis*, 30.
- Fernández. (2013). Análisis de la distribución potencial de cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) bajo un escenario de cambio climático al año 2050 y sus potenciales conflictos con áreas del sistema nacional de áreas protegidas. *Bachelor's thesis, PUCE*, 3.
- Fortún, M. R. (Septiembre de 2017). *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos* .  
Obtenido de [https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/25899/TFM\\_MiriamRuizDeLarramendi.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/25899/TFM_MiriamRuizDeLarramendi.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Franklin. (1995). Predictive vegetation mapping: geographic modelling of biospatial patterns in relation to environmental gradients. *Progress in physical geography*, 474-499. Obtenido de <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/030913339501900403>
- Garzón T. J. A, G.-C. J. (2005). Ensayos de transmisión del fitoplasma asociado al “permanente del tomate” por el psílido *Bactericera cockerelli* Sulc, en México. *Entomología Mexicana*, 672-275.

- Garzón, T. J. (2002). Asociación de *Paratrioza cockerelli* Sulc con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicon lycopersicum* Mil. Ex. Fawnl) en México. *Memoria del Taller sobre Paratrioza cockerelli (Sulc.) plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa México*, 79-87.
- Garzón, T. J. (2004). *Bactericera (Paratrioza) cockerelli* Sulc, vector de fitoplasmas en México. *Memorias del Simposio Punta Morada de la Papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*, 64-84.
- Gastelu, M. Y. (2014). Cultivo de la papa. *Scribd*, 2.
- Gavilánez, N. M. (2018). Evaluación de la erosión física y química del suelo en la zona nor-occidental de la provincia Bolívar-Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Investigaciones Agropecuaria*, 13-20.
- Graham , C., Ferrier , S., Huettman , F., Moritz, C., & Peterson, A. (2004). New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends in Ecology and Evolution* , 497.
- Granados Echegoyen , C., Perez Pacheco, R., Velasco, M., Alonso Hernández , N., & Ernesto , H. (s.f.). Susceptibilidad de *Bactericera cockerelli* (SULC)(HEMIPTERA: PSYLLIDAE) a extractos derivados de especies vegetales. *socmexent* , 212.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2014). 55.
- Guillermo Eduardo Armenta Porras, Jorge Luis Villa Cedeño, & Pablo S. Jácome. (2018). Proyecciones climáticas de precipitación y temperatura para ecuador, bajo distintos escenarios de cambio climático. *scielo*, 18.

- Guisan , A., & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offer-ing more than simple habitat models. *Ecology Letters* , 993.
- Guisan, A., & Zimmermann, E. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 147-186. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304380000003549>
- Gutiérrez Hernández, O., Cámara Artigas, R., Sensiales González, J., & García, L. (2018). *Modelos predictivos en Biogeografía: aplicación para la modelización de nichos ecológicos en Geografía Física*. Creative Commons Reconocimiento.
- Gutiérrez, V. A. (2016). QGIS: Geografía, Computación, Matemáticas. *Revista Electrónica de Matemáticas*. ISSN: , 46.
- Héctor , A., Odilie , B., & Stephen Sherwood. (2002). *La cultivo de la papa en Ecuador*. Quito.
- Heidy , G., Pablo , C., & Juan , K. (21 de Noviembre de 2019). *Centro Internacional de la Papa*. Obtenido de A cgiar research center: <https://nqxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/11/Phenology-and-pest-risk-Bactericera-cockerelli-Heidy-Gamarra-October-2019.pdf>
- Heidy, G. P. (21 de Noviembre de 2019). *Centro Internacional de la Papa*. Obtenido de A CGIAR RESEARCH CENTER: <https://nqxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/11/Phenology-and-pest-risk-Bactericera-cockerelli-Heidy-Gamarra-October-2019.pdf>

- Hernández Rosales, J. G. (2019). Identificación de bactericera cockerelli Sulc en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) parroquia Santa Martha de Cuba, Canton Tulcàn, Provincia del Carchi. *Bachelor's thesis, El Angel: UTB*, 17.
- Herrera, M. C. (1999). Estudio sobre el subsector de la papa en el Ecuador. INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agro-Pecuaria), Programa Nacional de Raíces y Tubérculos. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ecuador*, 20-21.
- Hijmans. (2005). Manual de Capacitación en Análisis Espacial de diversidad y distribución de plantas. *Biodiversity International* , 34.
- Hijmans. (2015). *Ecosistemas* . Obtenido de [file:///C:/Users/RTM\\_JC/Downloads/1112-3656-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/RTM_JC/Downloads/1112-3656-1-PB%20(1).pdf)
- Hutchinson. (2020). *unc.edu.pe*. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3766>
- Hutchinson. (1957). De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. *Focus Article*, 7-8.
- Illoldi P, E. T. (17 de febrero de 2012). *De los modelos de nichos ecologicos a las areas de distribucion geografica*. Obtenido de Museo Nacional de Ciencias Naturales: <https://www.mncn.csic.es/es/comunicacion/blog/nichos-ecologicos-y-distribuciones-geograficas>
- Illoldi Rangel, P. &. (2008). De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. *Biogeografía*, 7-8.
- iNaturalist. (19 de Julio de 2020). Obtenido de [https://www.inaturalist.org/observations?place\\_id=7512&taxon\\_id=372093](https://www.inaturalist.org/observations?place_id=7512&taxon_id=372093)

- INIAP. (2014). *Informe Técnico Anual 2014 Fitoplasmas asociados a la punta morada de la papa en Ecuador*. Memorias , Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5359/1/iniapsc382n.pdf>
- INIAP. (s.f.). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias* . Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/iniap-ejecuta-un-plan-emergente-frente-a-la-presencia-de-punta-morada-de-la-papa-en-ecuador/>
- INIFAP. (2011). “Daños de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)”, en el barrio Eloy Alfaro, Parroquia La Libertad” . *El Angel: UTB*, 11.
- IPCC. (2014). Informe del Grupo Intergubernamental De Expertos Sobre el Cambio Climático. *IPCC*, 2.
- Janes, K. y. (2018). Morphometric of immatures and life tables of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) from populations of Northeastern Mexico. *scielo*, 55.
- Kearney, M., & Porter, W. (2009). Mechanistic niche modelling: combining physiological and spatial data to predict. *Ecology letters*, 1-17. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1461-0248.2008.01277.x>
- Kumar, S. &. (2009). Maxent modeling for predicting suitable habitat for threatened and endangered tree *Canacomyrica monticola* in New Caledonia. *Journal of Ecology and natural Environment*. 94-98.

- Lara , E., Simeón , C., & Navarro , J. (2006). Los sistemas de informacion geográfica. *Congreso de Ciencia Regional de Andalucía: Andalucía en el umbral del siglo XXI* (pág. 789). Geoenseñanza.
- List, G., & Daniels, L. (1934). A promising control for psyllid yellows of potatoes. *Science (Washington)*, 79.
- Lobo, J. M., & Jiménez V, A. (2008). AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography*, 145-151.
- López Sandoval, J. A.-M.-C. (2015). Modeling the environmental factors that determine the distribution of synanthropic species of *Physalis*. *scielo Botanical Sciences*, 755-764. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-42982015000400007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982015000400007)
- Lozano Delgado, M. E. (2020). Modelamiento espacial de nichos ecológicos para evaluación de presencia de *Cedrela odorata*, *Cedrela montana* y *Cedrelinga cateniformes*-Amazonas. *unc.edu.ec*, 30.
- Lozano, M. (2006). Relación vector-patógeno-hospedero del fitoplasma de la hoja pequeña del tomate (ToLL) y *Bactericera cockerelli* (Sulc) en cultivos hortícolas en México. *DSpace*, 5-6.
- MAG. (2018). *Informe de rendimientos objetivos de papa en el Ecuador*. Obtenido de <https://fliphtml5.com/ijia/tlcp/basic#:~:text=El%20informe%20de%20%E2%80%9CRendimientos%20Objetivos,de%2016.28%20toneladas%20por%20hect%C3%A1rea.>

