



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“MODELO DE NICHOS ECOLÓGICOS PARA PREDECIR LA DISTRIBUCIÓN
POTENCIAL DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum acutatum*) EN EL CULTIVO DE
CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) ECUADOR, PERIODO 2019- 2020”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de

Ingeniera en Medio Ambiente

Autora:

Quishpe Defaz Nila Thalía

Tutor:

Ing. Rivera Moreno Marco Antonio

Latacunga – Ecuador

Septiembre- 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nila Thalía Quishpe Defaz, con cédula de ciudadanía No. 050402552-9, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Modelo de nicho ecológico para predecir la distribución potencial de Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en Ecuador, periodo 2019- 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

Nila Thalía Quishpe Defaz
Moreno

C.C.: 050402552-9

Ing. Marco Antonio Rivera

C.C.: 0501518955

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 **QUISHPE DEFAZ NILA THALÍA**, identificada con cédula de ciudadanía 0504025529 de estado civil soltera, y con domicilio en el cantón Saquisilí, 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 la 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: Modelo de nicho ecológico para predecir la distribución potencial de Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en Ecuador, periodo 2019- 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.
- e) 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.

Nila Thalía Quishpe Defaz

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:

“MODELO DE NICHOS ECOLÓGICOS PARA PREDECIR LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum acutatum*) EN EL CULTIVO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) EN ECUADOR, PERIODO 2019- 2020”, de Quishpe Defaz Nila Thalía, de la carrera de 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 de Septiembre del 2020

Ing. Marco Antonio Rivera Moreno
TUTOR DEL PROYECTO
CC: 0501518955

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores 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: Quishpe Defaz Nila Thalía, con el título del Proyecto de Investigación: “MODELO DE NICHOS ECOLÓGICOS PARA PREDECIR LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum acutatum*) EN EL CULTIVO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) EN ECUADOR, PERIODO 2019 2020”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación el trabajo de titulación.

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

Latacunga, 18 de Septiembre del 2020

Lcdo. Mg. Jaime Lema Pillalaza
LECTOR 1 (PRESIDENTE)
CC: 1713759932

Ing. PHD. Mercy Ilbay Yupa
LECTOR 2
CC: 0604147900

Ing. PHD. Vicente Córdova Yanchapanta
LECTOR 3
CC: 180163492-2

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por otorgarme una familia que me han apoyado en esta carrera universitaria, por rodearme de personas que me han ayudado a superarme y a confiar en mí misma. A mis amigas que a pesar de las difíciles circunstancias que pasé, siempre estuvieron para motivarme y a mi pareja le agradezco por la paciencia y motivación que me ha brindado.

Gracias a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a los docentes que me han brindado su apoyo en la elaboración de este proyecto investigativo que ha permitido formarme profesionalmente y lograr obtener mi ingeniería en Medio Ambiente.

Nila Quishpe

DEDICATORIA

El presente proyecto investigativo se lo dedico a mis dos ángeles del cielo, mi madre y hermana que me cuidan y protegen. A mi abuela Luisa Pallo que me ha enseñado a salir adelante por mí misma, a mi padre Luis Quishpe que siempre confió en mí y me brinda palabras de aliento, a mis hermanos Darwin, Darío y Sharon que siempre me motivan a seguir estudiando y ser una mejor persona, y de igual manera a mi pareja Darwin que estuvo conmigo desde el inicio de mi carrera universitaria apoyándome y me enseñó a ser una persona fuerte y a enfrentarme a todas las adversidades por difíciles que sean. A todos ellos dedico mi proyecto investigativo porque gracias a su motivación, esfuerzo y paciencia logre y lograre todo lo que me proponga.

Nila Quishpe

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

TÍTULO: “MODELO DE NICHOS ECOLÓGICOS PARA PREDECIR LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum acutatum*) EN EL CULTIVO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) EN ECUADOR, PERIODO 2019- 2020.”

AUTORA: Quishpe Defaz Nila Thalía

RESUMEN

La investigación se desarrolló con el objetivo de elaborar modelos de nicho ecológico para predecir la distribución potencial de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el Ecuador. Este estudio se enfocó en la afectación de dicho patógeno en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) el cual se cultiva en la Sierra ecuatoriana. Se obtuvo una base de datos de muestreos previos en áreas agroecológicas donde se produce esta leguminosa, además se trabajó con variables bioclimáticas descargadas del WorldClim; mediante el análisis de correlación de Pearson se determinaron las que influyen en el hábitat de desarrollo de este patógeno. La información que se obtuvo se procesó en MaxEnt, programa máxima entropía que mediante algoritmos realiza mapas de distribución potencial, se analizó bajo dos tipos de modelos espaciales, MIROC5 y MOHC HADGEM2-ES bajo las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP) 2.6 y 8.5 para los años 2050 y 2080. Obtenido los modelos se procedió a la descripción el cual se compara con el modelo de distribución potencial actual y futura donde el área de la curva es considerada buena desde 0.75 a 1. Interpretando una buena precisión en los modelos de circulación global MIROC5, se determinó que para el año 2080 del escenario RCP 8.5 existe una probabilidad de 5.45% con un área estimada de 3.272,066 km² a desarrollarse la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*). Determinando que las provincias con probabilidad alta y muy alta a desarrollarse el patógeno será en las provincias de

Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua y Chimborazo, en el cual se deberá realizar controles que permitan minimizar la afectación en los cultivos evitando pérdidas económicas a los agricultores.

Palabras claves: Agroecológicos, Antracnosis, Chocho, MaxEnt, Variables Bioclimáticas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL
RESOURCES**

THEME: "ECOLOGICAL NICHE MODEL TO PREDICT THE POTENTIAL DISTRIBUTION OF ANTHRACHNOSIS (*Colletotrichum acutatum*) IN THE CROP OF CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) IN ECUADOR, PERIOD 2019-2020".

AUTHOR: Quishpe Defaz Nila Thalía

ABSTRACT

The research was carried out with the objective of developing ecological niche models to predict the potential distribution of anthracnose (*Colletotrichum acutatum*) in Ecuador. This study focused on the affectation of this pathogen in the cultivation of lupine (*Lupinus mutabilis Sweet*) that is cultivated in the Ecuadorian Sierra region. A database of previous samplings in agroecological areas where this legume is produced was obtained, in addition we worked with bioclimatic variables downloaded from WorldClim; Through Pearson's correlation analysis, those that influence the development habitat of this pathogen were determined. The information obtained was processed in MaxEnt, a maximum entropy program that through algorithms makes potential distribution maps, it was analyzed under two types of spatial models, MIROC5 and HadGEM2-ES under Representative Concentration Trajectories (RCP) 2.6 and 8.5 for the years 2050 and 2080. Once the models were obtained, a description was made that is compared with the current and future potential distribution model where the area of the curve is considered good from 0.75 to 1. Interpreting a good precision in the MIROC5 global circulation models, it was determined that for the year 2080 of scenario RCP 8.5 there is a probability of 5.45% with an estimated area of 3,272,066 km² of developing anthracnose (*Colletotrichum acutatum*) in the cultivation of lupine (*Lupinus mutabilis Sweet*). Determining that the provinces with high and very high probability of developing the pathogen will be in the provinces of Cotopaxi,

Bolívar, Tungurahua and Chimborazo, in which controls must be carried out to minimize the impact on crops avoiding economic losses to farmers.

Keywords: Agroecological, Anthracnose, Chocho, MaxEnt, Bioclimatic variables.

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.....	xii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
1 INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2 INTRODUCCIÓN	3
3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	5
4 BENEFICIARIOS.....	6
5 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	7
6 OBJETIVOS:	8
6.1 Objetivo general.....	8
6.2 Objetivos específicos	8
7 MATRIZ DE OBJETIVOS Y ACTIVIDADES	9
8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	10
8.1 CHOCHO.....	10
8.1.1 Descripción botánica del Chocho.....	10
8.1.2 Taxonomía del Chocho	10
8.1.3 Ecología del chocho	11
8.1.4 Área de producción	11
8.1.5 Condiciones de cultivos de chocho.....	11
8.1.6 Hojas	11
8.1.7 Composición química del grano	12
8.2 ANTRACNOSIS.....	12
8.2.1 Característica de los hongos Fito-patógenos.....	13
8.2.2 Condición de los factores ambientales para la antracnosis	14

8.3	NICHO.....	14
8.3.1	NICHO ECOLÓGICO.....	14
8.4	MODELAMIENTO.....	15
8.4.1	MaxEnt.....	15
➤	WorldClim.....	17
8.4.2	Sistema de información geográfica.....	18
8.4.3	Modelos de Circulación Global o General.....	19
9	PREGUNTA CIENTÍFICA.....	21
10	METODOLOGÍAS.....	21
10.1	Modelos de distribución de la antracnosis (<i>Colletotrichum acutatum</i>).....	21
10.2	DISEÑO METODOLOGICO.....	22
10.2.1	Tipos de investigación.....	22
10.2.2	Métodos.....	23
10.2.3	Técnicas.....	24
10.2.4	Instrumentos y programas informáticos.....	24
10.2.5	Unidad de estudio.....	26
10.2.6	Metodología del modelamiento.....	26
11	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	29
11.1	Presencia de antracnosis (<i>Colletotrichum acutatum</i>) en el cultivo de chocho (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>) en la zona interandina del Ecuador.....	29
11.2	VARIABLES Ambientales.....	31
11.3	Selección de variables.....	33
11.4	Modelamiento de distribución de la especie.....	33
11.4.1	Validación estadística de modelo.....	33
11.5	Área de la curva del Modelo de distribución potencial actual.....	34
11.6	Distribución potencial actual.....	45
11.7	Distribución potencial de Antracnosis (<i>Colletotrichum acutatum</i>) bajo modelos de circulación global.....	47
11.8	Distribución potencial de antracnosis (<i>Colletotrichum acutatum</i>) bajo dos modelos climáticos globales MIROC5 y MOHC HADGEM2-ES.....	55
12	IMPACTOS.....	59
12.1.1	Impacto social.....	59
12.1.2	Impacto ambiental.....	59
12.1.3	Impacto económico.....	60
13	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	61

14	Conclusiones	62
15	Recomendaciones	63
	Bibliografía	64
16	ANEXOS	73
16.1	Anexo 1: Aval de Ingles.....	73
16.2	Anexo 2: Hoja de vida del tutor	74
16.3	Anexo 3: Hoja de vida del estudiante	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios del Proyecto	6
Tabla 2: Matriz de objetivos y actividades	9
Tabla 3: Categorización del AUC	28
Tabla 4: Registros de presencia utilizados en el proyecto	29
Tabla 5: Correlación de Pearson entre 19 Variables Bioclimáticas.....	32
Tabla 6: Variables Bioclimáticas aplicadas en el proyecto.....	33
Tabla 7: Validación estadística del AUC	34
Tabla 8: Modelos de distribución futura de antracnosis (<i>Colletotrichum acutatum</i>) en la Sierra ecuatoriana	56
Tabla 9: Presupuesto	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de flujo para la realización de modelos de distribución potencial de la antracnosis (<i>Colletotrichum acutatum</i>).....	22
Figura 2: Zona Interandina Ecuatoriana.....	26
Figura 3: Puntos de presencia de Antracnosis (<i>Colletotrichum acutatum</i>) en la Sierra	30
Figura 4: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial actual.....	35
Figura 5: Prueba de Jackknife	35
Figura 6: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MIROC5 2.6 2050.....	36

Figura 7: Prueba de Jackknife	36
Figura 8: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MIROC5 2.6 2080.....	37
Figura 9: Prueba de Jackknife	38
Figura 10: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MIROC5 8.5 2050.....	38
Figura 11: Prueba de Jackknife	39
Figura 12: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MIROC5 8.5 2080.....	39
Figura 13: Prueba de Jackknife	40
Figura 14: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MOHC HADGEM2-ES, escenario RCP 2.6, año 2050.....	41
Figura 15: Prueba de Jackknife	41
Figura 16: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MOHC HADGEM2-ES, escenario RCP 2.6, año 2080.....	42
Figura 17: Prueba de Jackknife	42
Figura 18: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MOHC HADGEM2-ES, escenario RCP 8.5, año 2050.....	43
Figura 19: Prueba de Jackknife	43
Figura 20: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MOHC HADGEM2-ES, escenario RCP 8.5, año 2080.....	44
Figura 21: Prueba de Jackknife	45
Figura 22: Distribución potencial actual de antracnosis (<i>Colletotrichum acutatum</i>).....	46
Figura 23: Escenario RCP 2.6 del modelo Miroc5 del año 2050	47
Figura 24: Escenario RCP 2.6 del modelo Miroc5 del año 2080	48
Figura 25: Escenario RCP 8.5 del modelo Miroc5 del año 2050	49
Figura 26: Escenario RCP 8.5 del modelo Miroc5 del año 2080	50
Figura 27: Escenario RCP 2.6 del modelo MOHC HADGEM2-ES, del año 2050.....	51
Figura 28: Escenario RCP 2.6 del modelo MOHC HADGEM2-ES, del año 2080.....	52

Figura 29: Escenario RCP 8.5 del modelo MOHC HADGEM2-ES, del año 2050.....	53
Figura 30: Escenario RCP 8.5 del modelo MOHC HADGEM2-ES, del año 2080.....	54

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Modelo de nicho ecológico para predecir la distribución potencial de Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en Ecuador, periodo 2019- 2020.

Fecha de inicio:

Enero del 2020

Fecha de finalización:

Agosto del 2020

Lugar de ejecución:

- **País:** Ecuador

Facultad que auspicia

- Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Carreras que auspicia:

- Ingeniería en Medio Ambiente
- Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado:

Fortalecimiento de los sistemas productivos en comunidades de la provincia Cotopaxi a través de la generación de tecnologías para la producción y procesamiento de granos andinos (chocho, quinua y amaranto).

Estrategias para manejo integrado de plagas de chocho en paisajes socio-ecológicos.

Equipo de Trabajo:

- **Tutor de Titulación:** Ing. Marco Antonio Rivera Moreno
- **Autora de tesis:** Nila Thalía Quishpe Defaz
- **Lector 1:** Lcdo. Mgs. Jaime Lema

- **Lector 2:** Ing. PhD. Mercy Ilbay
- **Lector 3:** Ing. PhD. Vicente Córdova

Área de Conocimiento:

Servicios, protección del medio ambiente.

Línea de vinculación:

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

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la Biodiversidad local.

Sub líneas de investigación de la carrera:

Manejo y conservación de la biodiversidad.

2 INTRODUCCIÓN

La Antracnosis es una enfermedad que se adapta a diferentes que están expuestas a elevada humedad relativa, causada por el hongo *Colletotrichum acutatum*, esta enfermedad habita en diversos ambientes adaptándose con rapidez a los cambios en el uso de suelo. “Antracnosis es una patología que muestra lesiones como heridas necróticas y sin embargo pequeñas lesiones que reducen su valor comercial.” (Delgado C. J., 2013)

El objetivo principal de este estudio fue predecir la distribución potencial de presencia de Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) al chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en el Ecuador, debido a que el chocho es una planta Andina, este estudio se enfocó en la Sierra ecuatoriana. Se procedió a realizar una predicción del futuro, por medios de escenarios, modelos y variables bioclimáticas. Por este motivo la pregunta científica hace hincapié mediante el modelo de nicho ecológico si se logrará predecir la distribución potencial de la Antracnosis en el chocho.

Si bien el chocho es uno de los alimentos más nutritivos para el ser humano, el cual, al verse afectado por esta enfermedad, disminuye su calidad y cantidad de cultivo de los agricultores de la Sierra. este estudio realizó modelos de nicho ecológico para predecir la distribución potencial de Antracnosis en el chocho, debido a que los modelos de circulación global conjugan un conjunto de variables Bioclimáticas a datos de presencia de la enfermedad en una determinada área prediciendo el ambiente más afectado. “Los modelos de distribución de especies son representaciones cartográficas de la idoneidad de un espacio para la presencia de una especie en función de las variables empleadas para generar dicha representación.” (G., M., & Muñoz, 2011)

El método utilizado en este trabajo se basó en la implementación de registros de presencia de Antracnosis en la Sierra y las variables bioclimáticas de diferentes modelos, el cual “ingresan a un algoritmo MaxEnt que identifica las condiciones ambientales asociadas a la aparición de esta enfermedad, logrando obtener modelos de nicho ecológico de distribución potencial.” (Coelho, 2013)

Por medio de los programas IBM Statistics 25, MaxEnt, Excel y entre otros, se logró la realización de los mapas de distribución potencial por medio de los modelos de circulación global MIROC5 y MOHC HADGEM2-ES para los años 2050 y 2080. “Estos MCG se utiliza ampliamente para evaluar la distribución espacial de muchas especies basado en el cambio climático, los ecosistemas y otros períodos de tiempo.” (Santana, Kumar, Da Silva, Pereira, & Picanco, 2018)

Los modelos de distribución de especies basados en un sistema de información geográfica son herramientas útiles para predecir la distribución potencial de las especies y ayudar a tomar decisiones tentativas en la conservación. (Naoki, Gomez, Lopez, Meneses, & Vargas, 2006) En este trabajo de investigación se logró expresar la distribución potencial actual y futura de los años 2050 y 2080 de afectación de Antracnosis hacia el chocho.

3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Hay muchas razones por las que investigar a una enfermedad como la Antracnosis, entre ellas se destaca el gran impacto que está teniendo la misma en la producción agrícola, específicamente en la de chocho, como se verá más adelante.

Las plagas y enfermedades que afectan a la producción rural, no solo generan grandes pérdidas económicas, sino que obligan a los campesinos al uso exagerado de agroquímicos, lo que a su vez provoca un impacto sobre el ambiente y la salud de los consumidores de los productos alimenticios del campo.

Los productos químicos que se utilizan en los cultivos, al estar en contacto con el suelo, el aire y el agua, provocan un daño o impacto ambiental el cual puede llegar a deteriorar la calidad de los recursos e incluso del cultivo. Todos estos problemas podrían mitigarse combatiendo el desconocimiento o falta de información sobre la distribución potencial y predicción futura de patógenos como la antracnosis.

Este proyecto permitirá a las entidades y agricultores contar con un marco metodológico a basarse para conocer mejor las dinámicas de la enfermedad, así como con datos e información sobre la antracnosis, los cuales aportarán para mejorar las capacidades que tienen las instituciones y organismos de investigación, además de los tomadores de decisión, como el Ministerio del Ambiente (MAE), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), AGROCALIDAD, las organizaciones no gubernamentales (ONG), etc. Sin embargo, los actores principales dentro de este círculo de nuevos conocimientos deben ser los agricultores, los mismos que se dedican al cultivo de chocho y otros productos, y que deben evitar gastos económicos innecesarios en el combate a las enfermedades y plagas, conservar la calidad de los alimentos. En general se busca que el aporte de nuevas metodologías sea beneficioso en el sentido económico, alimenticio, social y ambiental.

4 BENEFICIARIOS

Tabla 1: Beneficiarios del Proyecto

Beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ AGRICULTORES Hombres= 214.940 Mujeres=158.960 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AGROCALIDAD ▪ IES ▪ INIAP ▪ MAG ▪ MAE ONG
Total=373.900	

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Quishpe Nila

5 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

En el Ecuador, los productores de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) se ven afectados por la enfermedad antracnosis debido a que desconocen de su distribución real y potencial en zonas productoras de este cultivo. El desconocimiento de la dinámica de la plaga conlleva la disminución del producto en un cultivo normal y por ende la afectación en el ingreso económico en el hogar de cada agricultor.

Uno de los principales cultivos de grano seco es el chocho, el mismo que se ve afectado por la antracnosis disminuyendo así la productividad y los rendimientos monetarios de la misma. Esto ha provocado que se tomen medidas para poder eliminar esta enfermedad del chocho, las mismas que generalmente incluyen la aplicación de productos químicos sobre el cultivo. “La intención es buena, sin embargo, los campesinos y agricultores muchas veces desconocen efectos de la contaminación que provocan los agrotóxicos y la pérdida en la calidad del suelo, provocando un impacto al ambiente.” (INIAP, 2006)

“El patógeno de la antracnosis habita en la semilla del chocho, pero luego se traslada a la plántula y posteriormente a la planta afectando en la producción y calidad del grano.” (Pinto, 2013) En otros estudios de la enfermedad “el patógeno ataca la zona apical impidiendo que la planta produzca, causando significativas pérdidas.” (Guaytarrilla P. , 2014). Esta enfermedad es conocida vulgarmente en el país por los agricultores como “ojo de pollo” por las características señas que asemejan al ave de corral.

