



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del Título de Ingeniería en
Gestión Ambiental

Título del Proyecto de Investigación

**“IDENTIFICACIÓN DE LAS TRAYECTORIAS REPRESENTATIVAS DE
CONCENTRACIÓN (RCP) QUE POTENCIALMENTE AFECTARÁN LA
DISTRIBUCIÓN DEL CÓNDOR ANDINO (*VULTUR GRYPHUS*) EN ECUADOR
ANTE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO”**

Autor:

Jhandry Joel Llanes Asanza

Directora de Proyecto de Investigación:

Blga. Yarelys Ferrer Sánchez, PhD

Codirectores:

Blgo. Sebastián Kohn - Fundación Cóndor Andino Ecuador

Blgo. Hernán Vargas - The Peregrine Fund

QUEVEDO-LOS RÍOS-ECUADOR

2019-2020

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, **Llanes Asanza Jhandry Joel**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Llanes Asanza Jhandry Joel

C.C. # 1250686795

Certificación de culminación del proyecto de investigación

La suscrita, **Blga. Yarelys Ferrer Sánchez, PhD.**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de directora del proyecto de investigación, y los suscritos **Blgo. Sebastián Kohn** y **Blgo. Hernán Vargas**, representantes de la Fundación Cóndor Andino Ecuador y The Peregrine Fund respectivamente, en calidad de cotutores del mismo, certifican que el estudiante **Llanes Asanza Jhandry Joel** realizó el Proyecto de Investigación de grado **“IDENTIFICACIÓN DE LAS TRAYECTORIAS REPRESENTATIVAS DE CONCENTRACIÓN (RCP) QUE POTENCIALMENTE AFECTARÁN LA DISTRIBUCIÓN DEL CÓNDOR ANDINO (*VULTUR GRYPHUS*) EN ECUADOR ANTE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO”**, previo a la obtención del título de Ingeniería en Gestión Ambiental, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

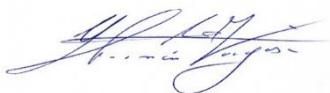
Blga. Yarelys Ferrer Sánchez, PhD.

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Blgo. Sebastián Kohn

Representante de la Fundación Cóndor Andino Ecuador
CODIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Blgo. Hernán Vargas

Representante de The Peregrine Fund
CODIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Certificación del Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Tesis-Jhandry Llanes-Urkund.docx (D82787860)
Submitted: 10/26/2020 3:40:00 PM
Submitted By: yferrer@uteq.edu.ec
Significance: 6 %

Sources included in the report:

ZapataTesis1_18-10-2019.pdf (D57257903)
Emilio_Vivas_EEI.docx (D40939038)
TESIS_RIVERA.pdf (D78787938)
575-2221-1-SM.docx (D29475983)
<https://eprints.ucm.es/40046/1/TFM.pdf>
<https://1library.co/document/6qmw6p4z-aplicacion-de-un-modelo-predictivo-de-ocurrencia-de-sitios-de-anidacion-y-dormideros-del-condor-andino-vultur-gryphus-como-aporte-a-la-conservacion-de-la-especie-en-el-ecuador.html>
https://www.climate-expert.org/fileadmin/user_upload/PDF/Costa_Rica/biodiversidad_y_cambio_climatico_cr.pdf
<https://dspace.colima.tecnm.mx/bitstream/handle/123456789/1108/DZOARAZAMANTABELLOMORALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/download/2215/1505/>

Instances where selected sources appear:

26

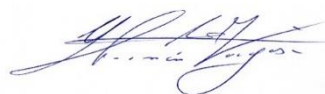
Blga. Yarelys Ferrer Sánchez, PhD.

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Blgo. Sebastián Kohn

CODIRECTOR DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN



Blgo. Hernán Vargas

CODIRECTOR DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

TÍTULO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“IDENTIFICACIÓN DE LAS TRAYECTORIAS REPRESENTATIVAS DE CONCENTRACIÓN (RCP) QUE POTENCIALMENTE AFECTARÁN LA DISTRIBUCIÓN DEL CÓNDOR ANDINO (*VULTUR GRYPHUS*) EN ECUADOR ANTE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO”

Presentado a la comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental

Aprobado por:

Ing. Carolina Tay-Hing Cajas

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Carlos Nieto Cañarte

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Julio Pazmiño Rodríguez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2019-2020

Agradecimientos

De forma especial a Dios por brindarme la vida y gozar de buena salud y permitirme culminar mi carrera profesional.