- Maramorosch. (1998). "Daños de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)", en el barrio Eloy Alfaro, Parroquia La Libertad". *El Angel: UTB*, 11.
- Maramorosch. (1998). "Daños de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)", en el barrio Eloy Alfaro, Parroquia La Libertad". El angel-Espejo-Carchi.
- Mateo, R. G. (2011). Modelos de distribución de especies. *Revista chilena de historia natural*, 217-240.
- Mateo, R., Felicísimo, Á., & Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies. *Revista chilena de historia natural*, 217.
- Mateo, R., Felicísimo, Á., & Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista chilena de historia natural*, 217-240. Obtenido de [https://www.academia.edu/2807577/Modelos\\_de\\_distribuci%C3%B3n\\_de\\_especies\\_Una\\_revisi%C3%B3n\\_sint%C3%A9tica](https://www.academia.edu/2807577/Modelos_de_distribuci%C3%B3n_de_especies_Una_revisi%C3%B3n_sint%C3%A9tica)
- Maya, H. V., Ramírez, O. J., Cortéz, O. R., & Vega, M. R. (2003). Manejo integrado del pulgón. *scielo*, 23. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v2n1/v2n1a2.pdf>
- Medeiros, C. M. (2018). Aplicación de modelos de nicho ecológico y sistemas de información geográfica para la conservación de la biodiversidad. *Dialnet*.
- Merow, C. S. (2013). Una guía práctica de MaxEnt para modelar las distribuciones de especies: lo que hace y por qué son importantes las entradas y los ajustes. *Wiley*, 1058-1069.
- MertOffice. (2014). Obtenido de hadGem2 family: Met Office climate prediction model: <https://www.metoffice.gov.uk/research/approach/modelling-systems/unified-model/climate-models/hadgem2>

Miguel, S. P. (2020). *Sistemas de información geográfica*. UNED.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2018). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*.

Obtenido de Informe de rendimiento objetivos de papa en el Ecuador :  
<https://fliphtml5.com/ijia/tlcp/basic#:~:text=El%20informe%20de%20%E2%80%9Crendimientos%20Objetivos,de%2016.28%20toneladas%20por%20hect%C3%A1rea.>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2019). *Ecuador se proyecta a ser exportador de papa*.

Quito-Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (11 de Junio de 2020). *Mapa de Cobertura y Uso de*

*Suelo servirá para la planificación productiva*. Obtenido de Mapa de Cobertura y Uso de Suelo servirá para la planificación productiva: <https://www.agricultura.gob.ec/mapa-de-cobertura-y-uso-de-suelo-servira-para-la-planificacion-productiva/>

Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador. (2014). Mapa de Zonificación Agroecológica

del cultivo de Papa en el Ecuador continental, escala 1:250.000, año 2014. *Geoportal del Agro Ecuatoriano*. Obtenido de <http://geoportal.agricultura.gob.ec/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/d54ab41c-8092-4e6c-b1b8-01ef72b00480>

Moo-Llanes, D. A. (2016). Nicho ecológico actual y futuro de la Leishmaniasis (Kinetoplastida:

Trypanosomatidae) en la región Neotropical. *Revista de Biología Tropical*, 1237-1245.

Mora Quilismal, S. R, Águila Alcantara, E, Revelo Ruales, V, Benavides Rosales, H, & Balarezo

Urresta, L. (2019). Combinación de dos biofertilizantes y fertilización química en la producción de *Solanum tuberosum* cv. Superchola en Andisoles ecuatorianos. *scielo Centro Agrícola*, 44-52.

- Mosquera Arroyo, D. E. (2018). Análisis de la distribución potencial de cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) bajo un escenario de cambio climático al año 2050 y sus potenciales conflictos con áreas del sistema nacional de áreas protegidas (SNAP), bosques protectores y otras áreas. *Bachelor's thesis, PUCE*, 3. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14830>
- Municipio de Loja. (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial*. Obtenido de <https://www.loja.gob.ec/files/image/LOTAIP/podt2014.pdf>
- Munyaneza, J. J. (2007). Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with “Zebra Chip,” a new potato disease in Southwestern United States and México. *Econ. Entomol*, 656-663.
- Navarrete Macedo, C. E. (2019). *lamolina.edu.pe*. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4038>
- Navarro AG, P. a. (2017). Colecciones Biologicas modelaje de nichos ecologicos y los estudio de biodiversidad . *Perspect Latinoam Biogeogr*, 22-115.
- Núñez Hidalgo, I. (2016). Análisis de la variabilidad bioclimática para el año 2050 en la región de Tarapacá mediante escenarios de cambio climático propuestos por el quinto informe del IPCC y modelos de circulación global de muy, muy alta resolución. *UCHILE.CL*, 22.
- Ocampo, O. (2011). El cambio climático y su impacto en el agro. *Revista de Ingenieria*, 115-123.

- Olaniyan, O, Rodriguez-Gasol, N, Cayla, N, Michaud, E, & Wratten, SD. (2020). *Bactericera cockerelli* (Sulc), una amenaza potencial para la industria de la papa en China. *Agricultura Integrativa*, 338-349.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria . (2015). Obtenido de [//www.oirsa.org/contenido/Manual Bactericera Cockerelli version 1.3.pdf](http://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Bactericera%20Cockerelli%20version%201.3.pdf)
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2015). Obtenido de MAG, 2010)
- Ortiz Paniagua, C. F. (2016). Agricultura, vulnerabilidad y riesgos ante el cambio climático en la región tierra caliente, Michoacán. Obtenido de <http://ru.iiec.unam.mx/3250/1/242-Ortiz-Ortega-Infante.pdf>
- Parra, G. (2010). sistemas de informacion geografica y sensores remotos. Aplicaciones en enfermedades transmitidas por vectores . *CES Medicina* , 81-84.
- Paspuezán Calderón , M. (2019). Daños de *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)”, en el barrio Eloy Alfaro, Parroquia La Libertad. *Bachelor's thesis, El Angel: UTB*.
- Paspuezán Calderón, M. A. (2019). *Daños de Bactericera cockerelli en el cultivo de papa (Solanum tuberosum)*”, en el barrio Eloy Alfaro, Parroquia La Libertad. El Angel : Bachelors thesis.
- Pavlista, A. D. (2002). Leafhoppers. Nebraska Potato Eyes. *scielo*, 1-3.
- Perdomo, J. A. (2020). La nueva generación de modelos climáticos. *scielo*, 34. Obtenido de El proyecto europeo EC-Earth.

Perdomo, J. A. (2020). La nueva generación de modelos climáticos. . *El proyecto europeo EC-Earth*. (pág. 34). España: Acta de las Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española.

Periódico El Productor. (28 de Agosto de 2019). *Periódico El Productor - Primer periódico agropecuario digital del Ecuador* Noticias Agropecuarias. Obtenido de Ecuador: Continúa la capacitación a productores para evitar la Punta Morada de la Papa: <https://elproductor.com/ecuador-continua-la-capacitacion-a-productores-para-evitar-la-punta-morada-de-la-papa/>

Peter Kromann, P. X.-R. (2017). *VII Congreso Ecuatoriano de la Papa, Adaptación al Cambio Climático*. Tulcán-Ecuador: impreso en Ibarra.

Phillips , S., Dudík, M., & Schapire, R. (2004). A maximum entropy approach to species distribution modeling. *Proceedings of the Twenty-first Century International Conference on Machine Learning*, (págs. 655-662). Canadá.