La afectación de esta enfermedad se da a nivel nacional, pero el enfoque de esta investigación es hacia el chocho. En los últimos años se ha logrado evidenciar en nuestro país la afectación de esta enfermedad, debido a que daña calidad de la cosecha.

El problema se define entonces como: Falta de información de la distribución potencial de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en zonas productivas de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en la Zona Interandina Ecuatoriana.

6 OBJETIVOS:

6.1 Objetivo general

- Predecir la distribución potencial de la presencia de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en el Ecuador.

6.2 Objetivos específicos

- Establecer puntos de presencia de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en la zona interandina del Ecuador.
- Generar el modelo de distribución potencial de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en la sierra ecuatoriana.
- Establecer la distribución actual y futura (2050 y 2080) de la presencia de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en la sierra ecuatoriana.

7 MATRIZ DE OBJETIVOS Y ACTIVIDADES

Objetivos específicos	Actividades	Resultados	Medio de verificación
Establecer puntos de presencia de antracnosis en el chocho en la zona interandina del Ecuador.	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de documentos de antracnosis en el Ecuador - Sistematización y síntesis de información. - Identificar los puntos de presencia. - Estandarización de tablas de datos 	<ul style="list-style-type: none"> - Base de datos de información. 	<ul style="list-style-type: none"> - Documentos - Archivos digitales
Generar el modelo de distribución potencial de antracnosis (<i>Colletotrichum acutatum</i>) en el chocho (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>) en la Sierra ecuatoriana	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las variables bioclimáticas a utilizar: temperatura, humedad, incidencia, frecuencia de la enfermedad. - Sistematizar información. - Sistematización de metadatos. - Ingresar datos y ejecutar los modelos de distribución. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estadísticas - Gráficos - Imágenes 	<ul style="list-style-type: none"> - Datos de correlación de Pearson de variables bioclimáticas - Registros de procesamiento de datos
Establecer la distribución actual y futura (2050 y 2080) de la presencia de antracnosis en el chocho en la Sierra ecuatoriana.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de herramienta geo estadísticas para distribución actual y futura. - Elaboración de mapas 	<ul style="list-style-type: none"> - Mapas de distribución potencial de la antracnosis 	<ul style="list-style-type: none"> - Mapas en formato digital

Tabla 2: Matriz de objetivos y actividades

Elaborado por: Quishpe Nila

8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 CHOCHO

8.1.1 Descripción botánica del Chocho

“*Lupinus mutabilis* Sweet conocida como chocho o lupino se cultiva tradicionalmente en los Andes desde los 2.500 m, encontrándose en Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina, sus semillas son usadas en la alimentación humana.” (Guaytarrilla C. F., 2014), esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteína y aceite, respecto a las principales características de la planta. “El tallo es simileñoso, cilíndrico, en cuyo interior presenta un tejido esponjoso con abundante ramificación, cuya altura, dependiendo del ecotipo oscila entre 50 y 280 cm.” (Villacres, 2006)

8.1.2 Taxonomía del Chocho

Es una leguminosa de origen americano, cultivada en casi toda la extensión de la cordillera de Los Andes. “Debido a su alto contenido de proteínas y grasa, el chocho es conocido como la soya andina en relación con otras leguminosas, el chocho contiene mayor porcentaje de proteínas y es particularmente rico en lisina.” (Valdiviezo, 2017)

Clasificación Taxonómica del Chocho

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyla
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Leguminosae (Fabaceae)
Género:	Lupinus
Subgénero:	Plalycarpus
Especie:	mutabilis SWEET
Nombre científico:	Lupinus mutabilis Sweet
Nombres comunes	"Tarwi", "chocho", "tahuri", "lupino"

Fuente: (Caicedo, 2000)

8.1.3 Ecología del chocho

La taxonomía es compleja, debido a las hibridaciones de la semilla, sus características en este lugar indican lenta maduración, con hojas estrechas, y la forma es casi circular de su semilla a diferencia por el tamaño, maduración, los cultivos se encuentran expuestos a enfermedades patológicas como es la roya y la antracnosis. (Gross, 2018)

8.1.4 Área de producción

En el Ecuador el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) está ubicado en una franja altitudinal que va desde los 2500 m.s.n.m. hasta los 3600 m.s.n.m. con riesgos de heladas y granizadas. Se ha estimado que el consumo per cápita en la sierra y oriente es de 0,4 kg mensuales y en la costa es de 0,2 kg por persona al mes; es decir, los niveles de consumo son moderados en las regiones Sierra y Oriente, pero bajo en la Costa en relación con la cantidad recomendada de 0,8 kg per cápita al mes. (Caicedo, 2000) “Se ha notado que la época de mayor consumo en la sierra corresponde al periodo escolar y también en los meses de marzo y abril para la preparación del tradicional plato de fanesca.” (Tapia, 2019).

8.1.5 Condiciones de cultivos de chocho

“Como todo cultivo para un buen desarrollo se necesita del tipo de suelo adecuado y por ende el chocho se cultiva en un tipo de suelo franco arenoso o arenoso, con buen drenaje y un pH de suelo de 5.5 a 7.0.” (Peralta et ál, 2008)

8.1.6 Hojas

“Es de forma mediana, plana, digitada que su aspecto es semejante al de una mano compuesta de ocho a once foliolos que es las hojuelas de una hoja compuesta que varía entre ovalados y lanceolados en forma de punta de lanza.” (Loja & Orrellana) Se diferencia de otras especies de (*Lupinus mutabilis Sweet*) en que las hojas tienen menos vellosidades (Villacres, 2006).

8.1.7 Composición química del grano

El grano del *Lupinus mutabilis Sweet* es amargo debido a la presencia de alcaloides quinolizidínicos, contiene en promedio 42% de proteína, en base seca; sin embargo, el proceso de desamargado (eliminación de alcaloides) permite concentrar aún más el contenido de este nutriente, registrando valores de hasta 51%, en base seca. El grano también tiene un elevado contenido de aceite (18 a 22%), en el que predominan los siguientes ácidos grasos (Madrid & Sanchez, 2009):

- Oleico: 40,40%
- Linoleico (6): 37,10%
- Linoleico (3): 2,90%

8.2 ANTRACNOSIS

El nombre de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) proviene del griego que significa “Carbón” ya que ocasiona heridas necróticas reduciendo así el valor del producto afectado. (Cruz, 2010) “Las vainas atacadas presentan lesiones hundidas de color rojo vino a prado, las semillas tienen un aspecto a semillas deshidratadas en los ataques severos, en cambio los ataques leves no se advierten fácilmente, menos en semillas oscuras.” (Copo, 2014)

Es una enfermedad fungica que tiende a atacar a las plantas en primavera cuando el clima es fresco y humedo, principalmente en hojas y ramitas, los hongos pasan el invierno en ramitas muertas y hojas caidas. El clima fresco y lluvioso crea las condiciones perfectas para que las esporas se propagen. El clima seco y caluroso detiene la progresion de la enfermedad que puede comenzar de nuevo una vez que las condiciones climaticas sean optimas. (Bayer, 2017).

“La antracnosis tiene un tratamiento el cual pasa por el uso de fungicidas cúpricos, que son por lo general la medida más habitual de control de las enfermedades provocadas por hongos, pero no es saludable para el medio ambiente.” (Probelte, 2019)

Para el caso tanto de (*Colletotrichum acutatum*), se reporta que estos patógenos no deben ser considerados como una especie sino como un grupo de especies. (Wharton, 2004).

Los hongos del genero (*Colletotrichum acutatum*) que causan la antracnosis tienen la siguiente clasificación taxonómica.

- Reino: Fungi
- Subdivisión: Deuteromycotina
- Clase: Coelomycetes
- Orden: Melanconiales
- Género: Colletotrichum
- Especie: Acutatum

Las condiciones ambientales idóneas para la evolución de la antracnosis, son principalmente la temperatura y la precipitación. Los cambios bruscos de la temperatura en forma repetida se relacionan con otros factores ambientales tales como la humedad en distintas partes de la planta como en las hojas, aparenta poseer el dominio inmediato acerca del brote, inoculación y desarrollo de la enfermedad el cultivo. (Delgado C. , 2013)

8.2.1 Característica de los hongos Fito-patógenos

los hongos son pequeños organismos productores de esporas, generalmente microscópicos, eucarióticos, ramificados y a menudo filamentosos que carecen de clorofila y que tienen paredes celulares que contienen quitina, celulosa, o ambos componentes. (Chavarria, 2011)

En la clasificación de los hongos Fito-patógenos que producen enfermedades encontramos la subdivisión DEUTEROMYCOTINA que es un hongo imperfecto, la clase 1 es COELOMYCETES. Los conidios se originan en picnidios, orden Melanconiales las esporas se reproducen de forma sexual y asexual, se forman en

un acérvalo, el género es *Colletotrichum acutatum*, que genera la antracnosis. (Jarrin & Agrios, 1995)

8.2.2 Condición de los factores ambientales para la antracnosis

- Clima: la enfermedad busca para su desarrollo un ambiente húmedo, es decir, con alta cantidad de vapor de agua, los síntomas de la enfermedad se desarrollan seguidos de extensas duraciones de tiempo. Respecto a la temperatura se ha visto que la plaga se desarrolla bien en registros entre 25 y 26° C.
- Suelo: las especies de *Colletotrichum* producen naturalmente microesclerocios que permanecen latentes en el suelo durante el invierno o cuando son sometidos a condiciones de estrés.
- Precipitación: la antracnosis busca para su desarrollo precipitaciones mayores a 2500 mm al año. (Acuña, 2017)

8.3 NICHOS

“Éste incluye a todos los factores bióticos y abióticos con los cuales cualquier organismo se relaciona, en un tiempo y espacio determinado. Formalmente, el nicho ha sido descrito como un hipervolumen de n-dimensiones, donde cada dimensión corresponde a uno de los factores antes descritos.” (Iloldy & Esacalante, 2008)

8.3.1 NICHOS ECOLÓGICOS

El nicho ecológico ha planteado la “Teoría neutral unificada de biodiversidad y biogeografía” en la cual las diferencias de nichos son irrelevantes. Su argumento es que el principio de exclusión competitiva frecuentemente tarda demasiado tiempo, por lo que otros procesos como la dispersión y la deriva ecológica aleatoria se

vuelven dominantes junto con ciertas características poblacionales (natalidad, mortalidad y reproducción). (Hubbell, 2001)

El Nicho Ecológico es el mecanismo de colocación de las especies en un área definida cumpliendo con sus limitaciones según su función, morfología, y conducta, archivándolas de forma ordenada. (Martinez, 2008)

8.4 MODELAMIENTO

El modelado de nichos ecológicos se fundamenta en usar algoritmos automatizados generando mapas predictivos a partir del origen en el espacio ambiental, de tal manera que permiten valorar estadísticamente, la eventualidad de que una población de plantas ocupe un determinado territorio convirtiéndose en un instrumento esencial en temas afines a la gestión ambiental. (Maroneze, 2014)

“Con este método se caracteriza el nicho ecológico mediante la división del espacio ecológico en porciones de alta y baja probabilidad de ocurrencia de la especie con base en ajustes estadísticos, donde los puntos de ocurrencia (variable dependiente) interactúan con las características del ambiente (variable independiente).” (Navarro et ál, 2003)

8.4.1 MaxEnt

“MaxEnt versión 3.3.1 k, fue el sistema de cómputo utilizado para producir la predicción de distribuciones de especies, para la investigación con enfoques educativos, que se compone de estadística, algoritmos de máxima entropía y métodos bayesianos, los cuales tienen como finalidad valorar la adjudicación de probabilidad de máxima entropía de un sujeto analizado a las limitaciones dadas por la información ambiental y la modelización de la distribución geográfica de las especies.” (Phillips et ál, 2006)

Este programa utiliza el principio de máxima entropía, estimando la distribución a lo largo de un espacio geográfico. (Leathwick & Elith , 2009) Brinda información

sobre qué características son importantes y estima la idoneidad relativa de un lugar frente a otro. Para calcular la probabilidad de desarrollarse la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) condicional de ocurrencia, se ha implementado la salida “logística” de MaxEnt.

Para poder ejecutar el programa MaxEnt se necesita una base de datos de presencia de la especie y variables bioclimáticas que determinan la capacidad de supervivencia. “La ventaja de MaxEnt es que para realizar un modelamiento de nicho ecológico trabaja con datos continuos y categóricos, tiene un comportamiento determinista, capacidad interpretativa en dimensiones ecológicas, es rápido y exacto ya que se ajusta a los datos ingresados.” (Phillips et ál, 2006)

El modelo correlaciona la ocurrencia de la especie y los puntos de datos de fondo de las variables ambientales espaciales para hacer proyecciones sobre áreas adecuadas para una especie. Además, también ha sido ampliamente reconocido por realizar proyecciones sólidas para especies con distribuciones restringidas y tamaños de muestra pequeños, que es ventajoso en comparación con otros algoritmos. (Santana et ál, 2018)

“MaxEnt amplía su utilización en parte por su facilidad de uso ya que funciona como una caja negra donde las únicas entradas que necesita el software son las ubicaciones georreferenciadas de los puntos de ocurrencia asociadas a un conjunto de covariables medioambientales.” (Villar & Perez, 2015)

8.4.1.1 Áreas bajo la curva (AUC)

“Se tiene una medida determinada X recordando que esta medida puede resultar de la ejecución de una regresión logística sobre varias variables de distintas naturalezas, el área bajo la curva (AUC, area under the curve) es una medida única e independiente de la prevalencia de la enfermedad en el estudio.” (Cerdeira & Cifuentes, 2012)

8.4.1.2 *Registro de presencia*

“El registro de presencia provee información para analizar la dinámica espacial y temporal de una especie y mapas de distribución geográfica potencialmente donde una especie se distribuye.” (Vivas et ál, 2018)

8.4.1.3 *Variables*

“Las variables determinan las distribuciones, aumentado considerablemente la capacidad de predecir las áreas de distribución de las especies. permitiendo extrapolar hacia zonas geográficas no muestreadas.” (Jayat & Pacheco, 2006)

➤ **WorldClim**

“WorldClim reúne conjuntos de datos climáticos a nivel mundial con una resolución espacial de un kilómetro cuadrado aproximadamente en la línea del Ecuador, estos datos pueden ser utilizados para crear mapas y modelar con sistemas de información geográfica (SIG) tales como QGIS, entre otros. (Milla, 2018)

Las variables bioclimáticas presentes en WorldClim son:

- Temperatura media anual
- Rangos de temperatura diurno medio (Temp. Máxima- Temperatura mínima)
- Isotermalidad (Bio2/ Bio 7) (* 100)
- Cantidad del frío o calor
- Temperatura superior del mes más caliente
- Grados de temperatura del tope inferior del mes más frío
- Categoría de calor o frío al año (BIO5-BIO6)
- Estándar de temperatura cada tres meses en los más húmedo
- Cociente de temperatura en tres meses en el más seco
- La media de los grados en el trimestre caliente
- Centro de temperatura más fría en el trimestre
- Lluvias al año
- Lluvias del mes más húmedo

- Precipitación del mes más seco
- Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
- En tres meses más húmedo las precipitaciones
- Los tres meses más secos en los que llueve
- Lluvias del trimestre más caliente
- Del trimestre más frío las lluvias

(Milla, 2018)

8.4.1.4 Coeficiente de correlación de Pearson

Tiene como objetivo medir la fuerza o grado de asociación entre dos variables aleatorias cuantitativas que poseen una distribución normal bivariado conjunta.” (Restrepo & Gonzales, 2007)

Los coeficientes de correlación (r) son medidas que indican la situación relativa de los mismos sucesos respecto a las dos variables, es decir, son la expresión numérica que nos indica el grado de relación existente entre las 2 variables y en qué medida se relacionan. Son números que varían entre los límites +1 y -1. (Ibujez, 2011) “Un valor de -1 indica una relación lineal o línea recta positiva perfecta, una correlación próxima a cero indica que no hay relación lineal entre las dos variables.” (Fernandez & Diaz, 2001) “Hay que tener en consideración que un valor de cero no indica necesariamente que no exista correlación, ya que las variables pueden presentar una relación no lineal.” (Fernandez & Diaz, 2001)

8.4.2 Sistema de información geográfica

“El SIG como un "sistema de computación" sirve para comprobar, integrar y analizar información relacionada con la superficie de la Tierra. El software es importante en el manejo de la información, pero lo es más en la comprensión del funcionamiento del subsistema natural para el manejo eficiente de la información y de los mapas asociados.” (Sosa et ál, 2008)

8.4.2.1 QGIS

Es un programa de sistemas de información geográfica libre que se encuentra a disposición de cualquier usuario en la web para la descarga e instalación en computadoras locales. Se utiliza para la realización de los esquemas de nichos ecológicos por medio de datos y grupos de iconos que permiten cortar y crear imágenes representado mapas y especificando puntos exactos como la ubicación de lugares en el espacio. Estos sitios pueden ser el país, cantones, parroquias, según el shapefile (SHP) que delimita el área de estudio. (Santiago, 2016)

“QGIS como software libre se concentra en el manejo de información espacial vectorial, la elaboración de mapas con acabado profesional, pero debido a su carácter modular, escalable amplía sus capacidades mediante complementos que son creados por una amplia comunidad de desarrolladores.” (Graterol, 2020)

“Soporta un buen número de formatos ráster y vectoriales, con nuevos soportes fácilmente añadidos utilizando su arquitectura de complementos. QGIS se ha publicado bajo Licencia Pública (GNU General Public License). Desarrollar QGIS bajo esta licencia implica que se puede inspeccionar y modificar el código fuente y las garantías que se tienen.” (QGIS, 2010)

8.4.3 Modelos de Circulación Global o General

También conocidos como Modelos de Predicción numérica del Clima son la principal herramienta para la prospección del clima de las próximas décadas. Cuando la integración se interna en el futuro, esta concentración se estima en función de previsiones de la actividad humana (desarrollo económico, políticas energéticas y forestales, distribución de riqueza, etc.) (Guevara, Paniagua, Ríos, & Anderson, 2017) Usualmente, los investigadores estiman más de una paleo distribución al transferir el modelo de nicho ecológico usando la salida de diferentes Modelos de Circulación Global (MCG, que estiman el clima.)” (FIC, 2011)

8.4.3.1 Modelo de distribución global MIROC5

“El modelo de distribución espacial MIROC5 nos permite realizar modelamientos de afectación de especies e indica un mayor efecto de actualizar los esquemas de parametrización en el clima y aumentar la resolución del modelo.” (Guatanabe, 2010)

8.4.3.2 Modelo de distribución global MOHC HADGEM2-ES

“HADGEM2 son las siglas de Modelo de entorno global del Hadley Center (Hadley Center Global Environment Model) versión 2, el cual comprende una gama de configuraciones de modelos específicas que incorporan diferentes niveles de complejidad, pero con un marco físico común el cual permite la realización de los modelos de nicho ecológico.” (Collins & Bellouin, 2008)

8.4.3.3 Sendas Representativas de Concentración (RCP)

“Tiene asociada una base de datos de alta resolución espacial de emisiones de sustancias contaminantes (clasificadas por sectores), de emisiones y concentraciones de gases de efecto invernadero y de usos de suelo hasta el año 2100, basada en una combinación de modelos de distinta complejidad de la química atmosférica y del ciclo del carbono.” (OSCC, 2014)

“En el AR5 (quinto informe de evaluación de IPCC) se han definido cuatro nuevos escenarios de emisión, las denominadas Sendas Representativas de Concentración (RCP, de sus siglas en inglés). Éstas se identifican por su forzamiento radiativo (FR) total para el año 2100 que varía desde 2,6 a 8,5 W/ m².” (Rodríguez et ál, 2014)

Las cuatro trayectorias RCP comprenden un escenario en el que los esfuerzos en mitigación conducen a un nivel de forzamiento muy bajo (RCP2.6), 2 escenarios de estabilización (RCP4.5 y RCP6.0) y un escenario con un nivel muy alto de emisiones de GEI (RCP8.5). Los nuevos RCP pueden contemplar los efectos de las

políticas orientadas a limitar el cambio climático del siglo XX frente a los escenarios de emisión utilizados en el panel gubernamental del cambio climático (denominado IPCC, por sus siglas en inglés.) (OSCC, 2014)

RCP 2.6: Escenario de declinación. Asume una reducción sustancial de las emisiones de gases de efecto invernadero GEI a lo largo del tiempo.