A mis padres por su amor, sacrificio, entrega y apoyo; a quienes les tengo una gratitud inmensa por haberme dado la sabiduría y la fuerza necesaria para cumplir mis metas.

A mis hermanas por todo el cariño, amor y confianza.

A mi enamorada, que ha estado en mis peores momentos y además es parte fundamental en el transcurso de este proceso.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por el conocimiento adquirido y los servicios prestados.

A la fundación The Peregrine Fund y Fundación Cóndor Andino Ecuador, por el apoyo en la dotación de insumos para este estudio, los cuales son el resultado del trabajo de muchos años por parte de estas organizaciones.

A la Dra. Yarelys Ferrer Sánchez, tutora de tesis, por la buena voluntad mostrada en el asesoramiento para la ejecución del proyecto de investigación.

Al proyecto FOCICYT 6ta convocatoria “Impacto potencial de diferentes escenarios de cambio climático sobre las especies exóticas invasoras en Ecuador: evaluación a partir de la modelación del nicho ecológico”.

Llanes Asanza Jhandry

Dedicatoria

A mi angel guardian que me cuida
y guia desde el cielo en todo momento.

A mi padre y hermanas por siempre
estar presentes de manera constante,
inclulcandome valores y motivandome
a seguir por el camino correcto.

A mi familia, amigos y todas las personas
que hicieron posible este trabajo

Llanes Asanza Jhandry

Resumen ejecutivo

El aumento de la temperatura global supone a la biodiversidad uno de los mayores problemas a enfrentar, llegando a ser considerado uno de los motores principales de extinción. Las especies están experimentando cambios ecológicos para desarrollar mecanismos de adaptación, pero aquel proceso conlleva la disminución de poblaciones y aumento de la extinción. Esto se acentúa en especies con pequeños tamaños poblacionales como el Cóndor Andino, que además se encuentra bajo amenaza constante por la pérdida de hábitat. Esta investigación tuvo como propósito, evaluar la distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante diferentes trayectorias representativas de concentración (RCP) en Ecuador. Para la modelación de nicho se utilizaron 6173 registros de coordenadas geográficas de la especie, recabados de artículos científicos, bases de datos mundiales, e instituciones como The Peregrine Fund y Fundación Cóndor Andino que proporcionaron registros de telemetría satelital. Además, se seleccionaron dos variables bioclimáticas (temperatura media anual y precipitación del trimestre más lluvioso), y la altitud se la incluyó por la significancia ecológica. Asimismo, se seleccionaron cuatro laboratorios bioclimáticos de mejor rendimiento para predicciones climáticas en el país. Con estos datos se modeló la distribución potencial a través del algoritmo de Maxent, y se obtuvieron mapas binarios que fueron analizados en ArcGis, identificando las zonas potenciales de disminución de condiciones adecuadas para la presencia de la especie. Los resultados indicaron, que los climas más importantes en la zona de distribución, en dormideros y lugares de forrajeo, fueron el oceánico templado (CFB) clima de tundra (ET). Se determinó también que en la actualidad, los sitios de distribución más idóneos se localizan en la zona central de la sierra andina. En cuanto a situaciones futuras de cambio climático, el peor escenario fue el 8,5-2070, se identificó también que con el aumento de los gases de efecto invernadero y temperatura, los dormideros, áreas de forrajeo y distribución general podrían disminuir su idoneidad considerablemente, siendo las zonas limítrofes las más frágiles. En lo referente al sistema de áreas protegidas, los sitios más susceptibles fueron Sangay, Rio Negro Sopladora y Cerro Plateado, además existen áreas importantes para el cóndor que no son considerados en el SNAP. El Cóndor Andino podría ser gravemente afectado por el cambio climático, y que si no se ejecutan estrategias de conservación, es probable que en un lapso corto se extinga.

Palabras claves: extinción, modelación de nicho ecológico, idoneidad climática, conservación.