Phillips, S. &. (4 de 06 de 2008). *Una breve guía didáctica sobre MaxEnt*. Obtenido de Online [URL] <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/tutorial/tutorial-in-spanish.doc>

Phillips, S. H. (2011). Una explicación estadística de MaxEnt para ecologistas. *Diversidad y distribuciones*, 1.

Philo. (1998). *Plan integral de desarrollo de recursos hídricos de la provincia de Loja* . Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5347/1/ESTUDIO%20DE%20LA%20VARIABILIDAD%20ESPACIAL%20Y%20TEMPORAL%20DE%20LA%20PRECIPITACION%20Y%20TEMPERATURA.pdf>

Platero, G. G. (2015). *Cambio Climático y plagas agrícolas*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/278410790\\_Cambio\\_climatico\\_y\\_plagas\\_agricolas](https://www.researchgate.net/publication/278410790_Cambio_climatico_y_plagas_agricolas)

Pliscoff, P. &. (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte Grande*, 61-79.

Pliscoff, P. &. (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte Grande*, 61-79.

Pliscoff, P., & Fuentes C, T. (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte Grande*, 61-79. Obtenido de Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles.: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34022011000100005](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022011000100005)

Porras, G. E., Cedeño, J. L., & Jácome, P. S. (2018). Proyecciones climáticas de precipitación y temperatura para el Ecuador, bajo distintos escenarios de cambio climático. *scielo*, 16.

Posada, N. S. (1999). Modelado de Datos Orientado a Objetos para un Sistema de Información Geográfica. *academia.edu*, 1.

Prefectura Cañar. (2020). *Información General*. Obtenido de [http://www.gobiernodelcanar.gob.ec/public\\_html/paginas/informacion-general.63](http://www.gobiernodelcanar.gob.ec/public_html/paginas/informacion-general.63)

Pumisacho. (2012). Análisis de la distribución potencial de cultivo de papa bajo un escenario de cambio climático al año 2050 y sus potenciales conflictos con áreas del sistema nacional de áreas protegidas , bosques protectores y otras áreas de conservación en canton Mejia. 2-6.

Pumisacho, M. &. (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador*. Editorial Abya Yala.

Question Pro. (s.f.). *Question Pro*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/coeficiente-de-correlacion-de-pearson/>

Quinto Reporte sobre el Cambio Climático del Panel Intergubernamental del Cambio Climático. (2014). 8.

Quispe Cahahuanca, T. (21 de enero de 2016). *Biogeografía y cambio climático en el Perú: análisis de escenarios climáticos y endemismo de Phyllodactylus interandinus, Bachia intermedia y Stenocercus huancabambae, entre Amazonas y Cajamarca, distritos de El Milagro y Bellavista*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Perú: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6503>

Ramírez, J. F.-C. (2013). Modelización de la distribución espacial de *Bactericera cockerelli* Sulc.(Hemiptera: Triozidae) en *Solanum tuberosum* L.(Solanales: Solanaceae). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 13-27. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382837655026.pdf>

Reinoso. (2013). Análisis de la distribución potencial de cultivo de papa (*Solanun Tuberosum*) bajo un escenario de cambio climático al año 2050 y sus potenciales conflictos con áreas del sistema nacional de áreas protegidas (SNAP), bosques protectores de Mejia . *Bachelor's thesis, PUCE*, 1-5.

- Rica, M. (2010). SFE desarrolla Plan de Acción ante la cercanía de la Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) . *Actualidad Fitosanitaria* , 4-5.
- Ríos-Saucedo, J. C.-R.-S. (2018). Actualización preliminar de inventarios para áreas productoras de maguey cenizo en diferentes municipios de Durango. *Revista Científica Semestral Investigación, Desarrollo e Innovación*, 326.
- Rivadeneira J., R. M. (2019). VIII Congreso Ecuatoriano de la Papa. *Soberanía Alimentación y Nutrición*. Ambato-Tungurahua-Ecuador . Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5346/1/iniapsc382a.pdf>
- Rivadeneira Ruales, J. E. (2015). ¿ La punta morada de la papa en la Sierra Norte del Ecuador? *Libro de Memorias* , 80-81.
- Rivadeneira Ruales, J., Bolaños, C., Garcés, S., Tello Torres, C., Bonilla , V., Ochoa, J., & Cuesta Subía, H. (2015). ¿ La punta morada de la papa en la Sierra Norte del Ecuador? *Repositorio Digital INIAP*, 80.
- Roa, A. R. (2012). Evaluación de las simulaciones de precipitación y temperatura de los modelos climáticos globales del proyecto CMIP5 con el clima presente en Colombia. *IDEAM, Bogotá.*, 23.
- Rubio. (2018). Guía de manejo de la punta morada de la papa . *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias* , 4.
- Rubio, C., Almeyda , L., Ireta , M., Sánchez, S., Fernández Sosa, R., Borbón Soto, & Cadena Hinojosa. (2006). Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* Sulc. en las principales zonas productoras de papa en México. *sCielo*, 201-203.

Salazar Espinoza, R. J. (2016). *Repositorio Institucional Universidad Mayor de San Andrés*.  
Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/12300>

Sanabria, J., Marengo, J., & Valverde, M. (2009). Escenarios de Cambio Climático con modelos regionales sobre el Altiplano Peruano (Departamento de Puno). Climate change scenarios using regional models for the Peruvian Altiplano (Department of Puno). *Revista Peruana Geo Atmosférica*, 134-149.

Sánchez González, L. A. (2013). Cuando un nuevo registro es realmente un nuevo registro: consideraciones para su publicación. *Huitzil*, 17-21.

Sánchez M, M. B. (2018). Distribucion potencial de especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante escenarios de cambio climático. *Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ*, 13.  
Obtenido de Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ:  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3171>

Sánchez Mera, M. B. (2018). Distribucion potencial de especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante escenarios de cambio climático. *Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ*, 12.

Saravia Drago, J. C. (10 de Marzo de 2015). *Stats SOS*. Obtenido de Saravia Drago, J. C:  
<https://statssos.net/2015/03/10/pero-que-linda-relacion-tienen-la-correlacion-de-pearson/>

Savino , C., Diodato, L., Gatto, M., & Zerda, H. (2015). Modelos de distribución potencial de especies. *Instituto de Protección Vegetal- Universidad Nacional de Santiago del Estero*, 30.

Schilman, P. E. (2015). La importancia de la fisiología en la distribución geográfica de los insectos. *redalyc.org Sociedad Entomológica Argentina*, 101. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3220/322043152001.pdf>

Segura Hernández, L. (2019). *definiendo el origen de Cyrtophora citricola (Aranae: Araneidae), una especie invasora en América utilizando comparaciones ambientales*. Obtenido de <http://www.ciencias.ucr.ac.cr/sites/default/files/LauraSegura-2019->

[En%20busca%20de%20la%20fuente%20definiendo%20el%20origen%20de%20Cyrtophora%20citricola%20%28Aranea%20Araneidae%29%2C%20una%20especie%20invasora%20en%20Am%3%A9rica%20utilizando%20comparaci](http://www.ciencias.ucr.ac.cr/sites/default/files/LauraSegura-2019-En%20busca%20de%20la%20fuente%20definiendo%20el%20origen%20de%20Cyrtophora%20citricola%20%28Aranea%20Araneidae%29%2C%20una%20especie%20invasora%20en%20Am%3%A9rica%20utilizando%20comparaci)

semana Sostenible . (08 de abril de 2015). *Escenario dde cambio climático(2011-2100);¿qué son y para qué sirven?* Obtenido de <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/escenarios-cambio-climatico-2011-2100-que-para-que-sirven/32812>

Soberón, J. &. (2009). Evolución de los nichos ecológicos. *Miscelánea Matemática*, 49. Obtenido de [https://miscelaneamatematica.org/welcome/default/download/tbl\\_articulos.pdf2.bd85f1f79716195b.343930362e706466.pdf](https://miscelaneamatematica.org/welcome/default/download/tbl_articulos.pdf2.bd85f1f79716195b.343930362e706466.pdf)

Sonri, E. A. (24 de junio de 2019). *FormaGis*. Obtenido de <https://formagis.com/como-descargar-e-instalar-qgis/>

Soria-Auza, H. (2005). Modelos de distribución de especies. *sCielo*, 221-222.