RCP 8.5: Incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero GEI a lo largo del tiempo. (Chamdlers, 2012)

9 PREGUNTA CIENTÍFICA

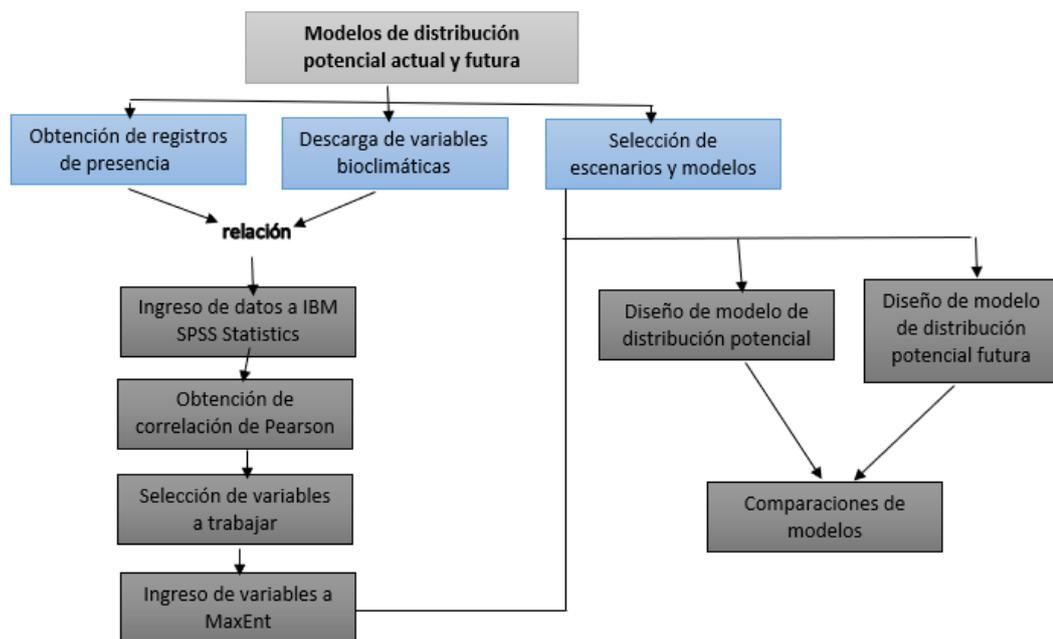
¿Mediante el modelo de nicho ecológico se logrará predecir la distribución potencial de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet)?

10 METODOLOGÍAS

10.1 Modelos de distribución de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*)

Para la ejecución del modelamiento de distribución potencial de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) se empleó una serie de procesos consecutivos (figura 3) para la obtención del resultado final. En el primer proceso, la base de datos de registros del patógeno en la sierra ecuatoriana se ingresó al programa QGIS, asociando con las variables bioclimáticas obtenidas de la página WorldClim en formato ASCII, logrando interpretar como la posibilidad de incidencia de la antracnosis en las diferentes provincias de la sierra. Una vez obtenido esta relación se ingresa al siguiente programa IBM SPSS Statistics 25, para correlacionar las variables bioclimáticas y obtener la correlación de Pearson, la cual ayudara en el diseño de los modelos de distribución potencial actual y futura de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en las zonas productoras de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Figura 1: Esquema de flujo para la realización de modelos de distribución potencial de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*)



Elaborado por: Nila Quishpe

10.2 DISEÑO METODOLOGICO

10.2.1 Tipos de investigación

10.2.1.1 exploratoria

Se investigó información acerca de la afectación de la antracnosis acudiendo a diversos fundamentos como revisión bibliográfica, bases de datos en línea, entre otros, para la recolección de registros de presencia y la determinación de factores relevantes en la investigación, para sí lograr predecir la distribución potencial futura por medio de modelos de nichos ecológicos.

10.2.1.2 descriptiva

Consiste en lograr describir los modelos de nicho ecológicos a realizar, con el fin de dar a conocer la afectación de la antracnosis en el chocho, figurando los aspectos relevantes, característicos, específicos y distintivos para establecer su distribución.

10.2.2 Métodos

Esta investigación se realizó estableciendo puntos de presencia de antracnosis en el chocho en la zona interandina del Ecuador, por medio de revisión de documentos de presencia de la enfermedad en el país, y accesos a páginas de entidades como por ejemplo el MAE, MAG, INIAP, etc., logrando así obtener una base de datos para el análisis.

Una vez obtenida la base de datos se procedió a realizar los modelos de predicción actual y futura de la antracnosis en el chocho. Para lograr realizar cada uno de estos pasos, se procedió a descargar las capas de información geográfica tipo ráster de la página de WorldClim, la cual cuenta con diferentes capas bioclimáticas necesarias para realizar esta investigación, logrando así obtener estadísticas y los mapas de predicción de antracnosis presente.

Por último, se generaron mapas de la distribución potencial de la antracnosis en la sierra, los mismos que permitieron estimar la afectación de este patógeno hacia el chocho a nivel regional en la sierra ecuatoriana. En cada uno de estos procedimientos se logró verificar y demostrar por medio de fotografías y documentos, la correlación de las capas bioclimáticas y por último los mapas de nichos ecológicos de la antracnosis.

10.2.2.1 Método Inductivo

Manejando registros de presencia de Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en la Sierra Ecuatoriana obtenidos mediante fuentes secundarias y variables bioclimáticas, introduciendo la base de datos recolectada a diferentes softwares logrando predecir la distribución potencial de la Antracnosis en el chocho nivel nacional.

10.2.2.2 Método de modelación

A través de softwares como MaxEnt y Qgis se realizó un modelamiento de la distribución potencial de Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), mediante la obtención de datos de presencia, por consiguiente, la proyección e interpretación de los mapas.

10.2.3 Técnicas

10.2.3.1 Ficha

La ficha se implementó para la recolección de datos que nos permitió realizar los modelos de nichos ecológicos para predecir la distribución potencial de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*).

10.2.3.2 Entrevista

Se obtuvo información y registros de presencia de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*), realizando entrevistas a agricultores del sector.

10.2.4 Instrumentos y programas informáticos

10.2.4.1 GPS

El GPS nos permitió obtener coordenadas exactas del área con mayor afectación en los cultivos, las cuales fueron ingresadas en el programa MaxEnt y QGIS para determinar las áreas con mayor problema actual y futuro, entendiendo las variables climáticas existentes e interpretando escenarios futuros.

10.2.4.2 Software MaxEnt

Se logró modelar la predicción de antracnosis actual y futura hacia el chocho en la zona interandina, seguidamente de esta manera conocer cómo se verá afectado los cultivos en un futuro.

10.2.4.3 Excel

Es un programa informático el cual realizamos una base de datos para ingresar en el programa QGIS, con la finalidad de realizar los modelos de nicho ecológico.

10.2.4.4 QGIS

Una vez lograda la predicción de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) y realizado el modelamiento de nicho ecológico en el programa MaxEnt, se procedió a realizar los mapas de distribución potencial que permiten mejorar la interpretación para los beneficiarios directos e indirectos (agricultores, entidades, etc.).

10.2.4.5 IBM SPSS Statistics 25

Por medio de este programa se obtuvo la matriz de correlación de Pearson entre las variables bioclimáticas y la base de datos de registros de presencia de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*)

10.2.4.6 WorldClim

WorldClim es un sitio web que contiene las diferentes variables bioclimáticas que se implementaron para predecir la distribución potencial de antracnosis en la zona interandina.

10.2.5 Unidad de estudio

El proyecto se desarrolló en la zona interandina del Ecuador (figura 2), la misma que comprende una región geográfica que se extiende de norte a sur por la cordillera de Los Andes. Va desde los 1.800 hasta los 6.310 msnm, correspondiente a la cima del volcán Chimborazo. (Los Andes, s.f.) El área de estudio está conformada por las provincias Pichincha, Carchi, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay, Loja, Imbabura, Bolívar y Cotopaxi, con un área total de 60.069,417 km².

Figura 2: Zona Interandina Ecuatoriana



Fuente: Programa Qgis
Elaborado por: Quishpe Nila

10.2.6 Metodología del modelamiento

10.2.6.1 Registros de presencia

Se obtuvo 64 datos de presencia de Antracnosis en la región Sierra proporcionados por el proyecto de Granos Andinos de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) y visitas a diferentes páginas de entidades como Agrocalidad, INIAP, entre otras.

10.2.6.2 Datos climáticos y variables

Para evaluar la incidencia actual y la posibilidad futura de desarrollarse la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), ocasionado por el cambio climático se utilizaron variables, modelos de distribución espacial y escenarios futuros.

Presente: Con la capa de las provincias de la Sierra ecuatoriana se utilizaron las variables bioclimáticas a una resolución de 30 Arc- segundos, obtenidos estos datos climáticos de la versión 2.1 de WorldClim para 1970-2000 el cual esta versión fue lanzada en Enero del 2020. (WorldClim, 2020)

Futuro: para la realización de los modelos de nicho ecológico para predecir la distribución potencial de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) se utilizó las variables bioclimáticas para los años 2050 y 2080. Para cada año se utilizó el modelo de circulación global (MCG) MIROC5 incorporado al proyecto CMIP5, que corresponde a la quinta fase del Proyecto de Inter comparación de Modelos Climáticos del Programa World Climate Research (WCRPs) y el modelo MOHC HADGEM2 ES. Además, por cada modelo de circulación global se utilizó dos escenarios RCP 2.6 y RCP 8.5. “Considerado el 2.6 escenario optimista y el 8.5 escenario pesimista.” (Guión Conceptos Básicos sobre Cambio Climático, s.f.)

10.2.6.3 Recursos estadísticos para analizar las variables

Se analizó las variables bioclimáticas en el programa IBM SPSS Statistics 25 utilizando la correlación de Pearson para escoger las variables bioclimáticas menos correlacionadas y que contribuyan de mejor manera a la realización de los modelos de distribución potencial.

10.2.6.4 Modelos de distribución de la especie

MaxEnt: se efectuó modelos de distribución potencial actual y futura de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) con las variables bioclimáticas obtenidas de WorldClim y los registros de presencia del patógeno. Los dos modelos de distribución potencial futura se proyectaron para los años 2050 y 2080 bajo dos escenarios RCP 2.6 y RCP 8.5. Obteniendo en total cuatro modelos para el año 2050, cuatro para el año 2080 y un modelo de distribución actual.

Para todos los modelos se escogió curvas de repuesta, pruebas de Jackknife y salida logística que va de 0 a 1, siendo mayor de 0.75 aceptable. Un umbral de convergencia de 500 iteraciones para eliminar registros duplicados de presencia. Para que el modelo no se sobreajuste se escogió el tipo de ejecución Bootstrap con 10 réplicas y un 25 % de prueba al azar y el 75 % para correr el programa. (Phillips et ál, 2006)

Obtenidos los modelos de distribución potencial se analizaron mediante el área bajo la curva (AUC). El AUC fluctúa entre 0 y 1, en donde un valor de 1 indica perfecta discriminación, un valor de 0,5 implica que la discriminación predictiva entre sitios no es mejor que una selección al azar y un valor menor a 0,5 indica un desempeño inferior que al azar. (Camacho, 2015)

Tabla 3: Categorización del AUC

Clasificación	Rangos
Excelente	1 – 0,90
Buena	0,90 – 0,80
Aceptable	0,80 – 0,70
Mala	0,70 – 0,60
No valida	0,60 – 0,50

Fuente: (Camacho, 2015)

Igualmente se consideró el aporte de las variables bioclimáticas por medio de las pruebas de Jackknife obtenidas de MaxEnt. “El resultado de la prueba de Jackknife

sirve para estimar las variables más importantes en la corrida de prueba del modelo de distribución experimental con las variables bioclimáticas.” (Campos, 2015)

Procesamiento de modelos: obtenidos los resultados del programa MaxEnt se procedió a la realización de los modelos de distribución potencial identificando las zonas con probabilidad de desarrollarse la antracnosis en la sierra ecuatoriana.

11 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1 Presencia de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en la zona interandina del Ecuador

El registro de presencia de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) se logró obtener por medio del proyecto de Granos Andinos, para luego revisar los puntos de localización del patógeno en la sierra ecuatoriana, logrando desarrollar los modelos con 64 datos de presencia, especificados por provincia (Tabla 4).

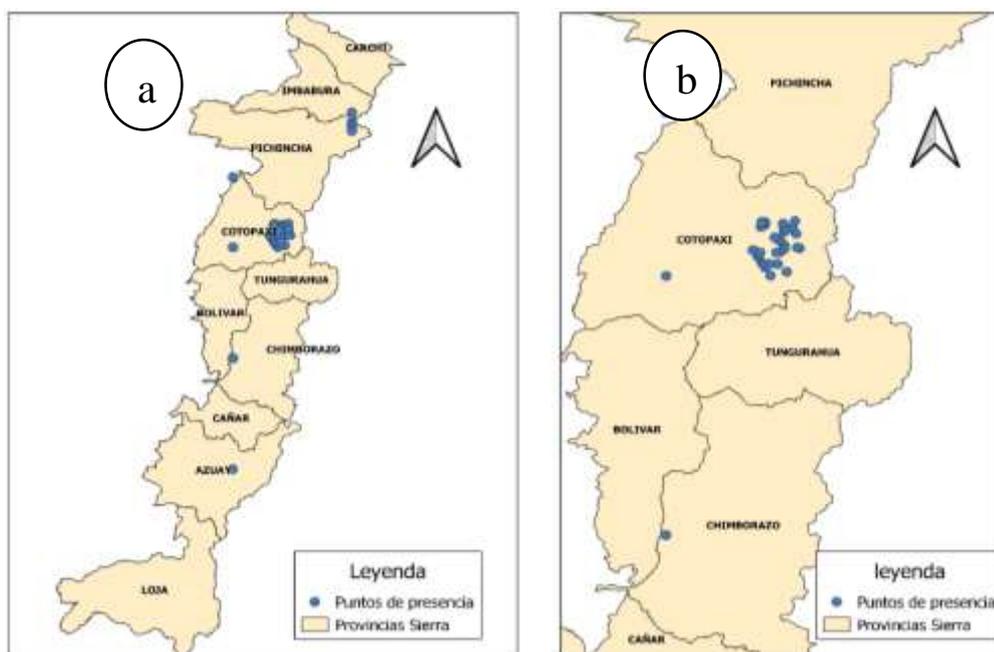
Tabla 4: Registros de presencia utilizados en el proyecto

Provincias	Numero de registros
Carchi	0
Imbabura	2
Pichincha	6
Cotopaxi	35
Bolívar	0
Tungurahua	3
Chimborazo	17
Cañar	0
Azuay	1
Loja	0
Total, de registros=	64

Elaborado por: Nila Quishpe

En las provincias del Carchi, Bolívar, Cañar y Loja el monocultivo de papa y la poca diversificación de cultivos generan la degradación del suelo, disminución de la fertilidad, salinización y bloqueo de nutrientes, provocando que los suelos productivos se vuelvan áridos e infértiles disminuyendo el desarrollo y rendimiento de los cultivos. (Cuastumal, 2015) Esto con lleva a la baja producción del chocho causada por estos factores, adicionalmente a esto, el mal manejo del cultivo, empleo de tecnologías inadecuadas y condiciones ambientales adversas disminuyen el rendimiento de esta leguminosa. (Cuastumal, 2015) Esto explica el bajo número de registros de presencia de la especie en la sierra ecuatoriana.

Figura 3: Puntos de presencia de Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en la Sierra



Fuente: QGIS

Elaborado por: Quishpe Nila

En la figura (a) observamos los puntos de presencia de antracnosis distribuidos por la sierra ecuatoriana y en la figura (b) la acumulación de puntos en la provincia de Cotopaxi.

11.2 Variables Ambientales

Se procedió a realizar el análisis de las 19 variables bioclimáticas obtenidas de WorldClim el cual su base de datos es actualizada cada año. En el software SPSS Statistics 25, arroja una correlación de Pearson (Tabla 5) entre las 19 variables las cuales son:

Bio1: Temperatura media anual.

Bio2: Rangos de temperatura diurno medio.

Bio3: Isotermalidad.

Bio4: estacionalidad de temperatura.

Bio5: temperatura máxima del mes más caliente.

Bio6: temperatura mínima del mes más frío.

Bio7: rango de temperatura anual.

Bio8: temperatura media del trimestre más húmedo.

Bio9: temperatura media del trimestre más seco.

Bio10: temperatura media del trimestre más caliente.

Bio11: temperatura media del trimestre más frío.

Bio12: precipitación total anual.

Bio13: precipitación del mes más húmedo.

Bio14: precipitación del mes más seco.

Bio15: estacionalidad de la precipitación.

Bio16: precipitación del trimestre más húmedo.

Bio17: precipitación del trimestre más seco.

Bio18: precipitación del trimestre más caliente.

Bio19: precipitación del trimestre más frío.

Tabla 5: Correlación de Pearson entre 19 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	-,386**	-0.146	-,258*	,462**	,792**	-0.113	,534**	,564**	0.171	,563**	,246*	,523**	-,459**	,596**	,515**	-,483**	,470**	-0.176
Bio2	Correlación de Pearson	-,386**	1	0.131	,709**	-,325**	-,500**	,787**	-,381**	-,441**	-,395**	-,448**	-0.042	-,421**	,569**	-,855**	-,419**	,507**	-,389**	,399**
Bio3	Correlación de Pearson	-0.146	0.131	1	-0.226	-0.186	-0.097	0.085	-0.150	-0.140	-0.176	-0.133	0.156	0.100	0.150	-0.017	0.102	0.168	0.109	0.152
Bio4	Correlación de Pearson	-,258*	,709**	-0.226	1	0.014	-,381**	,572**	-0.156	-,324**	-,262*	-,346**	-0.114	-,411**	,474**	-,756**	-,417**	,412**	-,365**	,327**
Bio5	Correlación de Pearson	,462**	-,325**	-0.186	0.014	1	,514**	-,257*	,446**	,451**	0.106	,457**	0.077	,298*	-,357**	,421**	,287*	-,361**	,267*	-0.166
Bio6	Correlación de Pearson	,792**	-,500**	-0.097	-,381**	,514**	1	-,357**	,573**	,646**	0.164	,650**	,367**	,687**	-,506**	,739**	,679**	-,512**	,634**	-0.146
Bio7	Correlación de Pearson	-0.113	,787**	0.085	,572**	-,257*	-,357**	1	-,324**	-,270*	-0.228	-,268*	-0.057	-,341**	,389**	-,665**	-,339**	,320**	-,326**	,263*
Bio8	Correlación de Pearson	,534**	-,381**	-0.150	-0.156	,446**	,573**	-,324**	1	,526**	0.191	,480**	0.204	,404**	-,248*	,414**	,391**	-,252*	,361**	-0.059
Bio9	Correlación de Pearson	,564**	-,441**	-0.140	-,324**	,451**	,646**	-,270*	,526**	1	0.094	,970**	,246*	,505**	-,422**	,596**	,504**	-,415**	,466**	-0.155
Bio10	Correlación de Pearson	0.171	-,395**	-0.176	-,262*	0.106	0.164	-0.228	0.191	0.094	1	0.089	-,456**	-0.207	-,541**	,358**	-0.206	-,531**	-,247*	-,598**
Bio11	Correlación de Pearson	,563**	-,448**	-0.133	-,346**	,457**	,650**	-,268*	,480**	,970**	0.089	1	,275*	,524**	-,387**	,590**	,521**	-,381**	,484**	-0.122
Bio12	Correlación de Pearson	,246*	-0.042	0.156	-0.114	0.077	,367**	-0.057	0.204	,246*	-,456**	,275*	1	,881**	,488**	0.124	,884**	,509**	,902**	,808**
Bio13	Correlación de Pearson	,523**	-,421**	0.100	-,411**	,298*	,687**	-,341**	,404**	,505**	-0.207	,524**	,881**	1	0.034	,571**	,999**	0.067	,993**	,444**
Bio14	Correlación de Pearson	-,459**	,569**	0.150	,474**	-,357**	-,506**	,389**	-,248*	-,422**	-,541**	-,387**	,488**	0.034	1	-,748**	0.038	,994**	0.093	,900**
Bio15	Correlación de Pearson	,596**	-,855**	-0.017	-,756**	,421**	,739**	-,665**	,414**	,596**	,358**	,590**	0.124	,571**	-,748**	1	,570**	-,703**	,525**	-,461**
Bio16	Correlación de Pearson	,515**	-,419**	0.102	-,417**	,287*	,679**	-,339**	,391**	,504**	-0.206	,521**	,884**	,999**	0.038	,570**	1	0.072	,993**	,447**
Bio17	Correlación de Pearson	-,483**	,507**	0.168	,412**	-,361**	-,512**	,320**	-,252*	-,415**	-,531**	-,381**	,509**	0.067	,994**	-,703**	0.072	1	0.127	,901**

Fuente: IBM SPSS Statistics 25
Elaborado por: Quishpe Nila

Se seleccionaron 11 variables bioclimáticas que no tienen colinealidad con otras variables, escogiendo un rango a partir de 0,75 a 1, las cuales son descritas en la siguiente tabla:

Tabla 6: Variables Bioclimáticas aplicadas en el proyecto

Abreviaturas	Variables Bioclimáticas
Bio1	Temperatura media anual
Bio 3	Isotermalidad
Bio 4	Estacionalidad de temperatura
Bio 5	Temperatura máxima del mes más caliente
Bio 6	Temperatura mínima del mes más frío
Bio 7	Rango de temperatura anual
Bio 8	Temperatura media del trimestre más húmedo
Bio 10	Temperatura media del trimestre más caliente
Bio 15	Estacionalidad de la precipitación
Bio 17	Precipitación del trimestre más seco
Bio 19	Precipitación del trimestre más frío

Fuente: WorldClim

Elaborado por: Quishpe Nila

11.3 Selección de variables

El número de registro de presencia de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en la sierra ecuatoriana influyó en los modelamientos, debido que al momento de la distribución potencial preliminar se logró evidenciar la acumulación de datos de presencia de esta enfermedad en la provincia de Cotopaxi a diferencia de las otras provincias.