Abstract

The increase in global temperature is one of the biggest problems for biodiversity, and it is considered one of the main drivers of extinction. Species are undergoing ecological changes to develop adaptation mechanisms, but that process leads to a decrease in populations and an increase in extinction. This is accentuated in species with small population sizes such as the Andean Condor, which is also under constant threat from habitat loss. The purpose of this research was to evaluate the potential geographic distribution of the Andean Condor (*Vultur gryphus*) in the face of different representative concentration trajectories (RCP) in Ecuador. For the niche modeling, 6173 records of geographic coordinates of the species were used, collected from scientific articles, global databases, and institutions such as The Peregrine Fund and Fundación Cóndor Andino that provided satellite telemetry records. In addition, two bioclimatic variables were selected (mean annual temperature and rainfall of the rainiest quarter), and altitude was included for ecological significance. Also, four bioclimatic laboratories of better performance were selected for climate prediction in the country. With these data, the potential distribution was modeled through Maxent's algorithm, and binary maps were obtained that were analyzed in ArcGis, identifying the potential areas of decrease of adequate conditions for the presence of the species. The results indicated that the most important climates in the distribution area, in roosts and foraging sites, were the temperate oceanic (CFB) tundra climate (ET). It was also determined that at present, the most suitable distribution sites are located in the central zone of the Andean mountain range. As for future climate change situations, the worst scenario was 8.5-2070, it was also identified that with the increase of greenhouse gases and temperature, roosts, foraging areas and general distribution could decrease their suitability considerably, being the bordering areas the most fragile. With regard to the system of protected areas, the most susceptible sites were Sangay, Rio Negro Sopladora and Cerro Plateado, and there are also important areas for the condor that are not considered in the SNAP. The Andean Condor could be seriously affected by climate change, and if conservation strategies are not implemented, it is likely that in a short period of time it will become extinct.

Keywords: Extinction, ecological niche modelling, climatic suitability, conservation.

Tabla de contenido

Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación.....	iii
Certificación del Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico	iv
Agradecimientos.....	vi
Dedicatoria	vii
Resumen ejecutivo	viii
Abstract	ix
Tabla de contenido.....	x
Índice de tablas	xiv
Índice de figuras.....	xvii
Índice de anexos	xxv
Código Dublin	xxvi
Introducción	1
CAPÍTULO I.....	4
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1. Problema de investigación.....	5
1.1.1. Planteamiento del problema	5
1.1.2. Formulación del problema	7
1.1.3. Sistematización del problema	7
1.2. Objetivos	8
1.2.1. Objetivo general.....	8
1.2.2. Objetivos específicos.....	8
1.3. Justificación.....	8
CAPÍTULO II	11
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	11
2.1. Marco Conceptual.....	12

2.1.1. Biodiversidad	12
2.1.1.1. Ecosistemas	13
2.1.1.1.1. Servicios Ecosistémicos.....	13
2.1.1.1.2. Clasificación de los servicios ecosistémicos.....	14
2.1.1.2. Especies.....	15
2.1.1.2.1. Especies nativas.....	15
2.1.1.2.2. Ecología del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>).....	16
2.1.2. Categorías de clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).....	21
2.1.2.1. Criterios para las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerable ...	23
2.1.3. Biogeografía.....	24
2.1.4. Distribución geográfica	25
2.1.4.1. Áreas de distribución de las especies.....	26
2.1.5. Cambio climático	27
2.1.5.1. Gases de efecto invernadero (GEI).....	27
2.1.5.2. Causas del cambio climático	28
2.1.5.3. Cambio climático y la biodiversidad	28
2.1.6. Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático	31
2.1.6.1. Trayectorias de concentración representativas (RCP).....	31
2.1.6.2. Modelos Climáticos Globales (GCMs).....	33
2.1.7. Modelos de nicho ecológico	33
2.1.7.1. Nicho ecológico	33
2.1.7.2. Modelos de distribución de especies (SDM) y modelos de nicho ambiental (ENM).....	34
2.1.7.3. La Dualidad de Hutchinson.....	35
2.1.8. Herramientas de modelación	37

2.1.8.1. MaxEnt	38
2.1.8.2. Genetic Algorithm for Rule-set Production (GARP)	38
2.1.8.3. Wallace.....	39
2.1.8.4. BIOCLIM	40
2.1.8.5. Niche A	40
2.2. Marco referencial.....	41
CAPÍTULO III.....	44
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
3.1. Localización	45
3.1.1. Condiciones Climáticas	46
3.2. Tipo de investigación.....	47
3.2.1. Investigación exploratoria	47
3.3. Métodos de investigación.....	47
3.3.1. Inductivo	47
3.3.2. Deductivo.....	48
3.3.3. Analítico	48
3.4. Fuentes de recopilación de información	48
3.5. Diseño de la investigación	49
3.5.1. Registros de presencia de la especie	49
3.5.2. Variables climáticas	50
3.5.3. Descripción climática de las condiciones ambientales de la zona de estudio	53
3.5.3.1. Clasificación climática de Koppen-Geiger	53
3.5.3.2. Comparación de las variables bioclimáticas en escenarios futuros de cambio climático respecto al presente según cada Modelo de Circulación General (GCM)	54
3.5.4. Distribución geográfica potencial	55
3.5.4.1. Modelación de nicho ecológico	55