SPSS, C. c. (s.f.). *Repositorio Escuela Superior de Informática*. Obtenido de [Prácticas de estadística, correlaciones con spss:](#)

[https://previa.uclm.es/profesorado/raulmmartin/Estadistica/Practicaspss/CORRELACION\\_CON\\_SPSS.pdf](https://previa.uclm.es/profesorado/raulmmartin/Estadistica/Practicaspss/CORRELACION_CON_SPSS.pdf)

Steven, P. (2006). *Distribución potencial de lepidópteros (Lepidoptera: Nymphalidae), bajo tres escenarios de cambio climático y un modelo de perturbación antropogénico en Colombia*. Bogotá. Obtenido de [http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/14978/1/G%c3%b3mezS%c3%a1nchezLucyEsperanza2019.pdf?fbclid=IwAR3kjVOw\\_PeAmjHHrI7g7gOTx3HwCfrae36c-dli\\_iBy0lO3chtbC-rhzlk](http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/14978/1/G%c3%b3mezS%c3%a1nchezLucyEsperanza2019.pdf?fbclid=IwAR3kjVOw_PeAmjHHrI7g7gOTx3HwCfrae36c-dli_iBy0lO3chtbC-rhzlk)

Stranges, S. C.-R.-M.-L.-B. (2019). Distribución potencial bajo escenarios de cambio climático de corales del género Pocillopora (Anthozoa: Scleractinia) en el Pacífico oriental tropical. *Revista mexicana de biodiversidad*, 1. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v90/2007-8706-rmbiodiv-90-e902696.pdf>

Suárez Ibujés, M. O. (9 de diciembre de 2011). *Google Académico*. Obtenido de Coeficiente de correlación de Karl Pearson: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/766>

Teledetección, C. d. (2012). Modelación de distribución potencial y el efecto del cambio de uso de suelo en la conservación de los ungulados silvestres del bajo Balsas, México. *SciELO*, 71.

Toledo, G. M.-R. (2018). Distribución potencial en Bolivia de la palma de saó (*Trithrinax schizophylla*). *Ecología en Bolivia*, 150-156.

Ulises Manzanilla Quiñones, Óscar Alberto Aguirre Calderón, Javier Jiménez Pérez, Eduardo Javier Treviño Garza, & José Israel Yereña Yamallel. (2018). Escenarios de cambio

- climático (CMIP-5) para tres áreas naturales protegidas en el Eje Neovolcánico Transversal. *scielo*, 515.
- Urbina-Cardona, J. N. (2011). Áreas vulnerables a la invasión actual y futura de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*: Ranidae) en Colombia. *Biota Colombiana*, 2-12.
- Valle Benavides, A. R. (junio de 2017). *Depósito de Investigación Universidad de Sevilla* .  
Obtenido de <https://idus.us.es/handle/11441/63201>
- Van, J. (2011). Zonas de vida natural en el Perú: memoria explicativa sobre el mapa ecológico del Perú. *Biblioteca Venezuela*, 12.
- Varela. (2015). ecoClimate vs. WorldClim variables climaticas SIG para trabajar en biogeografía .  
*Revista Ecosistemas*, 88-91. Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1112/0>
- Vargas. (2009). Análisis de la distribución potencial de cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) bajo un escenario de cambio climático al año 2050 y sus potenciales conflictos con áreas del sistema nacional de áreas protegidas. *Bachelor's thesis, PUCE*, 3-4.
- Vargas-Madriz, H. G.-M.-S.-D.-A.-C.-D. (2020). Effects of temperature and tomato variety on development stages of bactericera cockerelli (sulc)(hemiptera: trioziadae) efectos de la temperatura y variedades de tomate sobre los estados de desarrollo de Bactericera cockerelli (SULC)(HEMIPTERA: TRIOZIDAE). *Zoológica Mexicana*, 1.
- Vega Gutiérrez, M. T.-M.-G.-M.-S.-C.-T. (2008). Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones mexicanas del salerillo, Bactericera cockerelli (Sulc)(Hemiptera: Trioziadae). *Agrociencia- scielo*, 463-471. Obtenido de

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952008000400009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952008000400009)

Velarde II, L.-K. T.-O. (2016). Modelo de nicho fundamental para *Coryphantha chihuahuensis* en el estado de Chihuahua, Mexico . *Scielo*, 18.

Villanueva Segura, O. K. (Noviembre de 2015). *Caracterización molecular del receptor de la Vitelogenia en Bactericera cockerelli [Sulc, 1909](hemiptera: trioziidae)*. Obtenido de Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León): <http://eprints.uanl.mx/9183/1/1080215140.pdf>

Viteri Herrera, C. F. (2016). *Facultad de Ciencias Naturales*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/31081>

Weisz , R., Fleischer , S., & Smilowitz, Z. (1996). Site-specific integrated pest management for high value crops: Sample units for map generation using the Colorado potato beetle (Coleoptera: *Economic Entomology*, 1069-1080.

WorldClim. (s.f.). *Datos climáticos gratuitos para modelos ecológicos y SIG*. Obtenido de <http://www.worldclim.org/bioclim>

WorldClim. (s.f.). *Variasbles Biocliamticos* . Obtenido de <http://www.worldclim.org/bioclim>

Xavier Scheldeman , & Maarten van Zanneveld. (2011). Manual de capacitación en análisis espacial de diversidad y distribución de plantas. *Bioversity International* , 34.



## ANEXOS

### Anexo No.1. Tabla de registro de datos de presencia de la *Bactericera-cockerelli* (Sulc)

**Tabla 12:** Puntos georreferenciados de presencia

<b>Especie</b>	<b>Longitud</b>	<b>Latitud</b>	<b>Especie</b>	<b>Longitud</b>	<b>Latitud</b>
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.1069	0.271351	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.1295	0.205161
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.2358	0.266393	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.1342	0.205896
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.2254	0.288567	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.1344	0.206261
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.3896	0.304956	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.142	0.208022
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.1976	0.158869	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.1304	0.204895
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.0656	0.339278	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.141	0.20645
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.0284	0.324259	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.008	0.315498
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.1009	0.291444	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.006	0.317036
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.1318	0.26873	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.0034	0.271058
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.1374	0.265658	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6716	-0.857632
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.1376	0.265435	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5331	-0.832932
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.0969	0.243732	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.4739	-1.05506
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.2595	0.323425	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5706	-0.986358
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.3005	0.292593	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6877	-0.970441
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.3777	0.297916	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5285	-0.835324
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.3712	0.286545	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5324	-0.83764
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.3776	0.294247	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5415	-0.843458
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.3718	0.286477	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6932	-0.936717
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.354	0.284785	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6723	-0.758357
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.3774	0.293478	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6841	-0.746341
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.3736	0.291469	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6688	-0.926368
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.373	0.290563	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6136	-1.08592
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.1311	0.204905	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.624	-1.09193