11.4 Modelamiento de distribución de la especie

11.4.1 Validación estadística de modelo

Es esencial mencionar que la metodología implementada en este estudio ha sido utilizada en otras investigaciones, como por ejemplo en el modelo de distribución

potencial y nicho fundamental de *Moniliophthora* spp en cacao de América y África en el que obtuvieron resultado de AUC de 0,868, demostrando que el modelo de predicción es bueno. (Mendoza, 2019)

El resultado de AUC promediado entre los 9 datos descritos, (tabla 7) sobre la posibilidad de desarrollarse la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) es de 0.953, el cual se aproxima a 1 deduciendo que el modelo tiene un alto poder de predicción.

Tabla 7: Validación estadística del AUC

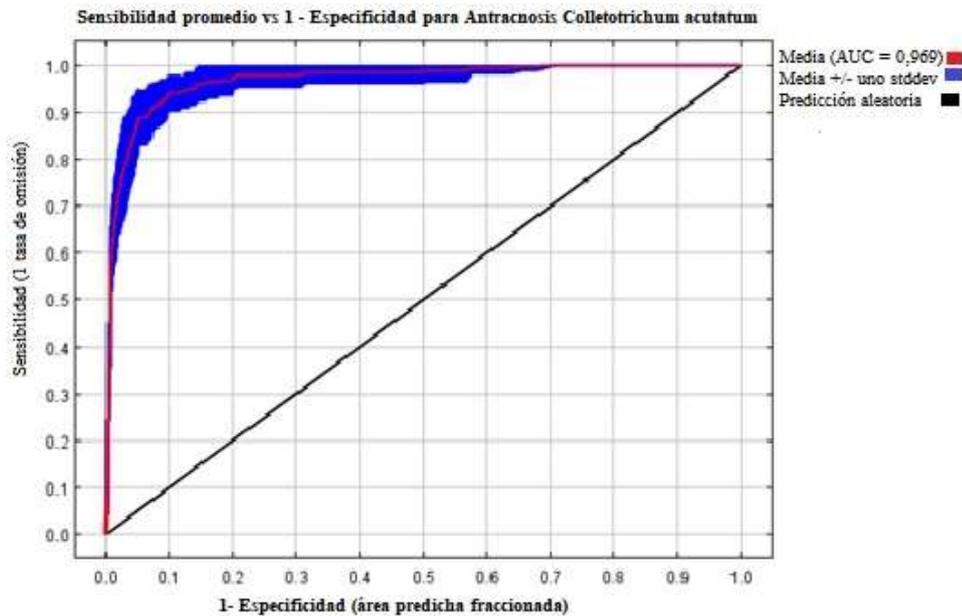
Replica	Presencia	Modelamiento	AUC
1	64	MaxEnt	0.969
2	64	MaxEnt	0.945
3	64	MaxEnt	0.944
4	64	MaxEnt	0.948
5	64	MaxEnt	0.940
6	64	MaxEnt	0.950
7	64	MaxEnt	0.955
8	64	MaxEnt	0.959
9	64	MaxEnt	0.966
Promedio			0.953

Elaborado por: Quishpe Nila

11.5 Área de la curva del Modelo de distribución potencial actual

En base a los datos de presencia obtenidos y a las variables bioclimáticas seleccionadas por la correlación de Pearson se procedió a realizar las pruebas de Jackknife en el programa MaxEnt.

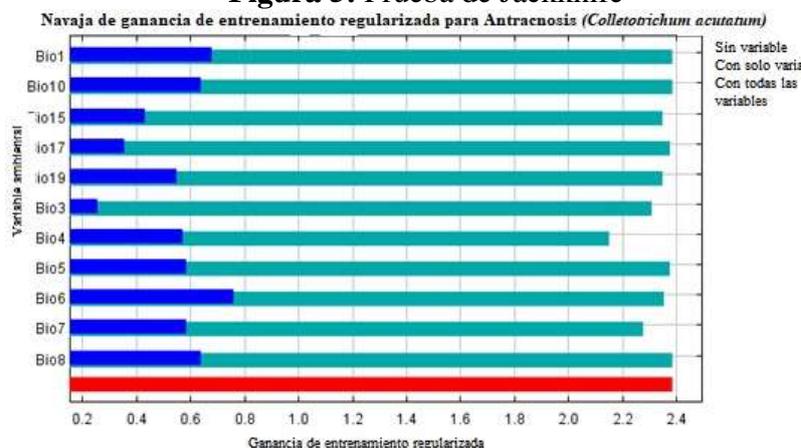
Figura 4: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial actual



Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

La curva de característica operativa del receptor (ROC) (figura 4) para los mismos datos promediados sobre las 10 réplicas realizadas en el programa MaxEnt. Demuestra una desviación estándar de 0.016 y el valor del AUC de 0.969 demostrando los datos de autenticidad, probando la capacidad que tienen el modelo de predecir. “Los valores de AUC cercanos a 1 significan que el modelo tiene un alto poder de predicción,” según (Phillips et ál, 2006) el cual demuestra que el modelo es confiable.

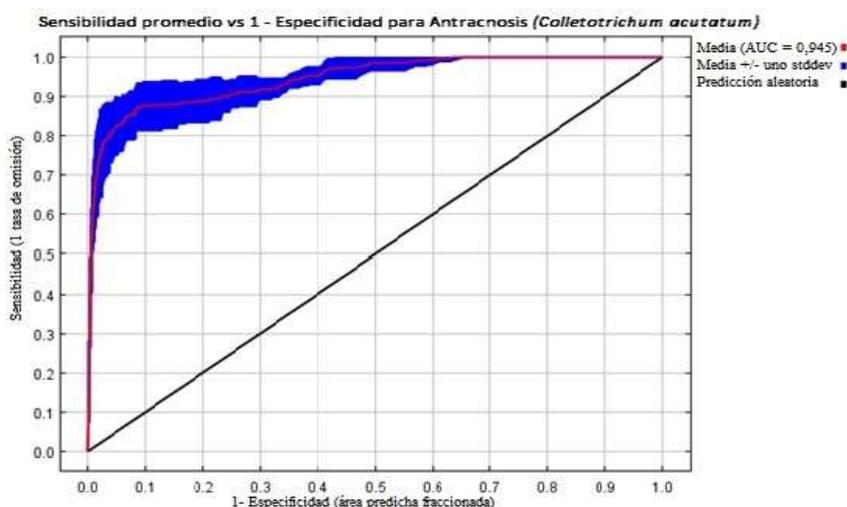
Figura 5: Prueba de Jackknife



Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

La prueba de Jackknife (figura 5) muestra los resultados de la importancia de las variables. la variable con mayor ganancia cuando se utiliza aisladamente es la Bio6 temperatura mínima del mes más frio, el cual brinda mayor información útil por sí misma. La variable bioclimática que más disminuye la ganancia cuando se omite es la Bio 4 estacionalidad de temperatura el cual parece tener la mayor información que no está presente en las otras variables.

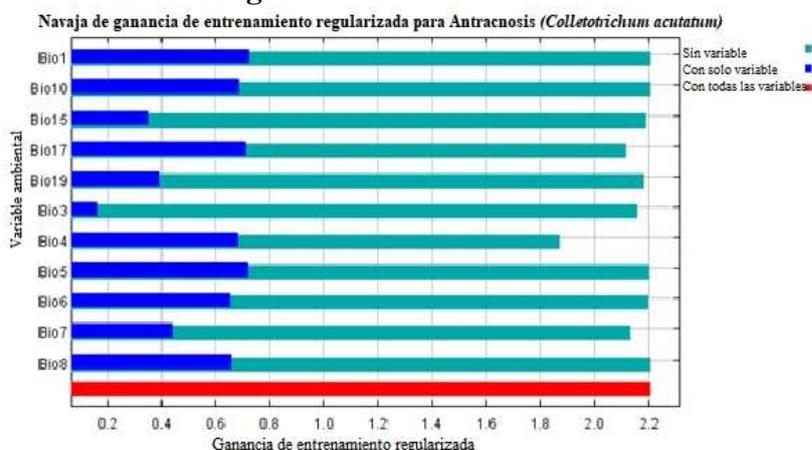
Figura 6: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MIROC5 2.6 2050



Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

Logramos observar que la media de AUC (figura 6) demuestra la efectividad del modelo con un valor de 0.945 cercano a 1.

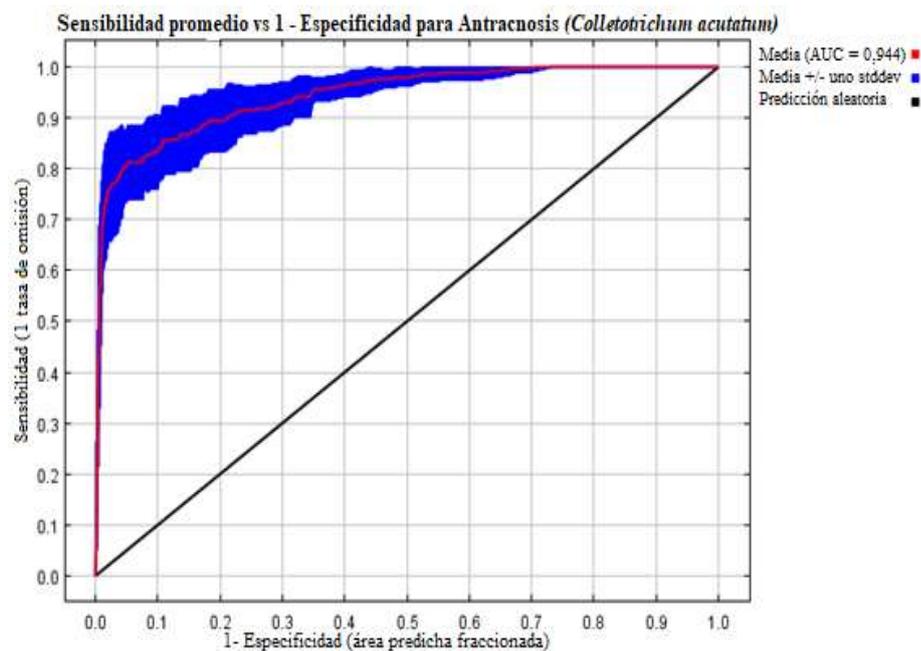
Figura 7: Prueba de Jackknife



Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

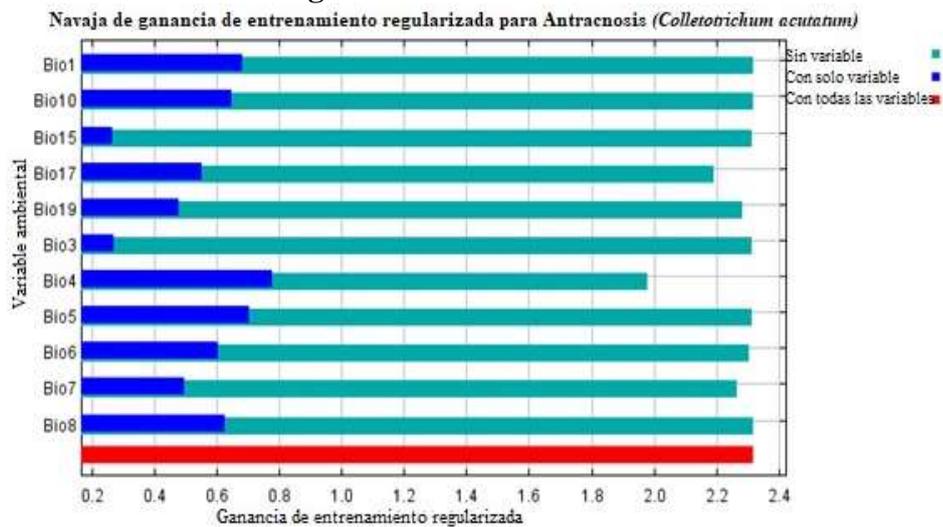
Logramos observar (figura 7) que la variable con mayor ganancia cuando se utiliza aisladamente es la Bio1 temperatura media anual, el cual brinda mayor información útil por sí misma. La variable bioclimática que más disminuye la ganancia cuando se omite es la Bio 4 estacionalidad de temperatura el cual parece tener la mayor información que no está presente en las otras variables. Los valores que logramos ver son promedio de las ejecuciones de las 10 réplicas realizadas en el MaxEnt.

Figura 8: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MIROC5 2.6 2080



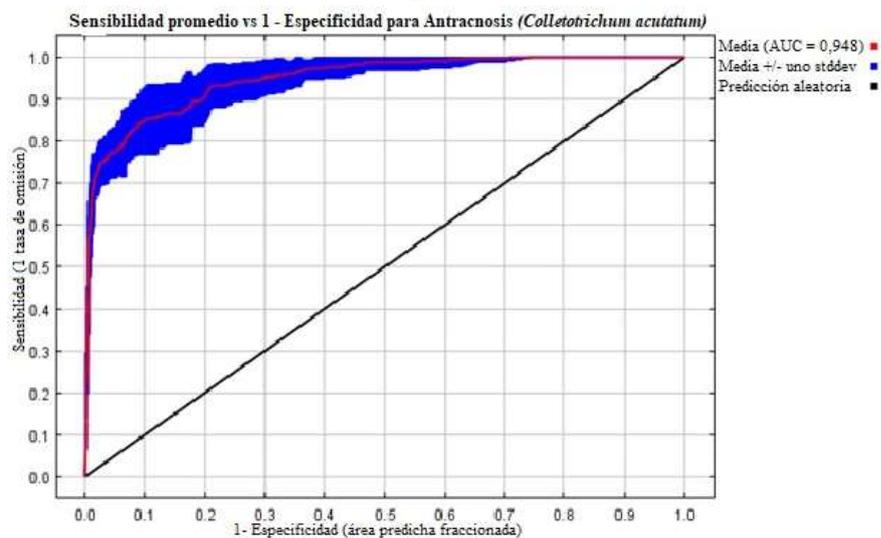
Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

Logramos observar (figura 8) que la media de AUC demuestra la efectividad del modelo con un valor de 0.944 cercano a 1.

Figura 9: Prueba de Jackknife

Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

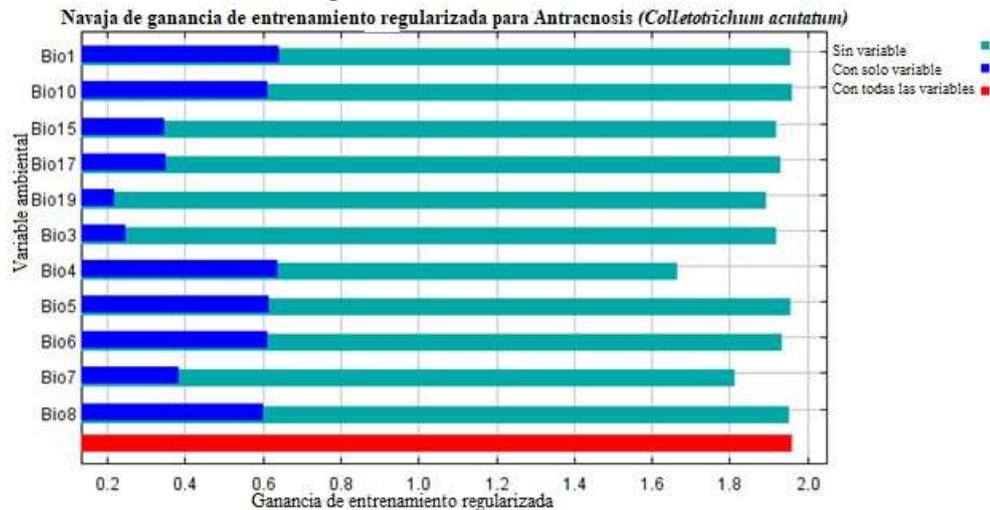
Logramos observar (figura 9) que la variable con mayor ganancia cuando se utiliza aisladamente es la Bio4 estacionalidad de temperatura, el cual brinda mayor información útil por sí misma y es esta misma variable bioclimática que más disminuye la ganancia cuando se omite, el cual parece tener la mayor información que no está presente en las otras variables.

Figura 10: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MIROC5 8.5 2050

Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

Logramos observar (figura 10) que la media de AUC demuestra la efectividad del modelo con un valor de 0.948 cercano a 1.

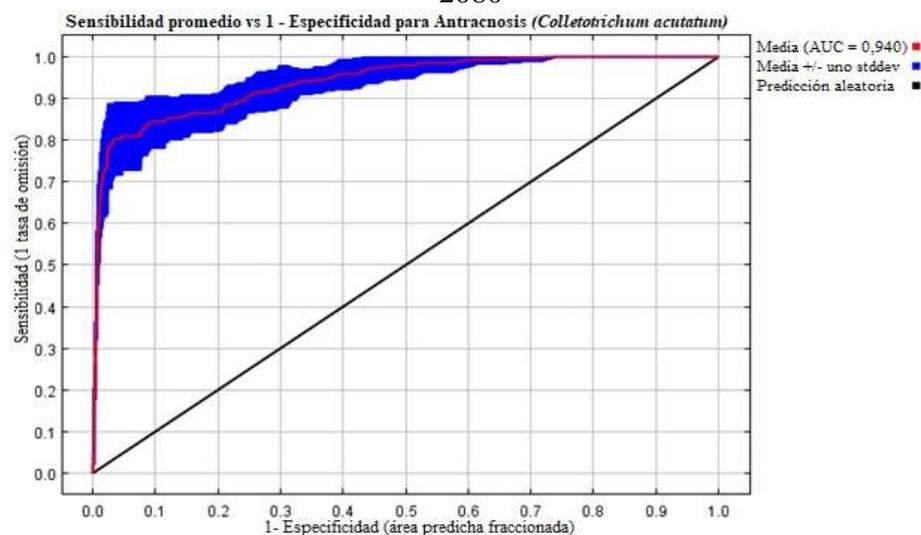
Figura 11: Prueba de Jackknife



Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

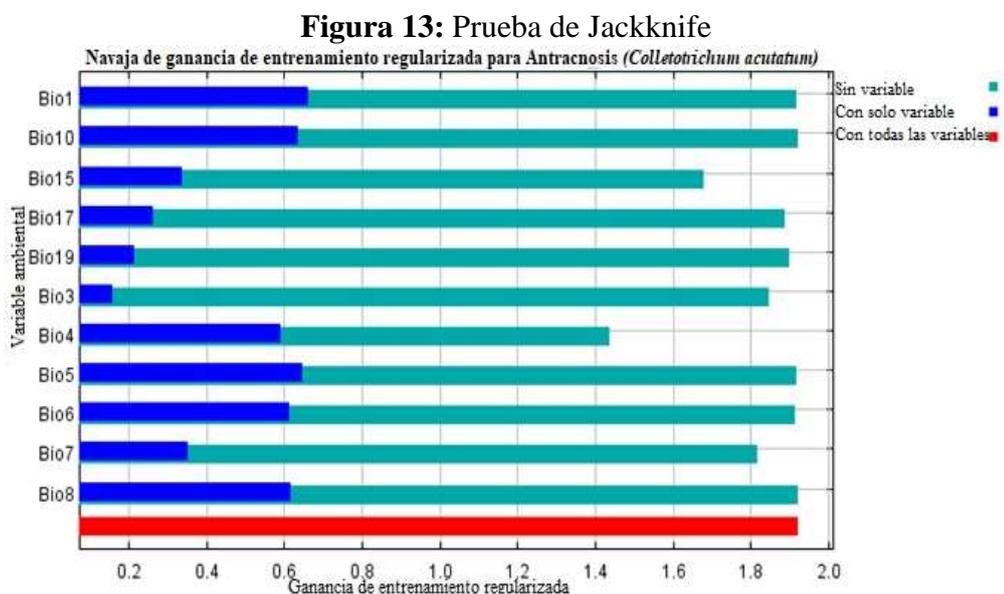
La prueba de Jackknife (figura 11) demuestra que la variable que aporta mayor ganancia cuando se usa aisladamente es la Bio 1 temperatura media anual, el cual aporta más información útil por si misma a diferencia de las otras variables bioclimáticas como la Bio4.