3.5.4.2. Validación de los modelos	56
3.5.5. Identificación de los escenarios de cambio climático con mayor afectación para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>)	56
3.5.5.1. Variabilidad de los sitios favorables para el Cóndor Andino en condiciones futuras de cambio climático	56
3.5.5.2. Identificación de áreas frágiles para la conservación del Cóndor Andino dentro de la zona de estudio y en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador	57
3.6. Instrumentos de la investigación	57
3.7. Tratamiento de los datos	58
CAPÍTULO IV	60
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
4.1. Descripción climática de las condiciones ambientales de la zona de estudio	61
4.1.1. Clasificación climática según Koppen-Geiger	61
4.1.2. Análisis descriptivo de las variables bioclimáticas	62
4.1.2.1. Dormideros y sitios de forrajeo	62
4.1.2.2. Base de registros integral	64
4.1.3. Variables bioclimáticas en la región andina de Ecuador y la cordillera andina en general	65
4.1.4. Variación climática en las localidades con presencia del Cóndor Andino ante escenarios futuros de cambio climático	67
4.2. Distribución geográfica potencial	71
4.2.1. Modelo para sitios de dormideros	71
4.2.2. Modelo para sitios de forrajeo	74
4.2.3. Modelo Integral	78
4.2.4. Validación de los modelos	82
4.3. Identificación de los escenarios de cambio climático con mayor afectación para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>)	84

4.3.1. Modelo para sitios de dormideros	84
4.3.2. Modelo para sitios de forrajeo	89
4.3.3. Modelo integral.....	94
4.3.4. Identificación de áreas frágiles para la conservación del Cóndor Andino dentro de la zona de estudio y en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador	99
4.3.4.1. Modelo para sitios de dormideros.....	99
4.3.4.2. Modelo para sitios de forrajeo	108
4.3.4.3. Modelo integral.....	117
4.4. Discusión.....	126
CAPÍTULO V	130
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
5.1. Conclusiones	131
5.2. Recomendaciones	132
CAPÍTULO VI.....	134
BIBLIOGRAFÍA	134
CAPÍTULO VII	145
ANEXOS	145

Índice de tablas

Tabla 1. Características taxonómicas del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>).....	16
Tabla 2. Número de registros de presencia del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador, obtenidos a partir de diferentes fuentes.....	49
Tabla 3. Variables bioclimáticas que usadas en la modelación de nicho ecológico del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador.....	50
Tabla 4. Modelos de Circulación General (GCM) de donde se extrajeron las variables de temperatura y precipitación para la proyección a futuro del nicho ecológico del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador.	53

Tabla 5. Tipos de clima según la clasificación climática de Köppen-Geiger en los que aparecen registros de presencia del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) para la zona de distribución en Ecuador.....	61
Tabla 6. Estadísticos descriptivos de las variables bioclimáticas en áreas de dormideros y de forrajeo del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador. Entre paréntesis se muestran los valores de las variables en las áreas de forrajeo.	63
Tabla 7. Estadísticos descriptivos de las variables bioclimáticas en las localidades con presencia del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la cordillera andina ecuatoriana.	64
Tabla 8. Validación de los modelos de nicho del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el presente y en escenarios de cambio climático futuros para cada laboratorio bioclimático propuesto. ...	83
Tabla 9. Descripción de la clasificación climática de Köppen-Geiger.	146
Tabla 10. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR.	160
Tabla 11. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático GISS-E2-R.....	161
Tabla 12. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático MIROC-ESM.....	162
Tabla 13. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático NorESM1-ME.	163
Tabla 14. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR.	164
Tabla 15. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático GISS-E2-R.....	165

Tabla 16. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático MIROC-ESM.....	167
Tabla 17. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático NorESM1-ME.....	169
Tabla 18. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR.	171
Tabla 19. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático GISS-E2-R.....	172
Tabla 20. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático MIROC-ESM.....	173
Tabla 21. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático NorESM1-ME.	174
Tabla 22. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR.	175
Tabla 23. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático GISS-E2-R.....	176
Tabla 24. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático MIROC-ESM.....	178
Tabla 25. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático NorESM1-ME.....	180