<b>Especie</b>	<b>Longitud</b>	<b>Latitud</b>	<b>Especie</b>	<b>Longitud</b>	<b>Latitud</b>
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.1303	0.204776	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6702	-1.06844
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6223	-1.07439	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.8621	-0.626413
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.7113	-1.00704	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5817	-0.956338
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.7057	-1.00947	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5931	-0.996796
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6953	-1.01274	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6907	-0.814044
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.7113	-1.00704	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.9788	0.303896
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6885	-1.04875	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.9793	0.304299
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5961	-0.987335	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.8373	0.562609
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.7026	-1.01681	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.84	0.591053
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.7137	-1.05235	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.8543	0.618045
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.7161	-1.05166	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.9413	0.647868
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.7369	-1.00036	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.9448	0.666
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6288	-0.956407	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.7228	0.632872
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6267	-0.955899	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.754	0.632539
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5913	-0.948562	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.7811	0.601222
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5528	-0.964461	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.7013	0.668318
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.558	-0.964067	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.7199	0.647333
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6408	-0.966323	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.3252	-0.218516
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.6199	-1.00043	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.3709	-0.228976
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5636	-1.03143	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.754	0.632539
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5689	-1.05654	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.7811	0.601222
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5202	-1.03035	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.7013	0.668318
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.5755	-0.939376	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-77.7199	0.647333
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.7165	-0.889033	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.3252	-0.218516
<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.8625	-0.625021	<i>Bactericera-cockerelli</i> (Sulc)	-78.3709	-0.228976

**Elaborado por:** Autor

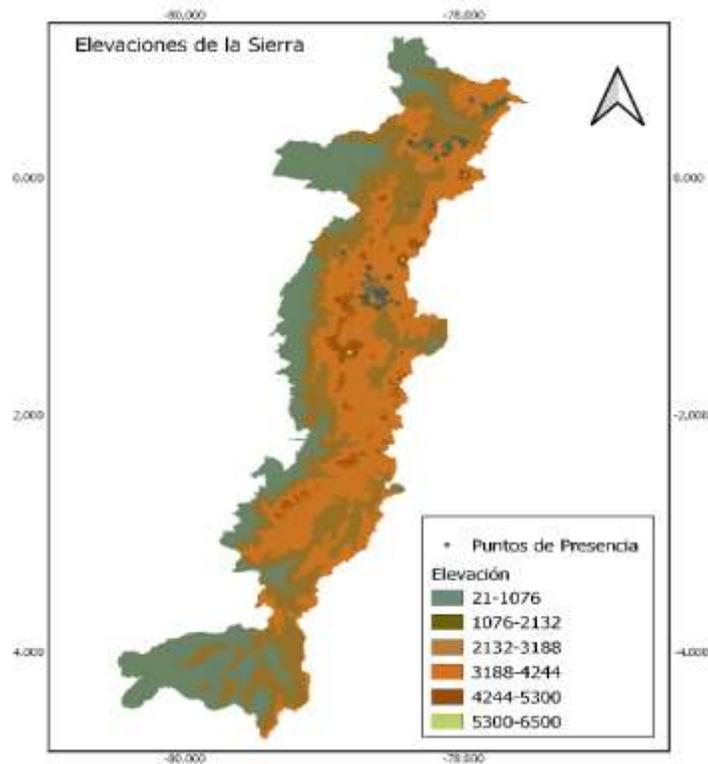
**Anexo No.2.** Variables con mayor porcentaje de contribucion para el modelo

Variable	Porcentaje de contribución	Importancia de la permutación
Bio11	40.6	4.5
Bio2	24.9	36.2
Bio15	13.6	25.3
Bio1	9.8	19.5
Bio7	7.4	10.7
Bio4	3.8	3.8

**Figura 17.** Porcentaje de contribución de variables ambientales

**Fuente:** Maxent

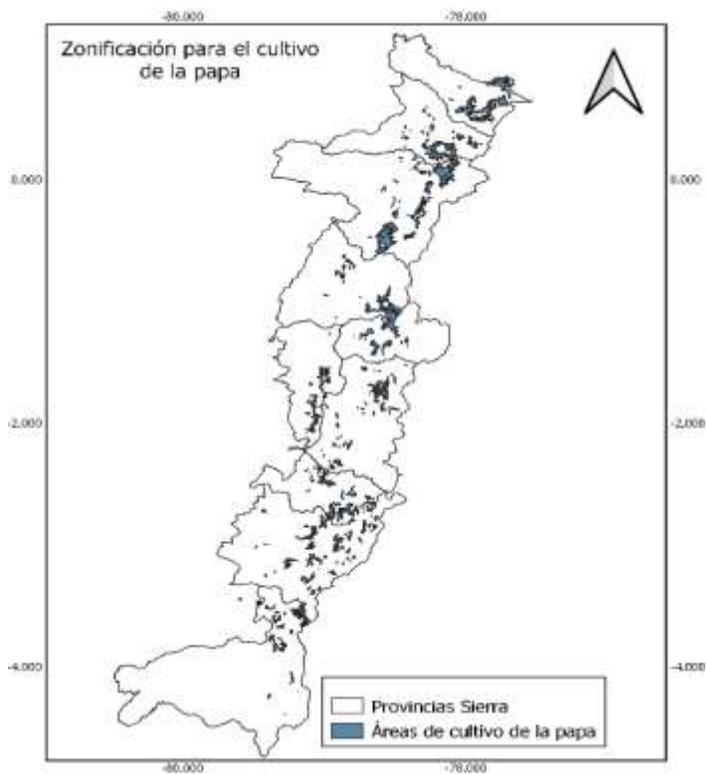
**Anexo. 3.** Presencia de la *Bactericera cockerelli* (Sulc) y elevación



**Figura 18.** Elevación para la Sierra, herramienta de investigación sobre los 91 puntos de registros

**Elaborado por:** Autor **Fuente:** QGIS

**Anexo. 4.** Zonificación del cultivo de la papa en el Ecuador continental

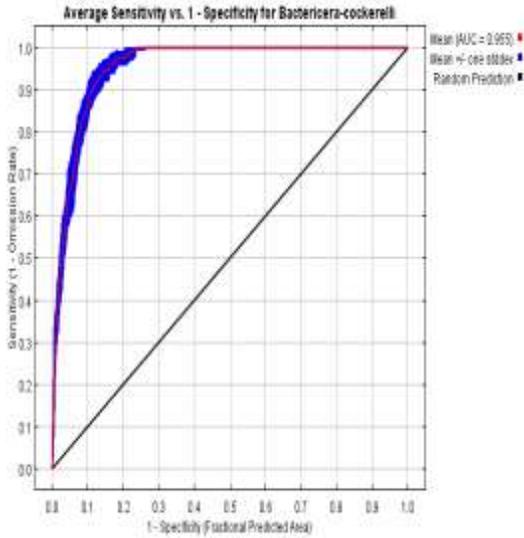


*Figura 19.* Zonificación de cultivos de la papa en la sierra

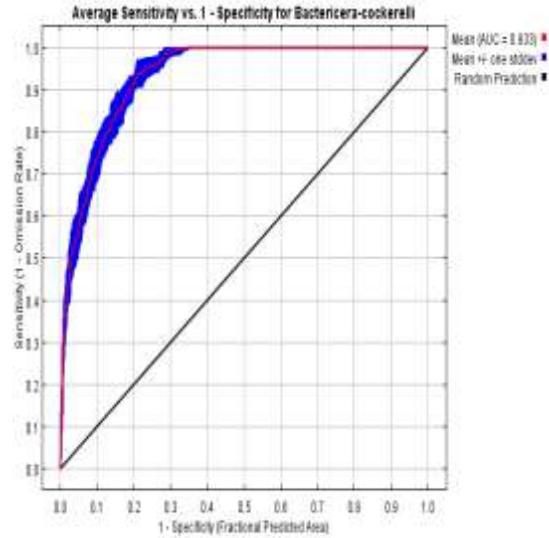
**Elaborado por:** Autor **Fuente:** QGIS