Figura 12: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MIROC5 8.5 2080



Fuente: programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

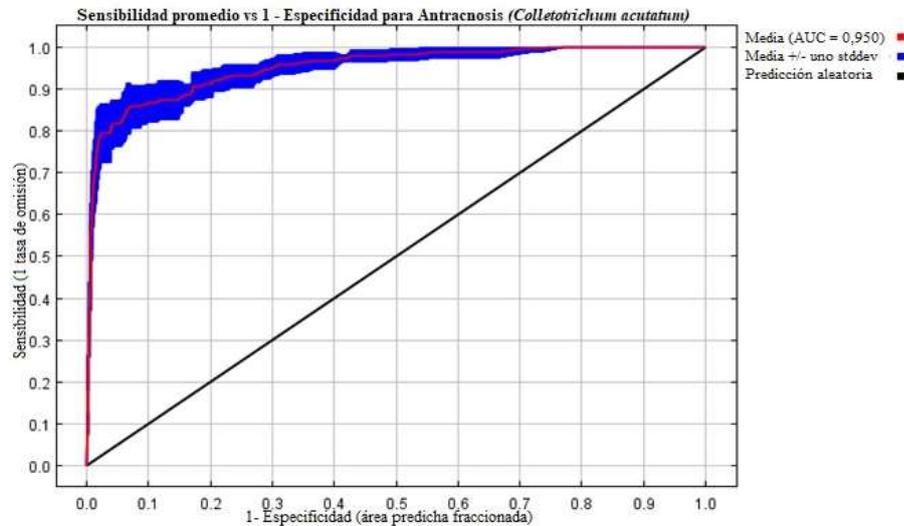
Logramos observar (figura 12) que la media de AUC demuestra la efectividad del modelo con un valor de 0.940 cercano a 1.



Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

Se realizó la prueba de Jackknife (figura 13) en el escenario RCP 8.5 del modelo de MIROC5 para el año 2080 con las 11 variables bioclimáticas escogidas de la correlación de Pearson. La variable bioclimática con mayor ganancia cuando se usa aisladamente es la Bio1 temperatura media anual, el cual expresa tener la mayor información útil por sí misma, mientras que, la variable Bio4 estacionalidad de temperatura, por lo tanto, parece tener la mayor cantidad de información que no esté presente en las otras variables.

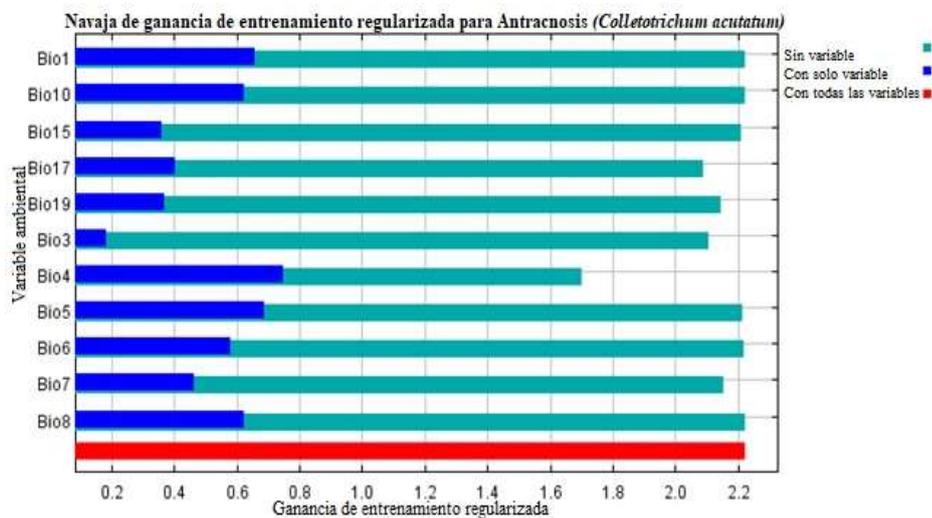
Figura 14: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MOHC HADGEM2-ES, escenario RCP 2.6, año 2050



Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

Logramos observar (figura 14) que la media de AUC demuestra la efectividad del modelo con un valor de 0.950 cercano a 1.

Figura 15: Prueba de Jackknife

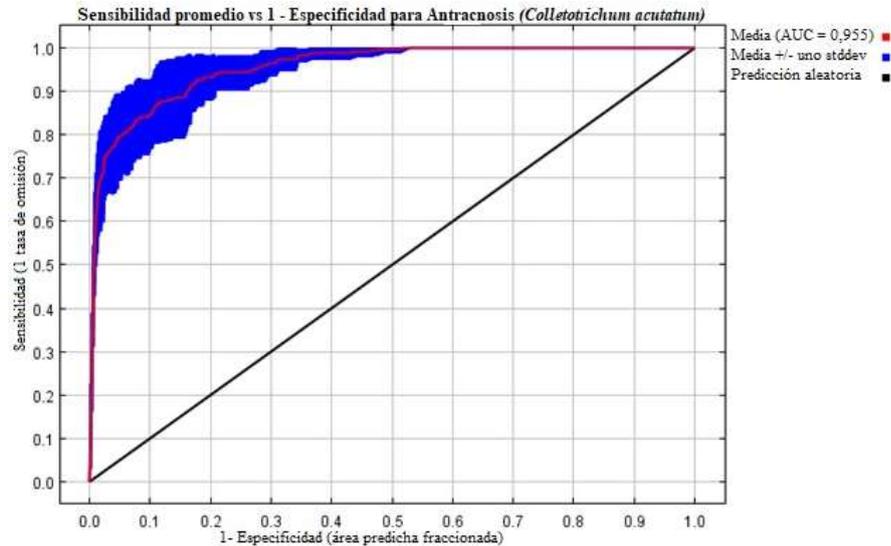


Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

En esta prueba de Jackknife (figura 15) logramos observar que la variable bioclimática que más información aporta cuando se utiliza aisladamente es la Bio 4 estacionalidad de temperatura, pero al mismo tiempo es esta variable que posee la mayor cantidad de información que no está presente en otras variables, sabiendo

que estos resultados es un promedio de las 10 réplicas realizadas en el programa MaxEnt.

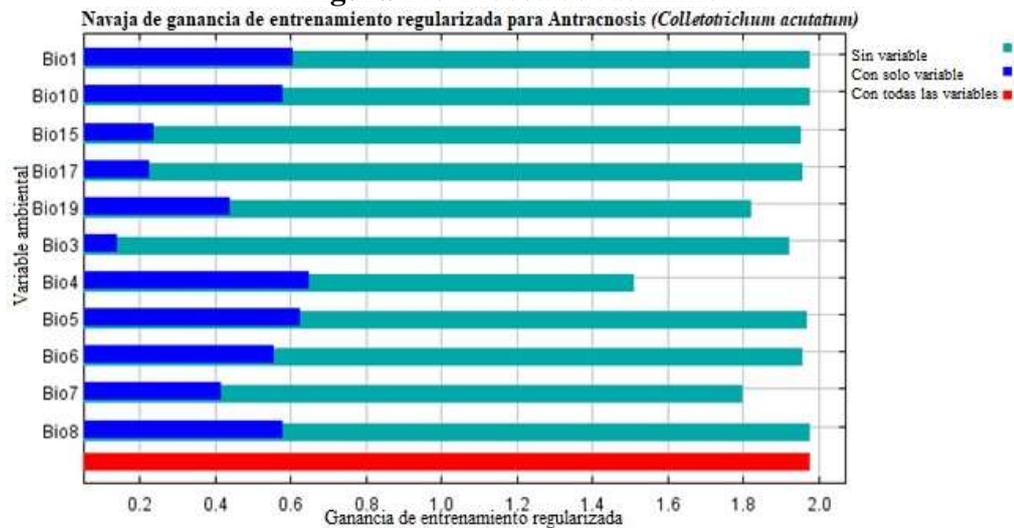
Figura 16: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MOHC HADGEM2-ES, escenario RCP 2.6, año 2080



Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

Logramos observar (figura 16) que la media de AUC demuestra la efectividad del modelo con un valor de 0.955 cercano a 1.

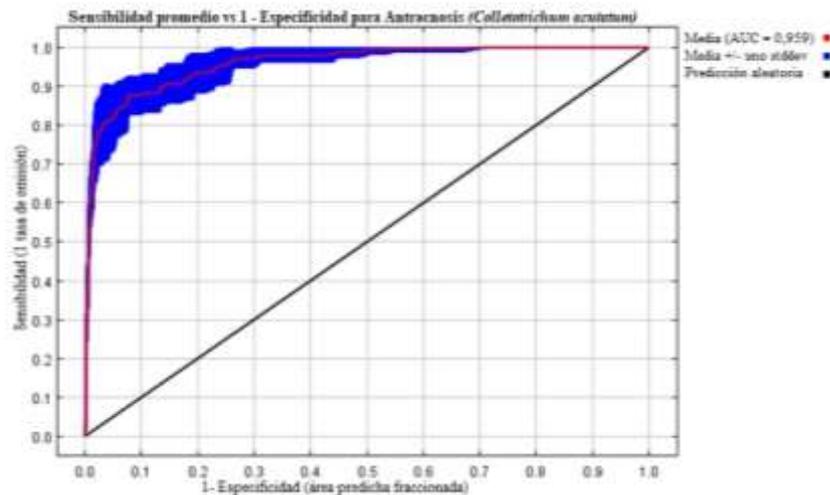
Figura 17: Prueba de Jackknife



Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

En la prueba de Jackknife (figura 17) la variable que más ganancia aporta cuando se utiliza aisladamente es la Bio4 y de igual manera esta misma variable disminuye la ganancia cuando se omite, el cual quiere decir que parece tener la mayor información que no está presente en las otras variables, sabiendo que estos son promedio de las 10 ejecuciones realizadas en el programa MaxEnt.

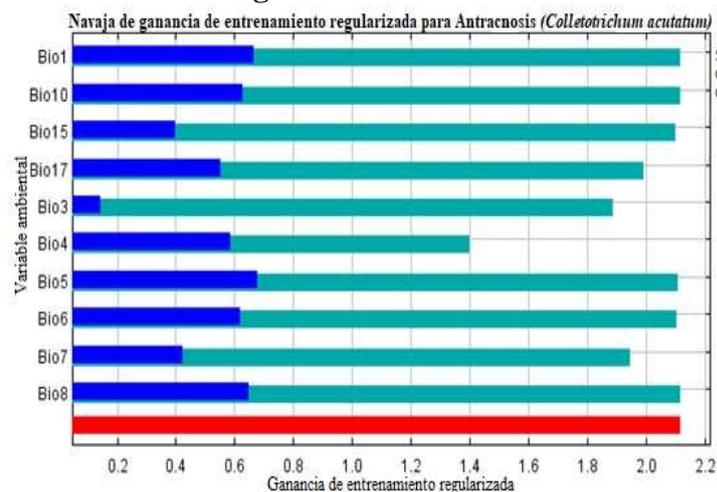
Figura 18: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MOHC HADGEM2-ES, escenario RCP 8.5, año 2050



Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

Logramos observar (figura 18) que la media de AUC demuestra la efectividad del modelo con un valor de 0.959 cercano a 1.

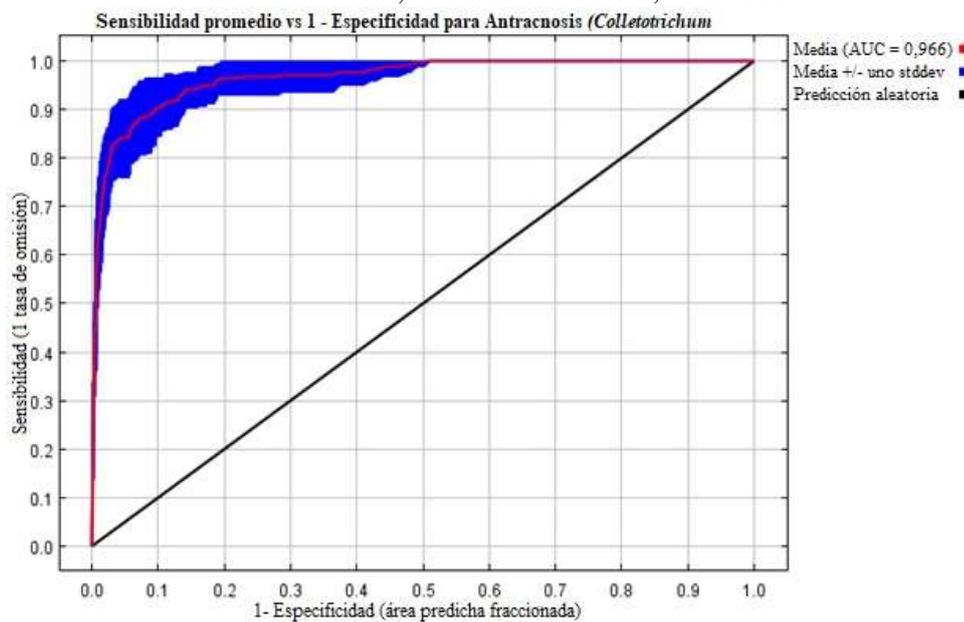
Figura 19: Prueba de Jackknife



Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

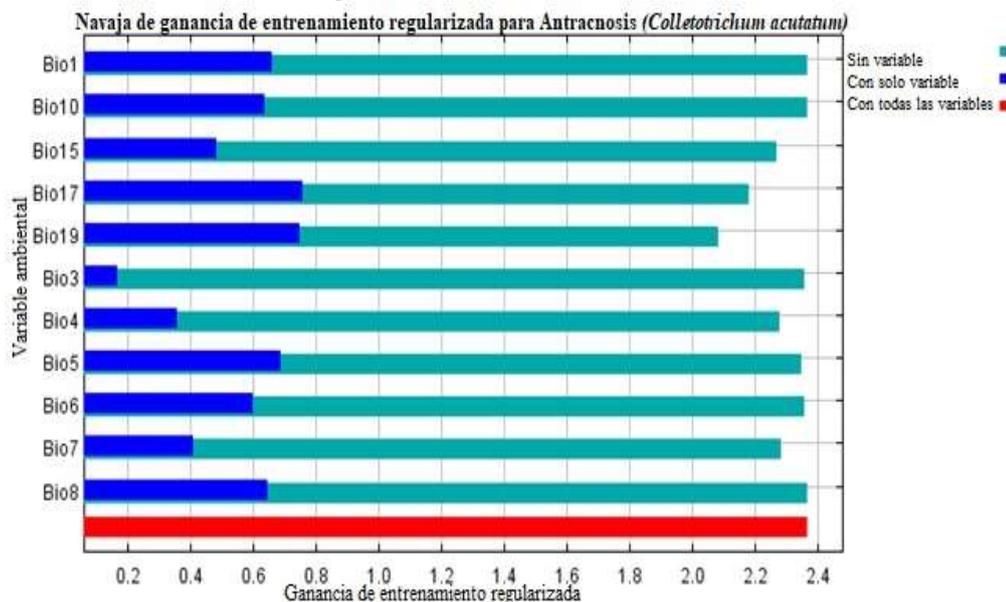
De las 11 variables bioclimáticas ejecutas en el programa MaxEnt (figura 19), la variable ambiental con mayor ganancia cuando se usa aisladamente es la Bio5 temperatura máxima del mes más caliente, a diferencia de la variable que disminuye la ganancia cuando se omite es la Bio 4 estacionalidad de temperatura, el cual parece poseer la mayor cantidad de información que no está presente en otras variables, tomando en cuenta que este resultado es un promedio de las réplicas realizadas.

Figura 20: Área bajo la curva del modelo de distribución potencial MOHC HADGEM2-ES, escenario RCP 8.5, año 2080



Fuente: Programa MaxEnt
Elaborado por: Quishpe Nila

La media de la curva de AUC (figura 20) de entrenamiento promedio para las ejecuciones repetidas es de 0.966 cercano a 1, representando la efectividad del modelo.

Figura 21: Prueba de Jackknife

Fuente: Programa MaxEnt

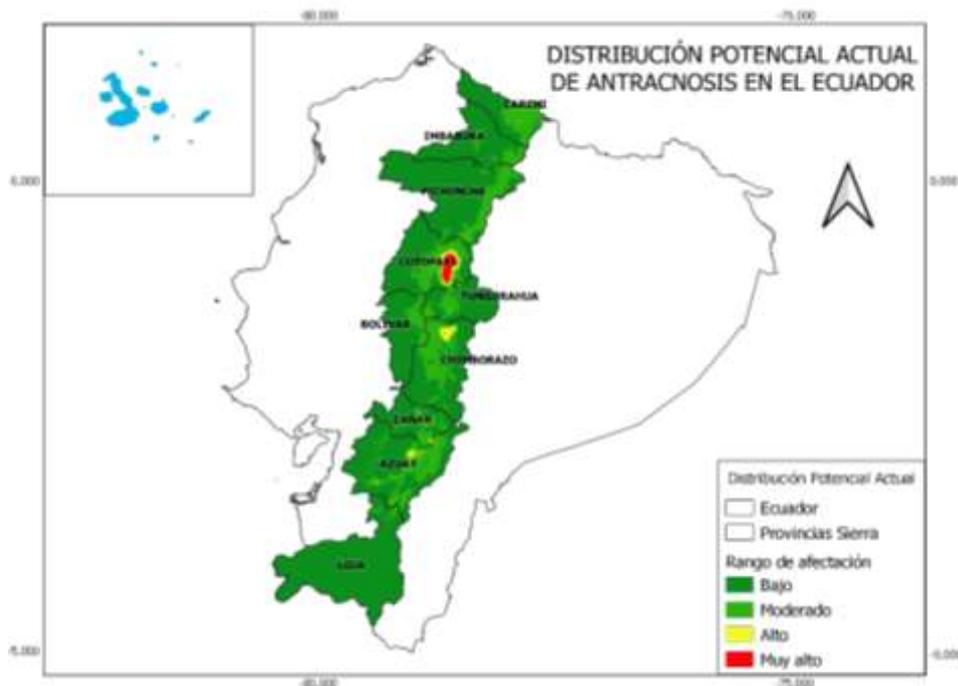
Elaborado por: Quishpe Nila

Observamos que la variable ambiental (figura 21) que posee más información útil para sí misma es la Bio 17 precipitación del trimestre más seco, a diferencia de la Bio 19 precipitación del trimestre más frío que parece tener la mayor información que no está presente en otras variables bioclimáticas, reiterando que este resultado es un promedio de las réplicas realizadas en el MaxEnt.

11.6 Distribución potencial actual

En el presente mapa de distribución potencial actual de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) (figura 22) se logra observar que la mayor distribución potencial de esta enfermedad se encuentra situada en las provincias de Cotopaxi, Cañar, Azuay y parte norte de la provincia de Chimborazo. las provincias que presentaron menor distribución son Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Bolívar, Loja y parte sur de Chimborazo.

Figura 22: Distribución potencial actual de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*)



Fuente: QGIS

Elaborado por: Quishpe Nila

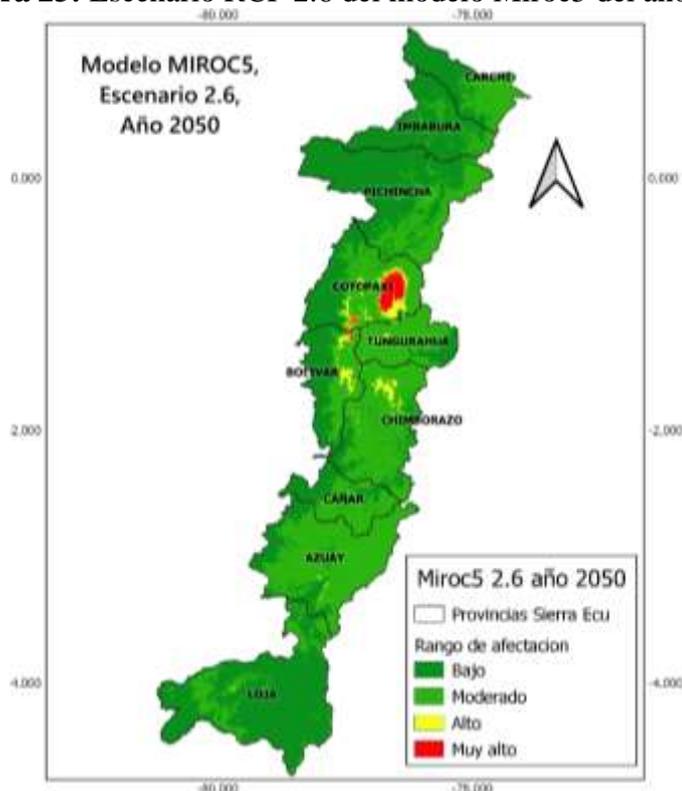
El modelo de distribución potencial actual de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en las zonas productivas del chocho (*Lupinus mutabilis*), clasificadas en rangos de afectación de probabilidad baja, probabilidad moderado, probabilidad alta y probabilidad muy alta.