Tabla 26. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR.....	182
Tabla 27. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático GISS-E2-R.	183
Tabla 28. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático MIROC-ESM.....	184
Tabla 29. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático NorESM1-ME.....	185
Tabla 30. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR.	186
Tabla 31. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático GISS-E2-R.	187
Tabla 32. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático MIROC-ESM.	189
Tabla 33. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático NorESM1-ME.	191

Índice de figuras

Figura 1. Gráficos vitales del Cambio Climático para América Latina y el Caribe.	30
Figura 2. La Dualidad de Hutchinson.	35
Figura 3. Diagrama BAM.....	37
Figura 4. Ecuador continental. Se resalta en turquesa el área de estudio.	45

Figura 5. Variación de las condiciones de temperatura en sitios con presencia confirmada del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona andina y en Ecuador. El significado de las siglas de las variables aparece en la tabla 3.....	66
Figura 6. Variación de las condiciones de precipitación en sitios con presencia confirmada del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en la zona andina y en Ecuador. El significado de las siglas de las variables aparece en la tabla 3.....	67
Figura 7. Comportamiento de las variables escogidas para la modelación de nicho del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en relación al presente y condiciones futuras de cambio climático..	70
Figura 8. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador a partir de registros en dormideros. La escala de colores indica la idoneidad climática de sitios de dormideros. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio IPSL-CM5A-LR.	71
Figura 9 Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador a partir de registros en dormideros. La escala de colores indica la idoneidad climática de sitios de dormideros. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio GISS-E2-R.....	72
Figura 10. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador a partir de registros en dormideros. La escala de colores indica la idoneidad climática de sitios de dormideros. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio MIROC-ESM.	73
Figura 11. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador a partir de registros en dormideros. La escala de colores indica la idoneidad climática de sitios de dormideros. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio Nor-ESM1-ME.....	74
Figura 12. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador a partir de registros en zonas de forrajeo. La escala de colores indica la idoneidad climática de los sitios de forrajeo. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio IPSL-CM5A-LR.....	75
Figura 13. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador a partir de registros en zonas de forrajeo. La escala de colores indica la idoneidad climática de	

los sitios de forrajeo. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio GISS-E2-R.....	76
Figura 14. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador a partir de registros en zonas de forrajeo. La escala de colores indica la idoneidad climática de los sitios de forrajeo. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio MIROC-ESM.....	77
Figura 15. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador a partir de registros en zonas de forrajeo. La escala de colores indica la idoneidad climática de los sitios de forrajeo. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio Nor-ESM1-ME.....	78
Figura 16. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador. La escala de colores indica la idoneidad climática. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio IPSL-CM5A-LR.	79
Figura 17. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador. La escala de colores indica la idoneidad climática. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio GISS-E2-R.....	80
Figura 18. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador. La escala de colores indica la idoneidad climática. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio MIROC-ESM.....	81
Figura 19. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en Ecuador. La escala de colores indica la idoneidad climática. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio Nor-ESM1-ME.	82
Figura 20. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio IPSL-CM5A-LR.....	85
Figura 21. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio GISS-E2-R.	86
Figura 22. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio MIROC-ESM.....	87

Figura 23. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio NorESM1-ME.....	88
Figura 24. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de forrajeo del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio IPSL-CM5A-LR.....	90
Figura 25. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio GISS-E2-R.	91
Figura 26. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio MIROC-ESM.....	92
Figura 27. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio NorESM1-ME.....	93
Figura 28. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio IPSL-CM5A-LR.	95
Figura 29. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio GISS-E2-R.....	96
Figura 30. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio MIROC-ESM.....	97
Figura 31. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio NorESM1-ME.....	98
Figura 32. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el área de estudio, según el laboratorio IPSL-CM5A-LR.	99

Figura 33. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el área de estudio, según el laboratorio GISS-E2-R.	100
Figura 34. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el área de estudio, según el laboratorio MIROC-ESM.	101
Figura 35. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el área de estudio, según el laboratorio Nor-ESM1-ME.	102
Figura 36. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio IPSL-CM5A-LR.	104
Figura 37. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio GISS-E2-R.	105
Figura 38. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio MIROC-ESM.	106
Figura 39. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de dormideros para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio NorESM1-ME.	107
Figura 40. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el área de estudio, según el laboratorio IPSL-CM5A-LR.	108
Figura 41. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el área de estudio, según el laboratorio GISS-E2-R.	109
Figura 42. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el área de estudio, según el laboratorio MIROC-ESM.	110
Figura 43. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el área de estudio, según el laboratorio Nor-ESM1-ME.	111
Figura 44. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio IPSL-CM5A-LR.	113