**Anexo. 5.** El valor de AUC rango de certeza al modelo BCC-CSM1.1

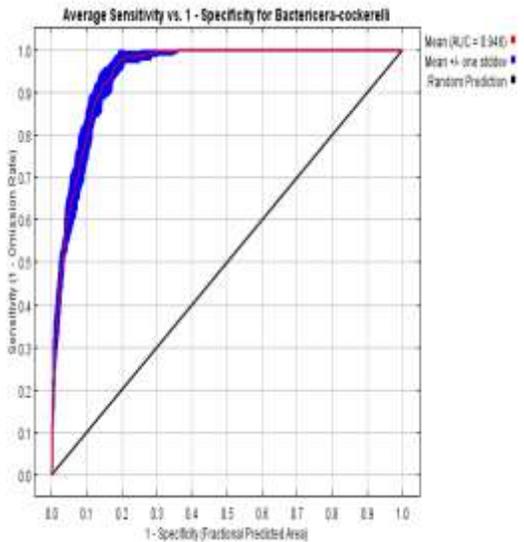
Escenario 2.6 año 2050



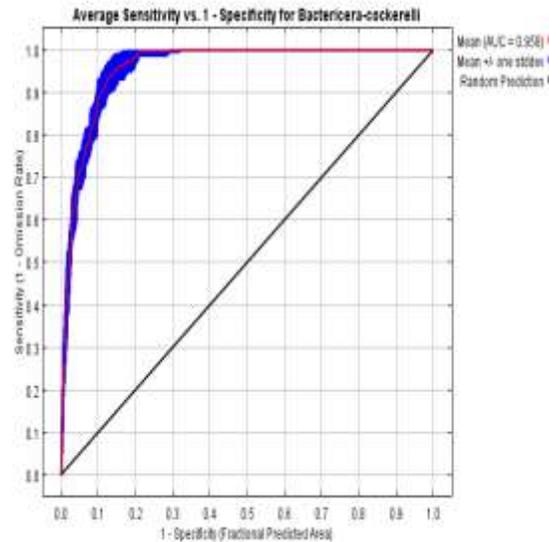
Escenario 2.6 año 2080



Escenario 8.5 año 2050



Escenario 8.5 año 2080

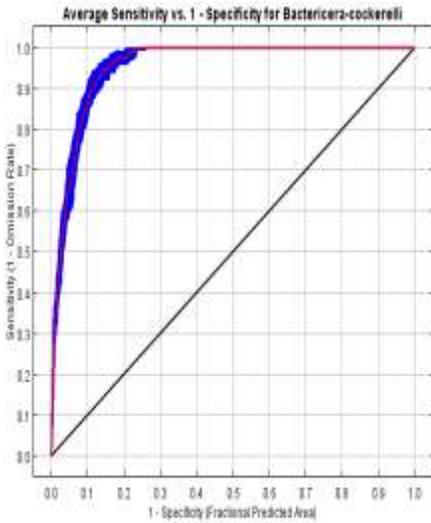


**Figura 20.** El valor de AUC es el promedio del modelamiento por replicas 0.95 rango de certeza alto y produce confiabilidad al modelo BCC-CSM1.1 RCP 2.6 y 8.5

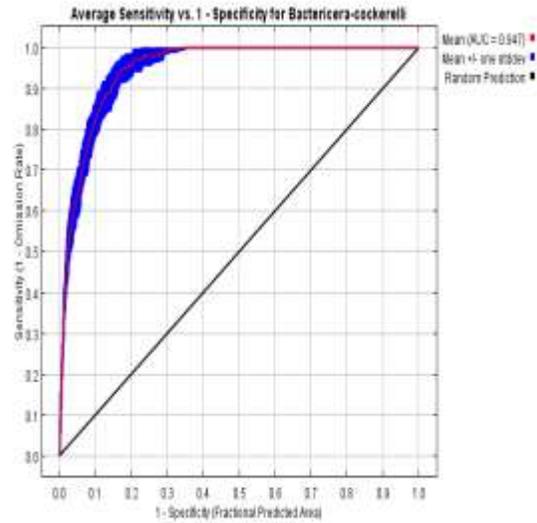
**Fuente:** software Maxent

**Anexo. 6.** El valor de AUC su rango de certeza al modelo MOHC-HADGEM2-ES.

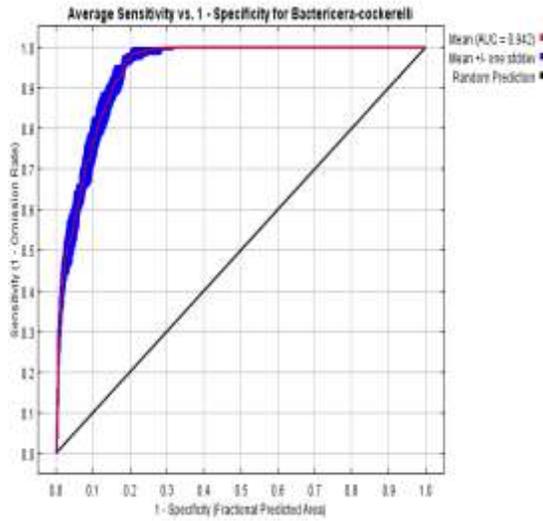
Escenario 2.6 año 2050



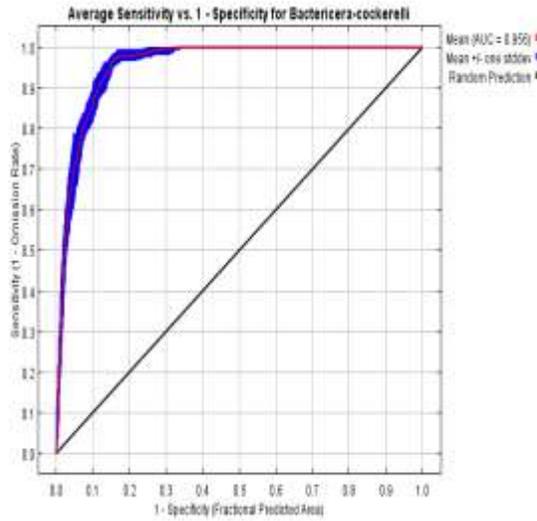
Escenario 2.6 año 2080



Escenario 8.5 año 2050



Escenario 8.5 año 2080



**Figura 21.** El valor de AUC es el promedio por replicas 0.95, rango alto y produce confiabilidad al modelo MOHC-HADGEM2-ES, RCP 2.6 y 8.5

**Fuente:** software Maxent

**Anexo. 7.** AUC el área bajo la curva de los modelos

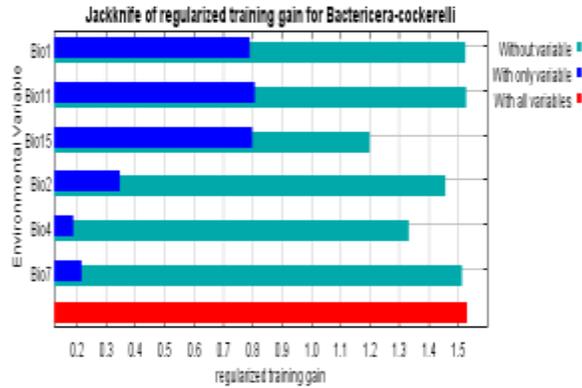
**Tabla 13:** Resultados AUC método de distribución actual y futuro

Tiempo			AUC
Presente			0.940
Futuro			AUC
MOHC_HADGEM2_ES	Año	Escenario	AUC
	2050	RCP 2.6	0.955
		RCP 8.5	0.942
	2080	RCP 2.6	0.947
		RCP 8.5	0.956
BCC_CSM1_1	2050	RCP 2.6	0.956
	2050	RCP 8.5	0.946
		2080	RCP 2.6
	RCP 8.5		0.958