- La distribución potencial actual de antracnosis indica un área de probabilidad baja (color verde oscuro) de 46.570,405 km² equivalente al 77,53%.
- Una probabilidad moderada (color verde claro) con un área de 12.439.415 km² equivalente al 20.70%.
- Una probabilidad alta (color amarillo) con un área de 658,742 km² equivalente al 1.10%.
- Una probabilidad muy alta (color rojo) con un área de 400.848 km² equivalente al 0,67%.

11.7 Distribución potencial de Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) bajo modelos de circulación global

Se obtuvo los modelos de distribución potencial de antracnosis actual y futura bajo los modelos de circulación global MIROC5 y MOHC HADGEM2- ES en los escenarios RCP2.6 y RCP 8.5 bajo los horizontes de tiempo 2050 y 2080.

Figura 23: Escenario RCP 2.6 del modelo Miroc5 del año 2050



Fuente: QGIS

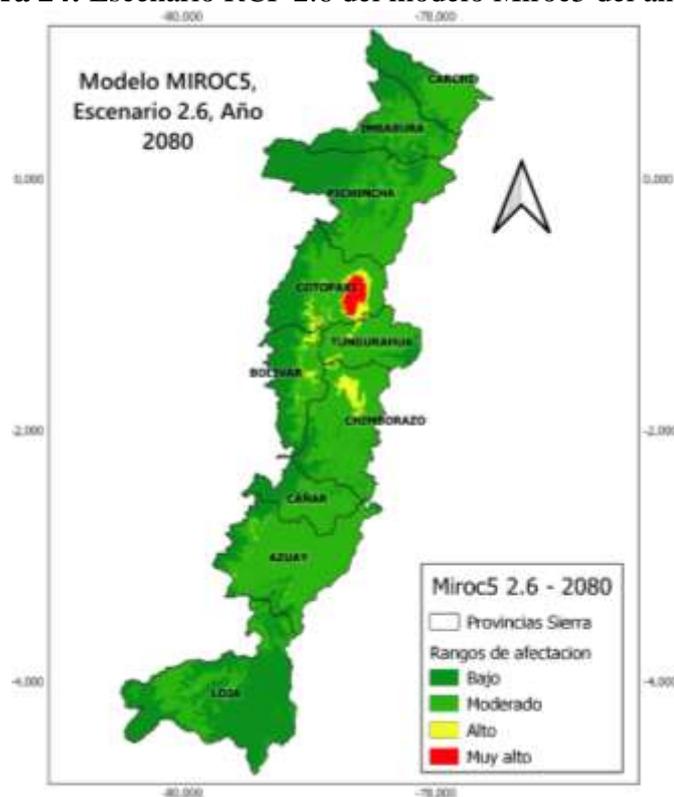
Elaborado por: Quishpe Nila

- El modelo de distribución potencial futura Miroc5 bajo el escenario RCP 2.6 para el año 2050 (figura 23) indica un área de 30.292,605 km² equivalente a 50,43% de probabilidad baja. A diferencia de la distribución actual el cual representa una disminución de 27.10% de este rango.
- Una probabilidad moderada con un área de 28.082,154 km² equivalente a 46,75% a diferencia de la distribución potencial actual, aumenta el 26.05 % de afectación.
- Una probabilidad alta con un área de 1.110,053 km² equivalente a 1.85%. Ha aumentado 0.75 % a diferencia del modelo actual.

- Una probabilidad muy alta con un área de 584,605 km² equivalente a 0.97%. Se ha incrementado un 30% de afectación.

Se logró observar que la mayor distribución potencial de este patógeno se sitúa en las provincias de Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua, y Chimborazo. Las provincias que presentaron menor distribución son Carchi, Imbabura, Pichincha, Cañar, Azuay y Loja.

Figura 24: Escenario RCP 2.6 del modelo Miroc5 del año 2080



Fuente: QGIS

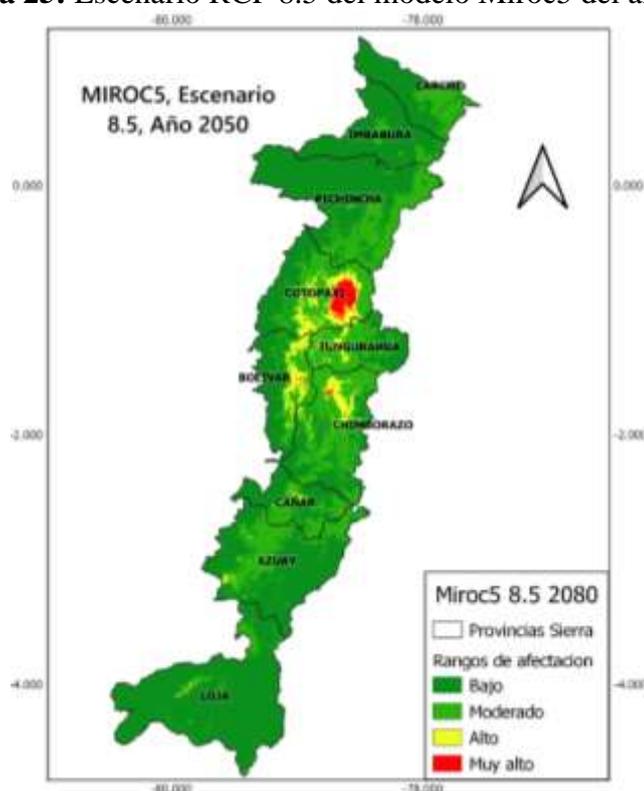
Elaborado por: Quishpe Nila

- El modelo de distribución potencial futura Miroc5 bajo el escenario RCP 2.6 para el año 2080 (figura 24) indica un área de 24.223,158 km² equivalente a 40.33% de probabilidad baja. A diferencia de la distribución actual el cual representa una disminución de 37.20% de este rango.
- Una probabilidad moderada con un área de 33.977,312 km² equivalente a 56,56% a diferencia de la distribución potencial actual, aumenta el 35.86 % de afectación.

- Una probabilidad alta con un área de 1.357,843 km² equivalente a 2.26%. Ha aumentado 1.16 % a diferencia del modelo actual.
- Una probabilidad muy alta con un área de 511,103 km² equivalente a 0.85%. Se ha incrementado un 0.18% de afectación.

Se logró observar que la mayor distribución potencial de este patógeno se sitúa en las provincias de Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua, y Chimborazo. Las provincias que presentaron menor distribución son Carchi, Imbabura, Pichincha, Cañar, Azuay y Loja.

Figura 25: Escenario RCP 8.5 del modelo Miroc5 del año 2050



Fuente: QGIS

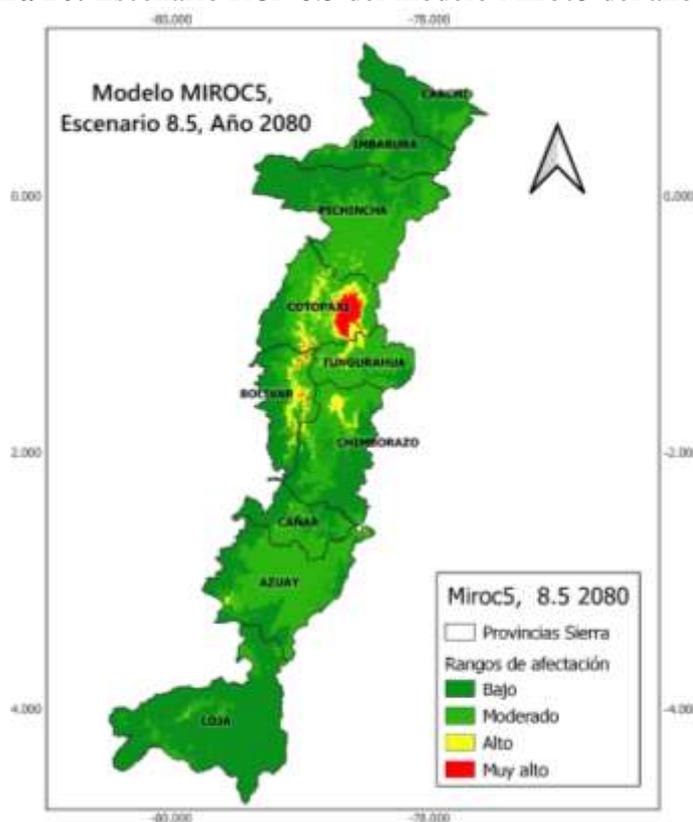
Elaborado por: Quishpe Nila

- El modelo de distribución potencial futura Miroc5 bajo el escenario RCP 8.5 para el año 2050 (figura 25) indica un área de 38.872,886 km² equivalente a 64.71% de probabilidad baja. A diferencia de la distribución actual el cual representa una disminución de 12,82% de este rango.
- Una probabilidad moderada con un área de 17.971,456 km² equivalente a 29,92% a diferencia de la distribución potencial actual, aumenta el 9.22 % de afectación.

- Una probabilidad alta con un área de 2.637,064 km² equivalente a 4.39%. Ha aumentado 3.29 % a diferencia del modelo actual.
- Una probabilidad muy alta con un área de 588,010 km² equivalente a 0.98%. Se ha incrementado un 0.31% de afectación.

Se observó que la mayor distribución potencial de este patógeno se sitúa en las provincias de Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua, Chimborazo y lado oeste de las provincias de Cañar, Azuay y Loja. Las provincias que presentaron menor distribución son Carchi, Imbabura, Pichincha y lado este de Cañar, Azuay y Loja.

Figura 26: Escenario RCP 8.5 del modelo Miroc5 del año 2080



Fuente: QGIS

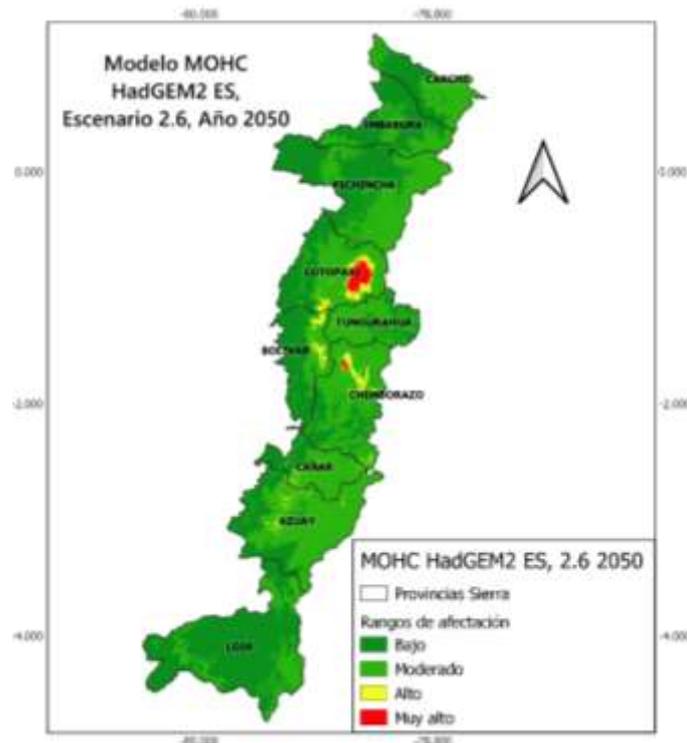
Elaborado por: Quishpe Nila

- El modelo de distribución potencial futura Miroc5 bajo el escenario RCP 8.5 para el año 2080 (figura 26) indica un área de 31.410,402 km² equivalente a 52.29% de probabilidad baja. A diferencia de la distribución actual el cual representa una disminución de 25.24% de este rango.

- Una probabilidad moderada con un área de 25.385,949 km² equivalente a 42.26% a diferencia de la distribución potencial actual, aumenta el 21.56 % de afectación.
- Una probabilidad alta con un área de 2.591,041 km² equivalente a 4.31%. Ha aumentado 3.21 % a diferencia del modelo actual.
- Una probabilidad muy alta con un área de 682,025 km² equivalente a 1.14%. Se ha incrementado un 0.47% de afectación.

Se observó que la mayor distribución potencial de esta enfermedad se sitúa en las provincias de Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua y Chimborazo. Las provincias que presentaron menor distribución son Carchi, Imbabura, Pichincha, Cañar, Azuay y Loja.

Figura 27: Escenario RCP 2.6 del modelo MOHC HADGEM2-ES, del año 2050



Fuente: QGIS

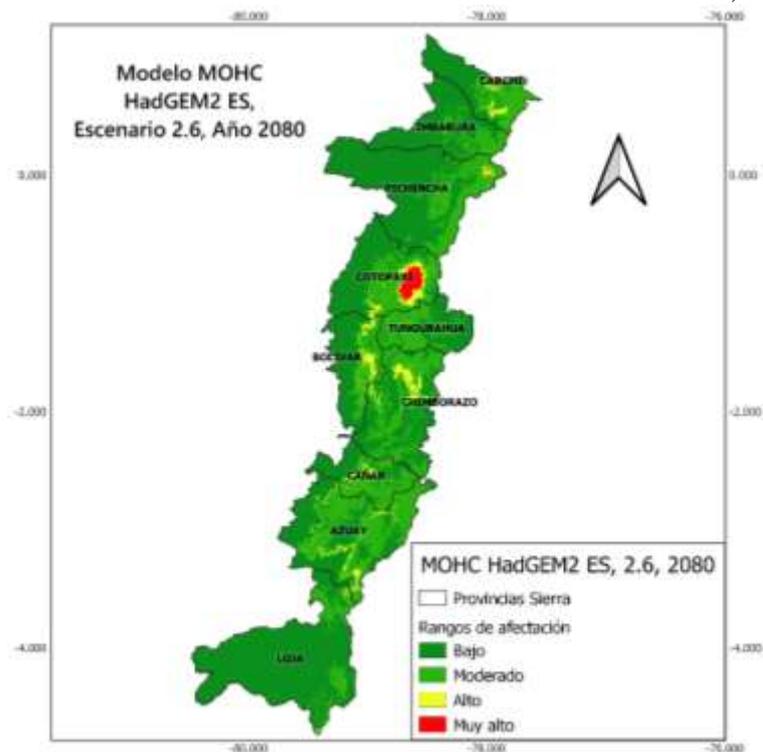
Elaborado por: Quishpe Nila

- El modelo de distribución potencial futura MOHC HADGEM2-ES bajo el escenario RCP 2.6 para el año 2050 (figura 27) indica un área de 28.023,955 km² equivalente a 46.65% de probabilidad baja. A diferencia de la distribución actual el cual representa una disminución de 30.88% de este rango.

- Una probabilidad moderada con un área de 30.224,552 km² equivalente a 50.32% a diferencia de la distribución potencial actual, aumenta el 29.62 % de afectación.
- Una probabilidad alta con un área de 1.327,764 km² equivalente a 2.21%. Ha aumentado 1.11 % a diferencia del modelo actual.
- Una probabilidad muy alta con un área de 493.146 km² equivalente a 0.82%. Se ha incrementado un 0.15% de afectación.

Se observó que la mayor distribución potencial de esta enfermedad se encuentra en las provincias de Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo Cañar y parte este de Azuay. Las provincias que presentaron menor distribución son Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Loja y parte oeste de Azuay.

Figura 28: Escenario RCP 2.6 del modelo MOHC HADGEM2-ES, del año 2080



Fuente: QGIS

Elaborado por: Quishpe Nila

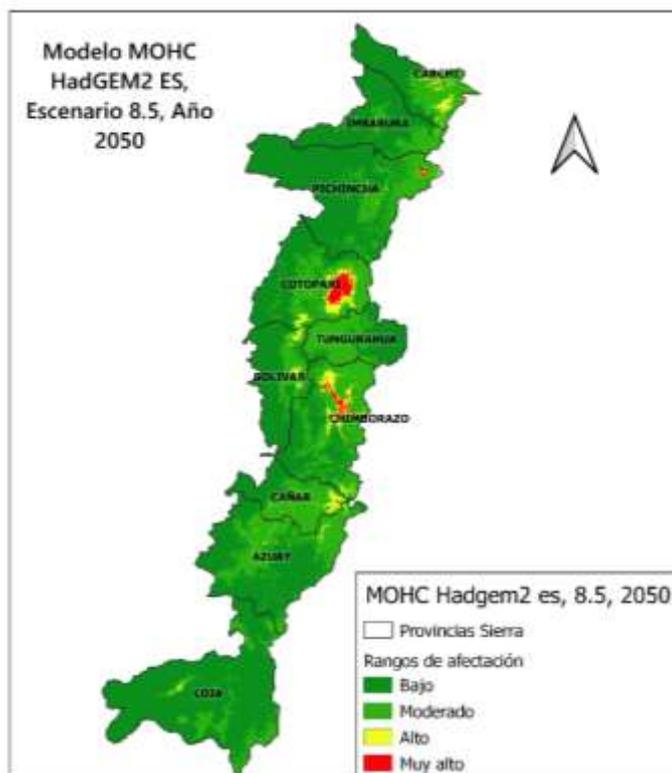
- El modelo de distribución potencial futura MOHC HADGEM2-ES bajo el escenario RCP 2.6 para el año 2080 (figura 28) indica un área de 37.624,024 km² equivalente a 62.63% de probabilidad baja. A diferencia de la

distribución actual el cual representa una disminución de 14.9% de este rango.

- Una probabilidad moderada con un área de 20.112,052 km² equivalente a 33.48% a diferencia de la distribución potencial actual, aumenta el 12.78 % de afectación.
- Una probabilidad alta con un área de 1.845,312 km² equivalente a 3.07%. Ha aumentado 1.97% a diferencia del modelo actual.
- Una probabilidad muy alta con un área de 488,029 km² equivalente a 0.81%. Se ha incrementado un 0.14% de afectación.

Se logró observar que la mayor distribución potencial de este patógeno se encuentra en las provincias de Carchi, noreste de Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, Cañar y Azuay. Las provincias que presentaron menor distribución son Imbabura, Pichincha, Tungurahua y Loja.

Figura 29: Escenario RCP 8.5 del modelo MOHC HADGEM2-ES, del año 2050



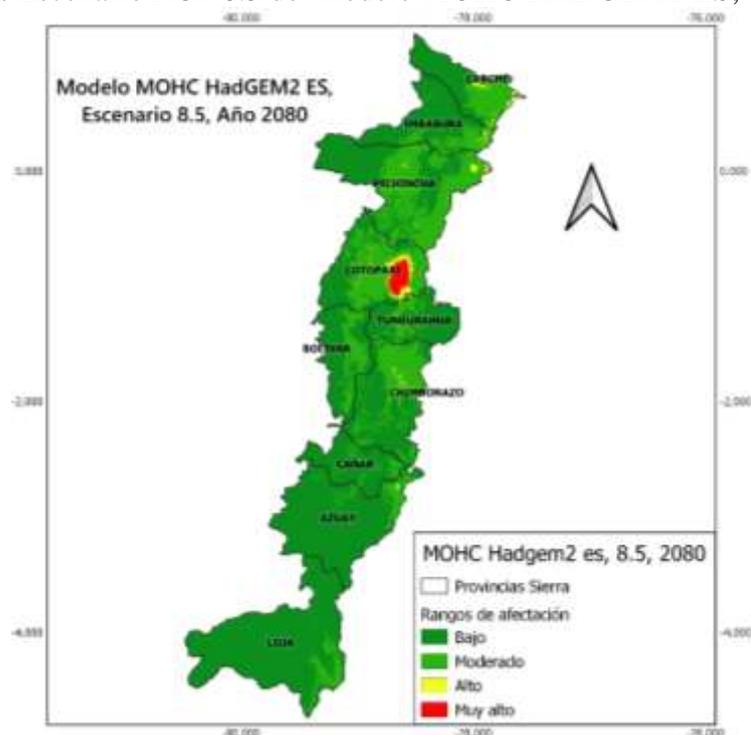
Fuente: QGIS

Elaborado por: Quishpe Nila

- El modelo de distribución potencial futura MOHC HADGEM2-ES bajo el escenario RCP 8.5 para el año 2050 (figura 29) indica un área de 37.785,326 km² equivalente a 62.90% de probabilidad baja. A diferencia de la distribución actual el cual representa una disminución de 14.63% de este rango.
- Una probabilidad moderada con un área de 20.041,912 km² equivalente a 33.36% a diferencia de la distribución potencial actual, aumenta el 12.66% de afectación.
- Una probabilidad alta con un área de 1.642,24 km² equivalente a 2.73%. Ha aumentado 1.63% a diferencia del modelo actual.
- Una probabilidad muy alta con un área de 599,939 km² equivalente a 1%. Se ha incrementado un 0.33% de afectación.