Figura 45. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio GISS-E2-R.....	114
Figura 46. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio MIROC-ESM.....	115
Figura 47. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio Nor-ESM1-ME.	116
Figura 48. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de distribución potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el área de estudio, según el laboratorio IPSL-CM5A-LR.	117
Figura 49. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de distribución potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el área de estudio, según el laboratorio GISS-E2-R.	118
Figura 50. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de distribución potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el área de estudio, según el laboratorio MIROC-ESM.	119
Figura 51. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de distribución potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el área de estudio, según el laboratorio Nor-ESM1-ME.	120
Figura 52. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de los sitios de distribución del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio IPSL-CM5A-LR.	122
Figura 53. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de los sitios de distribución del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio GISS-E2-R.....	123
Figura 54. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de los sitios de distribución del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio MIROC-ESM.....	124

Figura 55. Variabilidad de la extensión territorial idónea de los sitios de los sitios de distribución del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio Nor-ESM1-ME.	125
Figura 56. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura: Bio 2 (rango de temperaturas diurnas), Bio 3 (isotermalidad), Bio 4 (estacionalidad en la temperatura), Bio 5 (temperatura máxima del mes más cálido) Bio 6 (temperatura mínima del mes más frío), Bio 7 (rango anual de temperatura) el para laboratorio IPSL-CM5A-LR en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.....	148
Figura 57. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 8 (temperatura media del trimestre más lluvioso), Bio 9 (temperatura media del trimestre más seco), Bio 10 (temperatura media del trimestre más cálido), Bio 11 (temperatura media del trimestre más frío) y las variables de precipitación Bio 12 (precipitación media anual) y Bio 13 (precipitación del mes más lluvioso) para el laboratorio IPSL-CM5A-LR en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.	149
Figura 58. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 14 (precipitación del mes más seco) Bio 15 (estacionalidad en la precipitación), Bio 17 (precipitación del trimestre más seco) y Bio 18 (Precipitación del trimestre más cálido) y Bio 19 (Precipitación del trimestre más frío) para el laboratorio IPSL-CM5A-LR en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.....	150
Figura 59. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura: Bio 2 (rango de temperaturas diurnas), Bio 3 (isotermalidad), Bio 4 (estacionalidad en la temperatura), Bio 5 (temperatura máxima del mes más cálido) Bio 6 (temperatura mínima del mes más frío), Bio 7 (rango anual de temperatura) para el laboratorio GISS-E2-R en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.....	151
Figura 60. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 8 (temperatura media del trimestre más lluvioso), Bio 9 (temperatura media del trimestre más seco), Bio 10 (temperatura media del trimestre más cálido), Bio 11 (temperatura media del trimestre más frío) y las variables de precipitación Bio 12 (precipitación media anual) y Bio 13 (precipitación del mes más lluvioso) para el laboratorio GISS-E2-R en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.....	152

Figura 61. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 14 (precipitación del mes más seco) Bio 15 (estacionalidad en la precipitación), Bio 17 (precipitación del trimestre más seco) y Bio 18 (Precipitación del trimestre más cálido) y Bio 19 (Precipitación del trimestre más frío) para el laboratorio GISS-E2-R en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.	153
Figura 62. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura: Bio 2 (rango de temperaturas diurnas), Bio 3 (isotermalidad), Bio 4 (estacionalidad en la temperatura), Bio 5 (temperatura máxima del mes más cálido) Bio 6 (temperatura mínima del mes más frío), Bio 7 (rango anual de temperatura) para el laboratorio MIROC-ESM en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.....	154
Figura 63. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 8 (temperatura media del trimestre más lluvioso), Bio 9 (temperatura media del trimestre más seco), Bio 10 (temperatura media del trimestre más cálido), Bio 11 (temperatura media del trimestre más frío) y las variables de precipitación Bio 12 (precipitación media anual) y Bio 13 (precipitación del mes más lluvioso) para el laboratorio MIROC-ESM en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.	155
Figura 64. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 14 (precipitación del mes más seco) Bio 15 (estacionalidad en la precipitación), Bio 17 (precipitación del trimestre más seco) y Bio 18 (Precipitación del trimestre más cálido) y Bio 19 (Precipitación del trimestre más frío) para el laboratorio MIROC-ESM en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.	156
Figura 65. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura: Bio 2 (rango de temperaturas diurnas), Bio 3 (isotermalidad), Bio 4 (estacionalidad en la temperatura), Bio 5 (temperatura máxima del mes más cálido) Bio 6 (temperatura mínima del mes más frío), Bio 7 (rango anual de temperatura) para el laboratorio NorESM1-ME en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.....	157
Figura 66. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 8 (temperatura media del trimestre más lluvioso), Bio 9 (temperatura media del trimestre más seco), Bio 10 (temperatura media del trimestre más cálido), Bio 11 (temperatura media del trimestre más frío) y las variables de precipitación Bio 12 (precipitación media anual) y Bio 13	