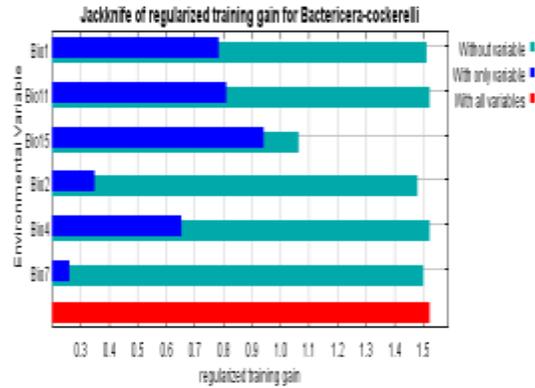
**Elaborado por:** Autor (2020)

## Anexo. 8. Prueba de Jackknife modelo BCC-CSM1-1

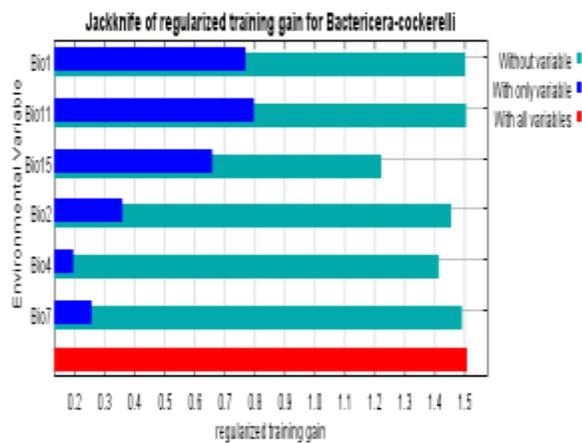
Escenario 2.6 año 2050



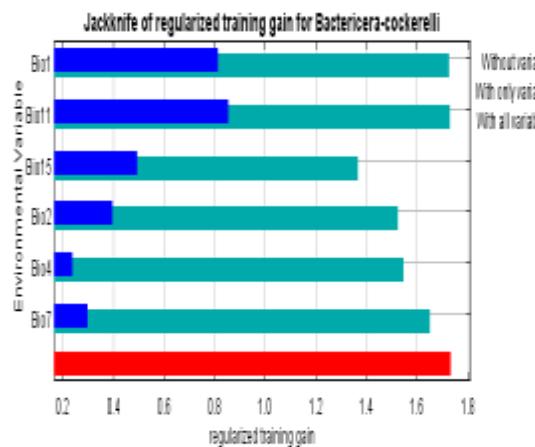
Escenario 2.6 año 2080



Escenario 8.5 año 2050



Escenario 8.5 año 2080

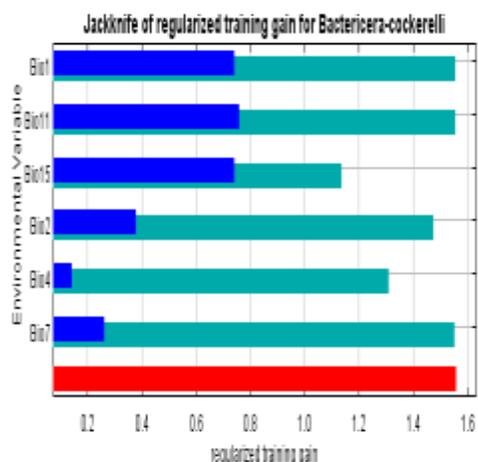


**Figura 22.** Prueba de Jackknife modelo BCC-CSM1-1

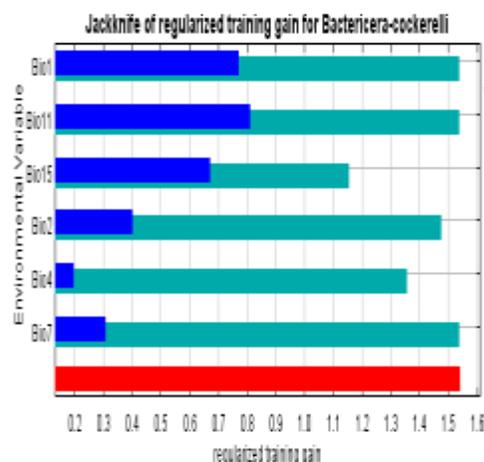
Nota: las variables con mayor contribución, RCP 2.6 año 2050 las variables Bio01(Promedio de la temperatura anual), Bio11(Promedio de temperatura del trimestre más frío), Bio15(Precipitación estacional), mientras que la Bio04 (Estacionalidad de temperatura) en menor aportación. RCP 2.6 año 2080, variables Bio15 con mayor contribución. RCP 8.5 año 2050, variable Bio11 con mayor aportación RCP 8.5 año 2080, la variable Bio11 con mayor contribución, la Bio04 menor contribución para el modelo y la Bio4 que menor contribución representa en el modelo. **Fuente:** Maxent

## Anexo. 9. Prueba de Jackknife modelo MOHC\_HADGEM2\_ES

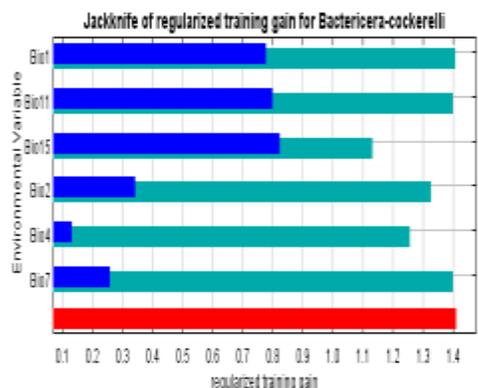
Escenario 2.6 año 2050



Escenario 2.6 año 2080



Escenario 8.5 año 2050



Escenario 8.5 año 2080

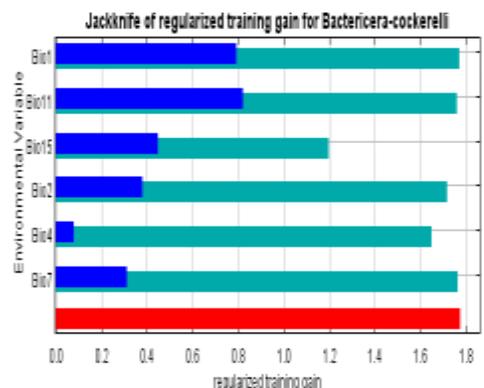


Figura 23. Prueba de Jackknife modelo MOHC\_HADGEM2\_ES

Nota: Las variables con mayor contribución, RCP 2.6 año 2050 las variables Bio01(Promedio de la temperatura anual), Bio11(Promedio de temperatura del trimestre más frío), Bio15(Precipitación estacional), mientras que la Bio04 (Estacionalidad de temperatura) en menor contribución. RCP 2.6 año 2080, variables Bio15 con mayor contribución. RCP 8.5 año 2050, variable Bio15 con mayor aportación. RCP 8.5 año 2080, la variable Bio11 con mayor contribución, la Bio04 menor contribución para el modelo en todos los escenarios. **Fuente:** Maxent

**Anexo. 10.** Hoja de vida del autor

**CURRICULUM VITAE**

**DATOS PERSONALES**

<b>NOMBRES:</b>	Betsy Carolina	
<b>APELLIDOS:</b>	Toapanta Vilca	
<b>FECHA DE NACIMIENTO:</b>	7 de mayo 1996	
<b>EDAD:</b>	24 años	
<b>CÉDULA:</b>	050377682-5	
<b>ESTADO CIVIL:</b>	Soltero	
<b>DIRECCIÓN DOMICILIARIA:</b>	Parroquia San Juan de Pastocalle, Barrio San Luis de Yacupungo, calle principal.	
<b>CELULAR:</b>	0939880719	
<b><u>ESTUDIOS REALIZADOS</u></b>		
<b>PRIMARÍA:</b>	Escuela Fiscal Mixta “Quito”.	
<b>SECUNDARIA:</b>	Colegio “Instituto Tecnológico Superior Aloasi”.	
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Bachiller en “Técnico de Servicios Aplicaciones Informáticas”.	
<b>SUPERIOR:</b>	Universidad Técnica de Cotopaxi.	