Se analizó que la mayor distribución potencial de este patógeno se sitúa en las provincias de Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo y lado oeste de las provincias de Carchi y Cañar. Las provincias que presentaron menor distribución son Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Cañar, Azuay y Loja.

Figura 30: Escenario RCP 8.5 del modelo MOHC HADGEM2-ES, del año 2080



Fuente: QGIS
Elaborado por: Quishpe Nila

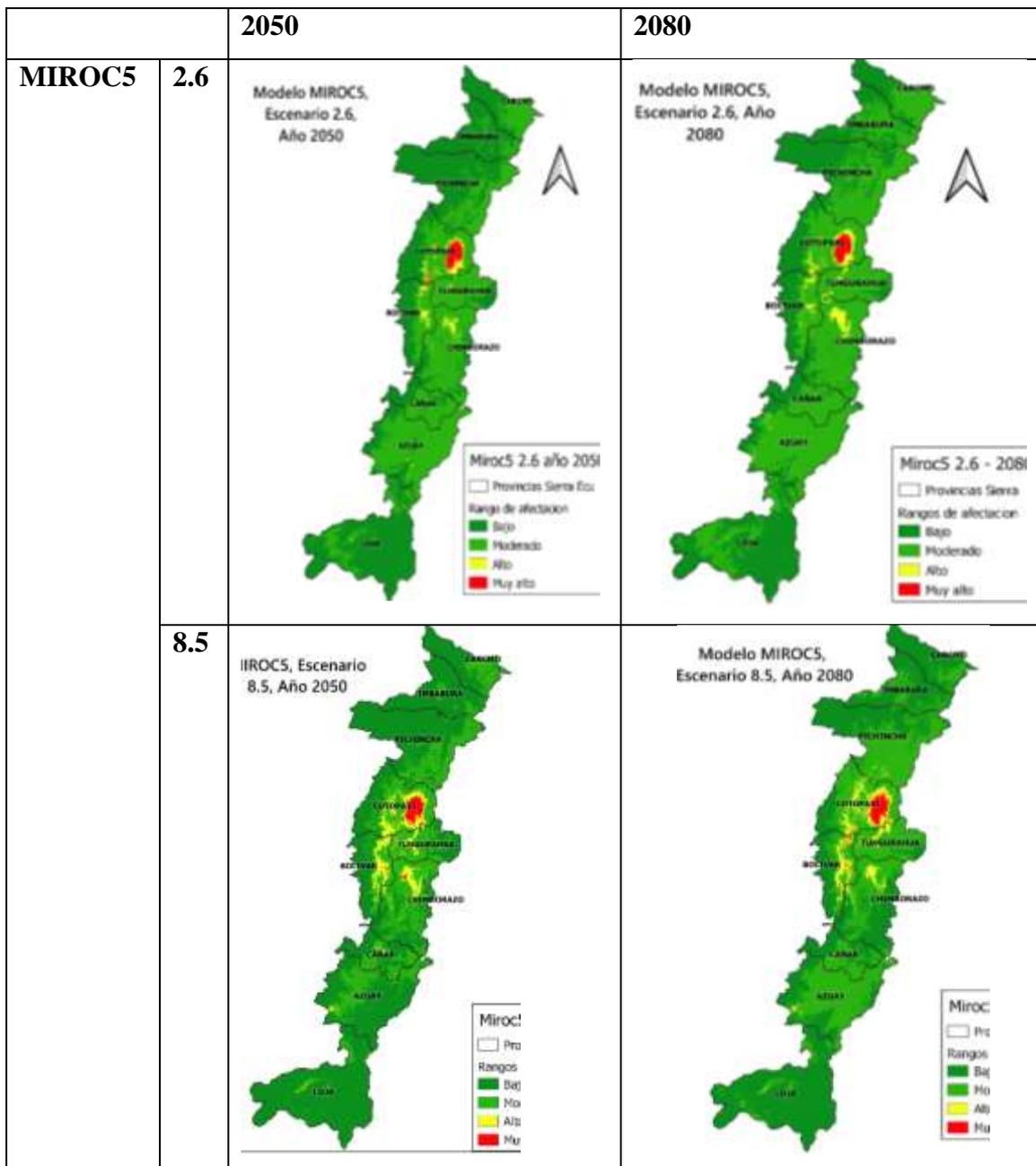
- El modelo de distribución potencial futura MOHC HADGEM2-ES bajo el escenario RCP 8.5 para el año 2080 (figura 30) indica un área de 41.903,139 km² equivalente a 69.76% de probabilidad baja. A diferencia de la distribución actual el cual representa una disminución de 7.77% de este rango.
- Una probabilidad moderada con un área de 19.982,531 km² equivalente a 28,27% a diferencia de la distribución potencial actual, aumenta el 7.57 % de afectación.
- Una probabilidad alta con un área de 674,351 km² equivalente a 1.12%. Ha aumentado 0.02% a diferencia del modelo actual.
- Una probabilidad muy alta con un área de 509,396 km² equivalente a 0.85%. Se ha incrementado un 0.18% de afectación.

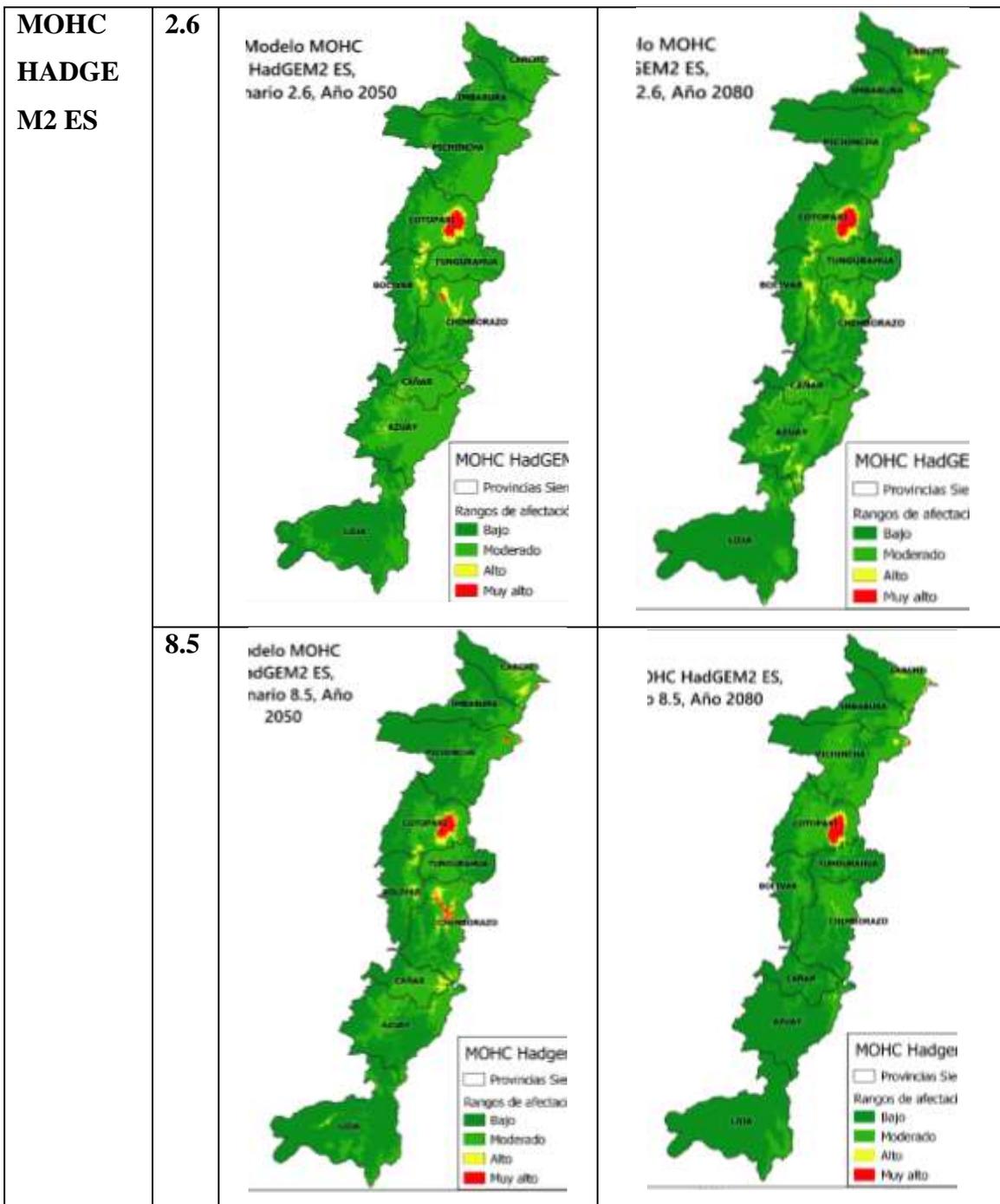
Se observó que la mayor distribución potencial de este patógeno se encuentra en las provincias del lado oeste de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi y Chimborazo. Las provincias que presentaron menor distribución son Tungurahua, Bolívar, Cañar, Azuay y Loja.

11.8 Distribución potencial de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) bajo dos modelos climáticos globales MIROC5 y MOHC HADGEM2-ES.

Los modelos de distribución potencial futuras realizadas permitieron identificar las provincias que se podrían ver afectadas por la distribución de la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*), bajo los modelos climáticos globales, MIROC5 y MOHC HADGEM2-ES para el año 2050 y 2080 en los escenarios RCP 2.6 y RCP 8.5, el cual se logra observar diferentes resultados.

Tabla 8: Modelos de distribución futura de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en la Sierra ecuatoriana





Fuente: QGIS
Elaborado por: Quishpe Nila

La comparación entre las distribuciones potenciales de los modelos MIROC5 y MOHC HADGEM2-ES de los escenarios RCP 2.6 y RCP 8.5 para los horizontes de tiempo 2050 y 2080, indica que la mayor probabilidad de desarrollarse la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) se encuentra en el modelo MIROC5 del escenario RCP 8.5 de año 2080 con un área total de 3.273,066 km² entre el rango

bajo y moderado, equivalente al 5.45%, mientras que la menor probabilidad de desarrollarse el patógeno se encuentra en el escenario RCP 8.5 del año 2080 del modelo MOHC HADGEM2-ES con un área total de 58.885,67 km² entre el rango alto y muy alto equivalente al 98.03%.

En todos los modelos de distribución potencial futura podemos observar que la menor probabilidad de desarrollarse la antracnosis se encuentra en las provincias Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Cañar, Azuay y Loja. Las provincias que se podrían ver mayormente afectados por la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en un futuro son Cotopaxi, Bolívar y Chimborazo.

Como podemos observar en los modelos de distribución potencial se puede distinguir que las zonas con rangos bajos y moderados de presencia de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en las provincias de la Sierra están ubicados espacialmente hacia el oriente en el cual se encuentran condiciones más frías y un poco húmedas, debido a que en el límite la cordillera oriental existen condiciones un poco más frías. Como podemos observar en la provincia de Loja no existe mucha afectación y se encuentra en un rango bajo y solo la parte norte se ve afectada, debido a que la gran parte de esta provincia no es exactamente de clima frío y es la parte seca de la Sierra.

En el estudio de Evaluar el impacto del cambio climático en la distribución mundial de *Dalbulus maidis* (DeLong) usando MaxEnt, en el modelo propuesto MIROC5, la variable bioclimática relacionada con la temperatura tuvo un papel importante en las proyecciones de distribución espacial del saltahojas del maíz. Juntas, las variables relacionadas con la temperatura determinaron el 86,1% del modelo de *D. maidis*. (Santana, Kumar, Da Silva, Pereira, & Picanco, 2018) estos autores expresan que las variables bioclimáticas que más aportaron en su estudio son las de precipitación y temperatura, en el cual es acorde con lo que en este proyecto de investigación se halla.

Se comparó con el modelo de distribución Geográfica Potencial de la Especies de Psitácidos Neotropicales Utilizando Variables Climáticas Y Topográficas en la cual en la base de datos se constituyó por 147 registros de *A. xantholora* y nueve de *A. oratrix*, los cuales carecen de registros duplicados y estos fueron tomados entre los

años de 1910 al 2009. Las capas climáticas que fueron utilizadas para generar los modelos cubrieron un intervalo temporal desde el año de 1910 hasta 2009, las cuales contaron con un mayor número de estaciones que las utilizadas por WorldClim y reúnen 19 variables bioclimáticas derivadas de valores mensuales de precipitación y temperatura. El valor del AUC del mejor modelo de distribución geográfica potencial de *A. xantholora*, con los datos de entrenamiento, fue de 0.92; mientras que el de validación fue de 0.83. (Pilasencia et ál, 2014)

En base a este estudio citado se recalca el valor de AUC mayor de 0.75 demuestra la eficiencia y precisión de los modelos de distribución potencial para predecir la especie en un horizonte de tiempo con modelos de circulación global.

En fin, estos resultados pueden ser aplicables en diferentes acciones de prevención y control de la antracnosis para un futuro. Estos modelos deben considerar, por tanto, como un acercamiento útil y mejorable, y como una herramienta aplicable a otros problemas actuales como, por ejemplo, la previsión de los potenciales impactos del cambio climático en la distribución de especies (Dawson, 2004).

12 IMPACTOS

12.1.1 Impacto social

El proyecto brindara resultados de los modelos de distribución potencial futura de afectación de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) hacia el chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), siendo esta investigación útil para los agricultores que se dediquen al cultivo de chocho en la sierra ecuatoriana

12.1.2 Impacto ambiental

Este estudio de modelo de nicho ecológico para predecir la distribución potencial de la antracnosis hacia el chocho permitirá conocer la posibilidad de incidencia del patógeno, promoviendo el manejo adecuado de los cultivos de chocho por parte de los agricultores

12.1.3 Impacto económico

Esta investigación da a conocer las áreas con mayor posibilidad de desarrollarse la antracnosis, con el fin de que el agricultor no invierta en zonas de mayor incidencia de esta enfermedad, consiguiendo ahorrar e invertir en otro tipo de cultivo, minimizando o mitigando el uso de fungicidas.

13 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 9: Presupuesto

RECURSOS	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario	V. Total
Equipos				
Computador (uso)	100	horas	1,00	100,00
Materiales y suministros				
Cuaderno	1		1,50	1,50
Lápiz	3		0,50	1,50
Borrador	2		0.60	1.20
Esfero	4		0.45	1.80
Material bibliográfico y fotocopias				
Papel bond	2	resmas	4,00	8,00
Impresiones	600	hojas	0,20	120,00
Anillado	5		3,00	15
Libros (uso)	20	horas	5,00	100,00
Otros recursos				
Empastado	80		80	80
Internet	3	meses	22.40	67,20
Transporte	10		2.50	25
Alimentación	15		2	30
TOTAL				551.20
IMPREVISTOS				
10%				55,12
TOTAL				606,32

Elaborado por: Quishpe Nila

14 Conclusiones

Se realizó los modelos de nicho ecológico para predicción de la distribución potencial de antracnosis hacia el chocho en la sierra ecuatoriana, obteniendo esto con una base de registros de presencia, la correlación de las variables bioclimáticas y mediante MaxEnt el cual nos permitió obtener datos de AUC superiores a 0.75 logrando demostrar la precisión del modelo.

Los modelos MIROC5 y MOHC HADGEM2 ES predicen para el horizonte de tiempo 2050 y 2080 bajo el escenario RCP 2.6 y 8.5 una disminución de afectación de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en las zonas productivas del chocho para la probabilidad baja pero un aumento en la afectación de probabilidad moderada y alta.

El modelo que predice el mayor incremento de antracnosis para la afectación de probabilidad muy alta fue el MIROC5 para el año 2080 bajo el escenario RCP 8.5 con un porcentaje de 5.45% en un área total de 3.273.066 km² de rango alto- muy alto, en el cual esto podría provocar pérdidas económicas a los agricultores de las provincias de Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua y Chimborazo

Según los modelos propuestos las variables bioclimáticas que más información útil generaron en las pruebas de Jackknife son la Bio1 temperatura media anual, la Bio4 estacionalidad de temperatura y la Bio 17 precipitación del trimestre más seco. Mientras que la variable que más información útil posee cuando se usa aisladamente es la Bio4 mencionada anteriormente.

15 Recomendaciones

Se recomienda a las próximas investigaciones implementar diferentes modelos de distribución potencial con el fin de comparar resultados.

Actualizar los datos de presencia de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) para mejorar la calidad de información de los modelos de distribución potencial, debido a que cada año los datos de presencia varían.

Difundir los resultados a los agricultores con el fin de que estén informados sobre la posibilidad de desarrollarse la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en un futuro.

Bibliografía

- Acuña, G. E. (agosto de 2017). “*Determinación de áreas vulnerables a la presencia actual y futura de antracnosis (Colletotrichum acutatum) en Zonas productoras de chocho del Cantón Latacunga*”. Obtenido de Repositorio UTC: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4279/1/UTC-PC-000166.pdf>
- Angel. (13 de 12 de 2012). *¿Qué es y para qué sirve Excel?* Obtenido de access y excel: <http://www.accessyexcel.com/que-es-y-para-que-sirve-excel/>
- Bayer. (2017). *Ni jardin revista online*. Obtenido de Ni jardin revista online: <https://www.mijardin.es/problemas/enfermedades/antracnosis/>
- Caicedo, C. (2000). *ZONIFICACION POTENCIAL, SISTEMAS DE PRODUCCION DEL CHOCHO EN ECUADOR*. Obtenido de INIAP: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/441/4/iniapscbt89.pdf>
- Camacho, C. (2015). Posibles efectos el calentamiento global sobre el nicho climatico de algunas especies en los Andes Tropicales. *EcoCiencia*, 15-38. Obtenido de Posibles efectos del calentamiento global sobre el nicho climatico de algunas especies en los Andes Tropicales, Paramo y cambio climatico.
- Campos Rodríguez, J. I. (2015). *Modelaje de la distribución potencial de 10 especies de anfibios y reptiles en riesgo de extinción con escasos registros de presencia*. doi:10.13140/RG.2.2.28810.88001
- Cerda, J., & Cifuentes, L. (2012). Uso de curvas ROC en investigación clínica. Aspectos teórico-prácticos. *Revista chilena de infectología*, 29(2), 138-141. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0716-10182012000200003&script=sci_arttext&tlng=p
- Chamdlers, N. (2012). Contribución de los aerosoles al rápido calentamiento del clima a corto plazo según el RCP 2.6. *cartas de investigacion geofisica*, 39.

- Chavarria, M. U. (2011). *Evolucion de las enfermedades*. ESTELI. Obtenido de <https://martinurbinac.files.wordpress.com/2011/08/unidad-ii-fitop-general-20111.pdf>
- Coelho, L. (2013). *Modelación de la distribución potencial del aguará guazú (Chrysocyon brachyurus) (Illiger, 1815) (Mammalia: Carnivora) en el límite sur de su distribución y su relación con factores climáticos. Geográficos y/o antrópicos*. Obtenido de Colímbri, conocimiento libre repositorio institucional: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/5130/1/uy24-16499.pdf>
- Collins, W., & Bellouin, M. (2008). Familia HadGEM2: modelo de predicción climática de Met Office. *Met Office*. Obtenido de <https://www.metoffice.gov.uk/research/approach/modelling-systems/unified-model/climate-models/hadgem2>
- Copo, L. X. (13 de agosto de 2014). *reduccion de la infeccion de antracnosis (colletotrichum acutatum) en semilla de cinco cultivares de chocho (lupinus mutabilis) por efecto del calor solar*. Obtenido de repositorio departamento de ciencias de la vida y de la agricultura: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10710/1/T-ESPE-IASA%20I-001002.pdf>
- Cruz, W. (Mayo de 2010). *estudio de antracnosis*. Obtenido de http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro10/cap03_1_3.htm
- Cuastumal, J. L. (2015). “*Evaluación del rendimiento de cuatro ecotipos de chocho (Lupinus mutabilis), en el Centro Experimental San Francisco, en Huaca – Carchi*”. Obtenido de ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/355/1/252%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20rendimiento%20de%20cuatro%20ecotipos%20de>

%20chocho%20%28Lupinus%20mutabilis%29%2C%20en%20el%20Centro%20Experimental%20San%20Francisco.pdf

Dawson, P. R. (2004). Bioclimate envelope models: What they detect and what they hide - response to Hampe. *Global Ecology and Biogeography*, 361-371. Obtenido de scielo.