(precipitación del mes más lluvioso) para el laboratorio NorESM1-ME en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.	158
Figura 67. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 14 (precipitación del mes más seco) Bio 15 (estacionalidad en la precipitación), Bio 17 (precipitación del trimestre más seco) y Bio 18 (Precipitación del trimestre más cálido) y Bio 19 (Precipitación del trimestre más frío) para el laboratorio NorESM1-ME en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente	159
Figura 68. Extracción del registro de presencias del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) de la plataforma GBIF.	193
Figura 69. Extracción del registro de presencias del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) de la plataforma GBIF.	193
Figura 70. Herramienta para edición de modelos de distribución ArcGis, en la distribución del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>).	194

Índice de anexos

Anexo 1. Clasificación climática de Köppen-Geiger.	146
Anexo 2. Comparación de las variables en cada escenario de cambio climático futuro respecto al presente en los laboratorios elegidos.	148
Anexo 3. Extensión territorial en los sitios de dormideros, forrajeo y distribución, en la zona de estudio y en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas para el Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) en escenarios de cambio climático, de acuerdo a los laboratorios escogidos.	160
Anexo 4. Plataformas utilizadas en la investigación.	193

Código Dublin

Título:	IDENTIFICACIÓN DE LAS TRAYECTORIAS REPRESENTATIVAS DE CONCENTRACIÓN (RCP) QUE POTENCIALMENTE AFECTARÁN LA DISTRIBUCIÓN DEL CÓNDOR ANDINO (<i>VULTUR GRYPHUS</i>) EN ECUADOR ANTE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO				
Autor:	Llanes Asanza, Jhandry Joel				
Palabras claves:	Extinción	Modelación de nicho	Idoneidad climática	Conservación de especies	Especies vulnerables
Fecha de publicación:					
Editorial:	Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2020.				
Resumen:	Resumen.- Esta investigación tuvo como propósito, evaluar la distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (<i>Vultur gryphus</i>) ante diferentes trayectorias representativas de concentración (RCP) en Ecuador. Para la modelación de nicho se utilizaron 6173 registros de coordenadas geográficas de la especie, recabados de artículos científicos, bases de datos mundiales, e instituciones como The Peregrine Fund y Fundación Cóndor Andino que proporcionaron registros de telemetría satelital. Además, se seleccionaron dos variables bioclimáticas (temperatura media anual y precipitación del trimestre más lluvioso), y la altitud se la incluyo por la significancia ecológica. Asimismo, se seleccionaron cuatro laboratorios bioclimáticos de mejor rendimiento para predicciones climáticas en el país. Con estos datos se modeló la distribución a través del algoritmo de Maxent, obteniendo mapas binarios que fueron analizados en ArcGis, identificando las zonas potenciales de disminución de condiciones adecuadas para la presencia de la especie. Los resultados indicaron, que los climas más importantes en la zona de distribución, en dormideros y lugares de forrajeo, fueron el oceánico templado (CFB) clima de tundra (ET). Se determinó también que en la actualidad, los sitios de distribución más idóneos se localizan en la zona central de la sierra andina. En cuanto a situaciones futuras de cambio climático, el peor escenario fue el 8,5-2070, se identificó asimismo, que con el aumento de los gases de efecto invernadero y temperatura, los dormideros, áreas de forrajeo y distribución general podrían disminuir su idoneidad considerablemente, siendo las zonas limítrofes las más frágiles. En lo referente al sistema de áreas protegidas, los sitios más susceptibles fueron Sangay, Rio Negro Sopladora y Cerro Plateado, además existen áreas importantes para el cóndor que no son considerados en el SNAP. El Cóndor Andino podría ser gravemente afectado por el cambio climático, y que si no se ejecutan estrategias de conservación, es probable que en un lapso corto se extinga.				
Descripción	222 Hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM				
URI:					