**Anexo. 11. Hoja de vida del tutor**

F										
Favor ingresar todos los datos solicitados, con absoluta veracidad, esta información es indispensable para el ingreso de los servidores públicos al Sistema Informático Integrado de Talento Humano (SIITH)										
DATOS										
N	P	AÑOS DE		HA DE		FEC	LIB	E		
ECU	0	0501518955		ARCO	IVERA	25/	1967	CASA		
D	N° CARNÉ CONADIS	TIPO DE	MODALIDA	FECHA DEL PRIMER INGRESO AL SECTOR	FECHA DE INGRESO A LA INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO AL PUESTO	TIP			
			CONCURSO		01/01/86		01/01/11	ORH+		
MODALIDAD DE INGRESO LA			FECHA INICIO	FECHA FIN	N° CONTRATO	CARGO	UNIDAD			
CONTRATO SERVICIOS OCASIONALES			01/01/11 31/09/2015	049-2013		DOCENTE	CAREN			

TELÉFO		DIRECCIÓN DOMICILIARIA								
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE	CALLE							
328	9	PADRE ALBERTO	SIMÓN	2		CO	LATA	LA		
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL				AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA						
TELÉFONO DEL TRABAJO	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICA	ESPECIFIQUE	ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA					
	marco.rivera@utc.	marantorimo	MESTIZO							
CONTACTO DE EMERGENCIA				DECLARACIÓN JURAMENTADA DE BIENES						
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	N	A	No. DE	LUGAR DE					
328	9	HILDA BEATRÍZ	ROMÁN							
INFORMACIÓN BANCARIA				DATOS DEL CÓNYUGE O CONVIVIENTE						
NÚ	INSTITUCIÓN	A	N	N	TIP					
304	C	BANCO PICHINCHA	ROMÁN	HILDA BEATRÍZ	05	ESPO	HOSPI			
INFORMACI				FAMILIARES CON						
N	FECHA DE F	N	A	NIVEL DE		N°	TIPO			
050	2	ESTEBAN	RIVERA	ESTUDIANTE	HUJ					
050	1	JORGE LUIS	RIVERA	BACHILLERATO	HUJ					
FORMACIÓN										
N	No. DE REGISTRO (SENESCYT)	INSTITUCIÓN	TÍTULO	AREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	TIP				
TER	1	TÉCNICA DE UNIVERSIDAD	MEDIO INGENIERO EN	ECURSOS	10	SEME	ECUA			
EVENTOS DE										
	NOMBRE DEL EVENTO	EMPRESA / INSTITUCIÓN QUE ORGANIZA EL EVENTO	DURACIÓN HORAS	TIPO DE CERTIFICADO	F	F				
CON	V CONGRESO MUNDIAL DE LA SEGUNDAS JORNADAS CIENTÍFICAS	FAO/UNJU/INT	4	A	27-	30-	ARGE			
JOR	2015 "Cultura	UNIVERSID RECAJ/GEFORA		A						
CUR		MB/CONSORCI		A						
SEM	DISEÑO Y PROCESAMIENTO DE INSTRUMENTOS CUANTITATIVOS DE	CAPACITACION		A						
SEM	MANEJO Y CONSERVACIÓN DE	UTC	4	A	01/	05/1	ECUA			
CON	SEGUNDO CONGRESO	PNUMA/CGA								

CUR	FUNCIONALIDAD, MANEJO Y OPERATIVIDAD DEL MEDIDOR DE GASES DE				A			
JOR	Tecnología y JORNADAS CIENTÍFICAS, "Ciencia,							
SEM	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE				A			
CUR	DISENO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADÍSTICO				A			
SEM	SEMINARIO INTERNACIONAL	PROVINCIAL	GOBIERNO					
JOR	JORNADA DE CAPACITACIÓN POR EL DÍA MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE	PROVINCIAL	GOBIERNO		A			
CUR	TUTOR VIRTUAL EN		MOODLE					
CUR	CAPACITACIÓN SOBRE ELABORACIÓN DE PUBLICACIONES		ECUADOR/U		A			
SEM	SEMINARIO DE DIDÁCTICA		CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ENSEÑANZA ESPECIALIZADA		A			
JOR	PRIMERA JORNADA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SEGURIDAD	NO PROVINCIAL	GOBIERNO		A			
FOR	II FORO "YASUNÍ MÁS ALLA DEL		UTC	2			1671	ECUA
CON	IV CONGRESO LATINOAMERICANO DE	SIDAD LA	SOCLA/UNIVER					
CUR	FITOMEJORAMIENTO Y SISTEMAS		INIAP/UTC	4	A	12/	16/1	ECUA
CON			MAGAP/MREC	4	A	08/	12/0	ECUA
JOR	JORNADAS ACADÉMICAS "GESTIÓN ACADÉMICA EN EL AULA UNIVERSITARIA				A			
JOR	JORNADAS ACADÉMICAS "REFORMA				A			
CUR	EVALUACIÓN DE TIERRAS, FERTILIZACIÓN DE				A			
CUR	PROCESOS CURSO PARA FACILITACION DE				A			
CUR	CURSO TALLER "ORDENAMIENTO Y				A			
CUR	CURSO TALLER "SISTEMAS DE INFORMACIÓN				A			
SEM	ACTUALIZACIÓN ACADÉMICA PARA ESTUDIANTES				A			
TAL	TALLER INTENSIVO SOBRE AGRO-CUMATOLOGÍA Y TÉCNICAS CIENTÍFICAS		UNIVERSIDAD NAYOR SAN ANDRÉS		A			
CON		CENTRAL DEL	UNIVERSIDAD		A			
<b>TRAYECTORIA LABORAL</b>								
<b>NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN / ORGANIZACIÓN</b>	<b>UNIDAD ADMINISTRATIVA (DEPARTAMENTO / ÁREA)</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>TIPO DE INSTITUCIÓN</b>	<b>FECHA DE INGRESO</b>	<b>F</b>	<b>MO</b>		
INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA	PROGRAMA DE	I	P	0	01/			RENU
<b>MISIÓN</b>								
Formar profesionales integrales con alto sentido crítico y humanista, capaces de demostrar en el ámbito social y laboral sus conocimientos, su excelencia científica y humana; al servicio de la sociedad, tanto en los sectores productivos públicos como privados, bajo principios, tanto en los sectores productivos públicos como privados, bajo principios morales y éticos frente al desarrollo y la vinculación con los sectores que permitan la construcción de una sociedad más justa y equitativa								
<b>ACTIVIDADES</b>								
DOCENCIA E INVESTIGACIÓN								

## Anexo 12. Aval de inglés



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

### *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 del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la señorita Egresada de la Carrera de **Medio Ambiente** de la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, **Betsy Carolina Toapanta Vilca**, cuyo título versa **“ÁREAS DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL A LA PRESENCIA ACTUAL Y FUTURA DE BACTERICERA COCKERELLI (SULC) EN EL CULTIVO DE LA PAPA EN LA SIERRA ECUATORIANA EN EL PERIODO 2020”**, 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 certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, Septiembre del 2020

Atentamente,

Msc. Vladimir Sandoval V.  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 0502104219**



CENTRO  
DE IDIOMAS