Delgado, C. (2013). *CARACTERIZACION MORFOLOGICA, PATOGENICA DE LA ANTRACNOSIS*. Obtenido de VALLE DEL CAUCA: Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1689–1699.

Delgado, C. J. (19 de Junio de 2013). *CARACTERIZACION MORFOLOGICA, PATOGENICA Y MOLECULAR DE ESPECIES DE Colletotrichum spp. CAUSANTES DE LA ANTRACNOSIS DEL FRUTO DE AJI Y PIMENTON Capsicum spp. EN EL VALLE DEL CAUCA*. Obtenido de Instituto de investigación Agropecuaria, Chile: <http://bdigital.unal.edu.co/12716/1/7711008.2013.pdf>

Fernandez, P., & Diaz, P. (2001). Relación entre variables cuantitativas. *Metodología de la Investigación.*, 1(6).

FIC. (2011). TALLER DE FORMACIÓN EN ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO Y APLICACIONES METEOROLÓGICAS OPERATIVAS. *Fundación para la Investigación del Clima*.

Field, A. (2013). *Descubrimiento de estadísticas utilizando estadísticas de IBM SPSS*. Sabio.

G., R. M., M., A. F., & Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista chilena de historia natural*, 84(2), 217-240. Obtenido de scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2011000200008

Graterol, L. E. (2020). Ciencia de datos en QGIS, potencial inexplorado. *NOSOLOSIG*. Obtenido de <http://www.nosolosig.com/articulos/1165-ciencia-de-datos-en-qgis-potencial-inexplorado>

- Gross, R. (2018). *El cultivo y la utilización del tawir*. Roma: Agencia Romana de cooperacion tecnica.
- Guatanabe, M. (2010). Simulación climática mejorada por MIROC5: estados medios, variabilidad y sensibilidad climática. *American Meteorologica Society*, 23(23), 6312–6335. doi:<https://doi.org/10.1175/2010JCLI3679.1> .
- Guaytarrilla, C. F. (06 de Junio de 2014). *IX CONGRESO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPE 2014*. Obtenido de selección por arquitectura de la planta y resistencia a la antracnosis de 7 genotipos de chocho (*lupinus mutabilis*):
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/86/84>
- Guaytarrilla, P. (2014). *Selección pro arquitectura de la planta y rsistencia a la Antracnosis de 7 Genotipos de Chocho (Lupinus mutabilis)*. Obtenido de CIENCIA Y TECNOLOGIA- ESPE:
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/86>
- Guevara, L., Paniagua, L., Ríos, J., & Anderson, R. P. (2017). Variación entre Modelos de Circulación Global para reconstrucciones de distribuciones geográficas del Último Máximo Glacial: relevancia en la filogeografía. *REVISTA CIENTÍFICA DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE- ECOSISTEMAS*, 62-76. Obtenido de <http://www.revistaecosistemas.net/>
- Guión Conceptos Básicos sobre Cambio Climático. (s.f.). *LIMACOP20*. Recuperado el 04 de 09 de 2020, de CMP10.
- Gustavo Cruz, J. L. (07 de Mayo de 2014). *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*. Obtenido de Selección de predictores ambientales para el modelado de la distribución de especies en Maxent:
<https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.09.034>
- Hubbell. (2001). *nicho ecologico*. Obtenido de http://www.sisal.unam.mx/labeco/LAB_ECOLOGIA/ECO_presentaciones_files/nicho_ecologico.ppt.pdf

- Ibujez, M. O. (2011). Coeficiente de correlación de Karl Pearson.
- Illoldy, P., & Esacalante, T. (2008). De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. *Focus Article*, 8.
- INEC. (2010). *Resultados del Censo Población*. Obtenido de INEC: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- INIAP. (2006). *usos alternativos del chocho*. Obtenido de Repositorio INIAP: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/298/1/iniapscbd333.pdf>
- INIAP. (2010). *Leguminosas y Granos Andinos*. Obtenido de INIAP: [iniap.gob.ec/pruebav3/leguminosas-y-granos-andinos/](https://repositorio.iniap.gob.ec/pruebav3/leguminosas-y-granos-andinos/)
- Jarrin, J. G., & Agrios, N. (1995). *Antracnosis*. C&C. Obtenido de Sintoms y Control Químico de Antracnosis en Naranjilla: https://books.google.com.ec/books?id=r5QzAQAAMAAJ&pg=PA26&lpg=PA26&dq=agrios+1995+antracnosis&source=bl&ots=D0dQLK_REy&sig=ACfU3U1KJfofoq3Q8NUKwa_MhPTIFvnXeQA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwic4ZPnzzmAhWPVN8KHaP4BdgQ6AEwAHoECAgQAQ#v=onepage&q=agrios&f=false
- Jayat, J. P., & Pacheco, S. (2006). Distribución de *Necromys lactens* y *Phyllotis osilae* (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) en el Noroeste argentino: modelos predictivos basados en el concepto de nicho ecológico. *Mastozoología Neotropical*, 69-88. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457/45713106>
- Leathwick, & Elith . (2009). Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 667 - 697.
- Loja, N. G., & Orrellana, S. M. (s.f.). *Propuesta gastronómica de aplicación innovadora del chocho*. Recuperado el 01 de 09 de 2020, de Repositorio de la Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1569/1/tgas32.pdf>

Los Andes. (s.f.). *Los andes*. Recuperado el 01 de 09 de 2020, de INFOR ECUADOR:

<https://visitaecuador.com/ve/mostrarRegistro.php?idRegistro=245&informacion=3>

Madrid, & Sanchez. (Junio de 2009). *INIAP*. Obtenido de chocho: <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/298/1/iniapscbd333.pdf>

Maroneze, M. M. (2014). *Revista ambiente y agua*. Obtenido de Gerenciamento do elemento em resíduos industriais: <https://doi.org/10.4136/1980-993X>

Martinez, N. (2008). *Modelacion de nicho ecologico*.

MATEO, R. G. (2011). Revista chilena de historia natural. *Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética*, 217-240.

Mendoza, J. E. (2019). Distribución potencial y nicho fundamental de *Moniliophthora* spp en cacao de América y África. *Agronomía Mesoamericana*, 30(3), 659-679. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/35038/39598>

Milla, F. (diciembre de 2018). *VALIDEZ DE DATOS*. Obtenido de articulo científico:

https://www.researchgate.net/publication/329703216_Validez_de_los_datos_de_precipitacion_media_mensual_1970-2000_generados_por_el_modelo_WorldClim_V20_para_Venezuela

Naoki, K., Gomez, M. G., Lopez, R. P., Meneses, R. I., & Vargas, J. (2006). Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de vida silvestre en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 41(1).

Navarro, A., Peterson, T., Liebig, I., & Nakazawa, Y. (2003). COLECCIONES BIOLÓGICAS, MODELAJE DE NICHOS ECOLÓGICOS Y LOS ESTUDIOS DE LA BIODIVERSIDAD. *Una perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía*, 115- 122.

- OSCC. (2014). Nuevos escenarios de emisión:RCPs. *Observatorio de Salud y Cambio Climatico*.
- Peralta, E., Mazón, N., Murrillo, A., Rivera, & Monar. (2008). *Manual agrícola de granos andinos* (Vol. 69). Ecuador: Estacion experiemetal Santa Catalina.
- Phillips, S., Dudik, M., & Schapire, R. (2006). *Maximum entropy modeling of species geographic distributions*. Investigación de AT&T. Obtenido de <https://www.cs.princeton.edu/~schapire/papers/ecolmod.pdf>
- Pinto, L. (2013). *caracterizacion morfologica, patologica y molecular de la antracnosis (Colletotrichum acutatum) del tomate de arbol y del chocho*. Obtenido de Ciencia y Tecnologia: <http://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/115/113>
- Pllasencia Vazquez, A., Escalona Segura, G., & Esparza Olguín, L. G. (2014). Modelación de la distribución geográfica potencial de dos especies de psitácidos neotropicales utilizando variables climáticas y topográficas. *Acta zoológica mexicana*, 30(3), 471-490. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372014000300002&lng=es&tlng=es.
- Probelte. (26 de septiembre de 2019). *Guia para prevencion y tratamiento de la antracnosis*. Obtenido de probelte.es/noticia/es/guia-para-prevencion-y-tratamiento-de-la-antracosis/59
- QGIS. (2010). *The Quantum GIS Projec*. Obtenido de El proyecto Quantum GIS: <http://www.qgis.org/>
- Restrepo, L. F., & Gonzales, J. (2007). De Pearson a Spearman. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(2).
- Rodríguez Camino, E., Ruggeroni, P., & Hernandez, H. (s.f.). Quinto Informe de Evaluación del IPCC bases fisicas. *tiempo y clima*, 5(43).
- Santana, P. A., Kumar, L., Da Silva, R. S., Pereira, J. L., & Picanco, M. C. (2018). Evaluar el impacto del cambio climático en la distribución mundial de

- Dalbulus maidis (DeLong) usando MaxEnt. *Ciencia del manejo de plagas*, 2706.
- Santiago, T. (2016). *tutorial Quantum QGIS 2.18 version*. Obtenido de QGIS geographic information system.: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992016000600013
- Solhjoug Fard, S. S. (Octubre de 2013). *Predicting Habitat Distribution of five Heteropteran Pest Species in Iran*. Obtenido de Journal of Insect Science: <https://www.researchgate.net/publication/261740292>
- Sosa Pedroza, J., & Martínez Zuñiga, F. (2008). Los sistemas de información geográfica y su aplicación en enlaces de comunicaciones. *científica*, 27-34. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=614/61412184005>
- Tapia, M. B. (22 de 04 de 2019). *Estudio de la comercialización del chocho desamargado (Lupinus mutabilis)*. Obtenido de MAE: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6650/1/T2877-MAE-Quelal-Estudio.pdf>
- Torres, R. R. (2010). *“Manual de Investigación Documental”*. Obtenido de “Manual de Investigación Documental”: <http://eprints.uanl.mx/5599/1/1080071376.PDF>
- Valdiviezo, M. S. (s.f.). *UNOCANC*. Recuperado el 01 de 09 de 2020, de MAGAP: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf
- Villacres, E. (Junio de 2006). *Instituto Nacional de investigaciones agropecuarias*. Obtenido de INIAP: <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/298/1/iniapscbd333.pdf>
- Villar, B. d., & Perez, S. (2015). MODELOS BAYESIANOS PARA MODELAR DISTRIBUCIONES DE ESPECIES CON REGISTROS DE SOLO PRESENCIAS. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 165- 174.

Recuperado el 04 de 09 de 2020, de
<https://www.redalyc.org/pdf/939/93941388005.pdf>

Vivas , R., Alavez M., N. M., Lllarena H., R. C., & Serna L., R. (s.f.). Registro del zopilote rey (*Sarcoramphus papa*) en Uxpana-pa, Veracruz, México. Huitzil. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*, 20(2). doi:<https://doi.org/10.28947/hrmo.2019.20.2.393>

Wharton, D. (2004). *bdigital,unal*. Obtenido de especies colletotrichum:
<http://bdigital.unal.edu.co/12716/1/7711008.2013.pdf>

WorldClim. (2020). *DATOS CLIMATICOS HISTÓRICOS*. Obtenido de Worldclim: worldclim.org/data/worldclim21.html

16 ANEXOS

16.1 Anexo 1: Aval de Ingles



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen 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**; **NILA THALÍA QUSHPE DEFAZ**, cuyo título versa **"MODELO DE NICHOS ECOLÓGICOS PARA PREDECIR LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum acutatum*) EN EL CULTIVO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) EN ECUADOR, PERIODO 2019- 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 estimaren conveniente.

Latacunga, septiembre del 2020

Mg. Lidia Rebeca Yugla Lema
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C.: 050265234-0



16.2 Anexo 2: Hoja de vida del tutor



Unidad de Administración de Talento Humano



FICHA SIITH

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 PERSONALES

NACIONALIDAD	CÉDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE	LIBRETA MILITAR	ESTADO CIVIL
ECUATORIANA	0501518955	0501518955		MARCO	RIVERA	25/02/67	196705000225	CASADO
DISCAPACIDAD	N° CARNÉ CONADIS	TIPO DE DISCAPACIDAD	MODALIDAD DE INGRESO	FECHA DEL PRIMER INGRESO AL SECTOR PÚBLICO	FECHA DE INGRESO A LA INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO AL SUUESTO	GENERO	TIPO DE SANGRE
			CONCURSO	01/01/86	01/01/11	01/01/11	MASCULINO	ORH+
MODALIDAD DE INGRESO LA INSTITUCIÓN			FECHA INICIO	FECHA FIN	N.º CONTRATO	C A R G O	UNIDAD ADMINISTRATIVA	
			CONTRATO SERVICIOS OCASIONALES	01/01/11	31/09/2015	049-2013	DOCENTE	CAREN

TELÉFONOS			DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANETE						
TELÉFONO	TELÉFONO	CALLE PRIMARIA	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	
CURSO	DOMICILIO	FUNCIÓN	MANEJO OPERATIVO DEL	SIMÓN BOLÍVAR	2-07	APROBACIÓN	COTOPAXI	LATACUNGA	LA MATRIZ
32810712	992521071	MEJORAS DE GASES DE FUENTES MÓVILES	JORNADAS CIENTÍFICAS "Premio Tecnológico"						
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL			AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA						
JORNADA	TELÉFONO DEL TRABAJO	Procedimiento	CORREO ELECTRÓNICO	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA	ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA		
SEMINARIO		Información	marco.rivera@utc.edu.ec	marantorimo@yahoo.es	MESTIZO	APROBACIÓN			
CURSO	TELÉFONO	CONTACTO DE EMERGENCIA			DECLARACIÓN JURAMENTADA DE BIENES				
	DOMICILIO	NOMBRES	GOBIERNO PROVINCIAL	No. DE NOTARIA	LUGAR DE NOTARIA	FECHA			
32810712	992521071	HILDA BEATRÍZ	ROMÁN CAMPAÑA	COTOPAXI/UTC/FEDECOX/FEP					
SEMINARIO	TELÉFONO	INFORMACIÓN DEL CONVUGE O CONVIVIENTE			DATOS DEL CONVUGE O CONVIVIENTE				
JORNADA		REFORMA DE LA INGENIERÍA Y	GOBIERNO PROVINCIAL	APROBACIÓN	No. DE CÉDULA	TIPO DE RELACIÓN	TRABAJO		
JORNADA		JORNADA DE CAPACITACIÓN POR EL DÍA MUNDIAL	GOBIERNO PROVINCIAL	APROBACIÓN	No. DE CÉDULA	TIPO DE RELACIÓN	TRABAJO		
30494791-04	CORRIENTE	BANCO PICHINCHA	MOODLE	ROMÁN CAMPAÑA	HILDA BEATRÍZ	0501784417	ESPOSA	HOSPITAL GENERAL	
CURSO	TELÉFONO	INFORMACIÓN DE HIJOS			FAMILIARES CON DISCAPACIDAD				
	DOMICILIO	NOMBRES	APPELLIDOS	NIVEL DE INSTRUCCIÓN	APROBACIÓN	PARENTESCO	N° CARNÉ CONADIS	TIPO DE DISCAPACIDAD	
CURSO		FECHA DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS	ESTEBAN SANTIAGO	GRUPO DE INVESTIGACIÓN	ESTUDIANTE UNIVERSITARIO	HIJO			
0503985038	28/04/92		RIVERA ROMÁN	PARA LA ENSEÑANZA	BACHILLERATO	HIJO			
0504340449	14/04/98	JORGE LUIS	RIVERA ROMÁN	ESPECIALIZADA	APROBACIÓN				
SEMINARIO	TELÉFONO	FORMACIÓN ACADÉMICA			FORMACIÓN ACADÉMICA				
JORNADA		PRIMERA JORNADA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	GOBIERNO PROVINCIAL	APROBACIÓN					
JORNADA		FORO "YASUNÍ MÁS ALLA DEL PETROLEO"	UTC	APROBACIÓN			16710/2013	ECUADOR	
FORO		IV CONGRESO LATINOAMERICANO DE	SOCLA/UNIVERSIDAD LA	APROBACIÓN					
CONGRESO	NIVEL DE INSTRUCCIÓN	ÁREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	PERIODO	PAÍS				
CURSO		FITOMEJORAMIENTO	INIAPI/UTCO	40	EGRESADO	APROBACIÓN	12/11/13	16	ECUADOR
CURSO		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE	MAGAP/MRECI/INIAPI/UTN	40	RECURSOS	APROBACIÓN	10/08/07/13	SEMESTRES	ECUADOR
JORNADA		JORNADAS ACADÉMICAS "GESTIÓN ACADÉMICA EN EL AULA UNIVERSITARIA				APROBACIÓN			
JORNADA		JORNADAS ACADÉMICAS "REFORMA				APROBACIÓN			
EVENTOS DE CAPACITACIÓN									
CURSO	TIPO	NOMBRE DEL EVENTO (TEMA)	EMPRESA / INSTITUCIÓN QUE ORGANIZA EL EVENTO	DURACIÓN HORAS	APROBACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	PAÍS	
JORNADA		EVALUACIÓN DE TIERRAS, Fertilización DE	FAO/UNJU/INTA/senasa	40	APROBACIÓN	27-May-15	30-May-15	ARGENTINA	
CURSO		CURSO PARA FACILITACION DE PROCESOS			APROBACIÓN				
JORNADA		V CONGRESO MUNDIAL DE LA QUINUA			APROBACIÓN				
JORNADA		SEMINARIO DE INVESTIGACIONES 2015 "Cultura			APROBACIÓN				
JORNADA		CURSO TALLER SISTEMAS DE INFORMACIÓN	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE RECAI/GEFORAMB/CONSORCI		APROBACIÓN				
CURSO		ACTUALIZACIÓN ACADÉMICA PARA ESTUDIANTES			APROBACIÓN				
SEMINARIO		DISEÑO Y PROCESAMIENTO DE INSTRUMENTOS	CAPACITACIONES MOREANO		APROBACIÓN				
SEMINARIO		CUANTITATIVOS DE INVESTIGACIÓN			APROBACIÓN				

TALLER	TALLER INTENSIVO SOBRE AGRO-CLIMATOLOGÍA Y TÉCNICAS CIENTÍFICAS RELACIONADAS	UNIVERSIDAD NAYOR SAN ANDRÉS		APROBACIÓN			
SEMINARIO CONGRESO	MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELO	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR	40	APROBACIÓN	01/12/14	05/12/14	ECUADOR
TRAYECTORIA LABORAL RELACIONADA AL PUESTO							
NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN / ORGANIZACIÓN	UNIDAD ADMINISTRATIVA (DEPARTAMENTO / ÁREA)	DENOMINACIÓN DEL PUESTO	TIPO DE INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA		MOTIVO DE SALIDA
INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA	PROGRAMA DE LEGUMINOSAS Y	INVESTIGADOR	PÚBLICA OTRA	01/12/85	01/10/13		RENUNCIA
MISIÓN DEL PUESTO							
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							
ACTIVIDADES ESCENCIALES							
DOCENCIA E INVESTIGACIÓN							

 FIRMA



16.3 Anexo 3: Hoja de vida del estudiante

Nila Thalía Quishpe Defaz

Fecha de nacimiento: 27 de junio de 1996

C.I.: 050402552-9

Nacionalidad: ecuatoriana

Dirección domiciliaria: Provincia Cotopaxi, Cantón Saquisilí, Barrio Tambillo.

Estado civil: soltera

Correo electrónico: nila.quishpe5529@utc.edu.ec

Teléfono: 0979332828



PERFIL PROFESIONAL

Bachiller en ciencias con conocimientos en realización de informes de actividades y experiencia en capacitación o concientización hacia el medio ambiente. Me gusta el buen desempeño de trabajo en equipo, compartiendo ideas y me comprometo a brindar eficiencia en cada una de las actividades en las que me encuentre a cargo.

EDUCACIÓN

➤ **Bachiller en ciencias**

Institución: Colegio Nacional Saquisilí

➤ **Primaria**

Institución: Escuela Nuestra Señora del Cisne

EXPERIENCIA LABORAL

➤ **Prácticas pre Profesionales**

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Intercultural del Cantón Saquisilí