Introducción

Los ecosistemas y sus servicios cambian gradualmente a lo largo del tiempo y son capaces de adaptarse a pequeñas perturbaciones de manera natural. Sin embargo, el cambio climático supone una variación de condiciones climáticas tan drástica y rápida, que los ecosistemas del mundo no pueden asimilarlos, sufriendo un importante desequilibrio (1). Ante esto, el cambio climático es considerado uno de los principales motores de la extinción de biodiversidad en este siglo (2). La biodiversidad se está perdiendo a la tasa más alta de los últimos 65 millones de años (1).

Se prevé que el cambio climático tendrá efectos directos sobre los organismos, sobre las poblaciones y sobre los ecosistemas. Es muy probable que todos los ecosistemas del planeta sean afectados en mayor o menor medida. Su incidencia sobre los bosques, que cubren aproximadamente $\frac{1}{3}$ de la superficie terrestre, y proveen servicios esenciales para los medios de vida y el bienestar humano, afectaría a la mayor parte de la biodiversidad terrestre del planeta y al almacenamiento de alrededor de la mitad del carbono que contienen los ecosistemas terrestres, incluyendo las turberas en suelos de bosques tropicales (3).

Por otra parte, las especies se ven afectadas en el desarrollo, fisiología y comportamiento durante las fases de crecimiento, reproducción y migración (4); quedando expuestos a dos alternativas: adaptarse o extinguirse a mediano y largo plazo. En el momento en el que una especie no puede adaptarse a cambios de temperatura y humedad, el ecosistema del que forma parte pierde funcionalidad, lo que hace que los servicios que ese entorno ofrece también se vean alterados. Las tasas de mortalidad, así, aumentan considerablemente debido en muchas ocasiones al estrés térmico. Otras especies, sin embargo, son capaces de adaptarse y optan por dirigirse a hábitats alternativos en los que puedan sobrevivir, generalmente hacia altitudes mayores, con condiciones más favorables para ellos en cuanto a la disponibilidad de alimento, una climatología adecuada o mayor protección (5).

Diversos informes y estudios de organizaciones afines estiman que entre 20 y 30 % de las especies de plantas y animales enfrentarán un mayor riesgo de extinción debido al calentamiento

global, y que una parte significativa de las especies endémicas se habrá extinguido para el 2050 (6). El impacto será aún más severo en las especies que ya están en peligro: del 70 al 80 % de las aves, anfibios y corales incluidos en la Lista Roja son susceptibles a los efectos del cambio climático (2). Los mayores impactos para América Latina se evidencian en la región de la Amazonía, en los glaciares andinos conformados por la cordillera de los Andes, y en las zonas secas del sur de Bolivia, el norte de Chile y Argentina. Es también previsible una disminución de la productividad pesquera en el Pacífico. Adicionalmente, para el año 2050 se prevén impactos sobre los ecosistemas andinos, el territorio de México, Centroamérica, y hacia el sur oriente de Brasil; todo lo anterior con graves impactos sobre la biodiversidad (6).

Particularmente Ecuador, reconocido como un país megadiverso, enfrenta actualmente el proceso de pérdida de muchas especies de importancia ecológica (7), una de ellas es el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*), especie que por su connotación cultural andina, así como por su distribución, constituye un símbolo de los Andes Ecuatorianos. Esta especie de ave rapaz tiene tamaños poblacionales bajos de forma natural, rangos de acción muy amplios y bajas tasas reproductivas. Además, está considerado en peligro crítico según el Libro Rojo de Aves del Ecuador (8), y si la problemática del cambio climático sigue agudizándose, esta especie corre riesgo de extinguirse de la cordillera andina en el mediano plazo. La función biológica de esta especie es fundamental ya que cumple un rol ecológico importante como carroñero, acelerando el proceso de descomposición de los animales muertos, disminuyendo así el riesgo de enfermedades asociadas a la putrefacción lenta de los animales (9).

El estado actual de las poblaciones del Cóndor Andino se encuentra sujeto potencialmente a las afectaciones sufridas por factores antrópicos como: la destrucción de hábitat por aumento de la población humana, persecución, cacería con armas de fuego, envenenamiento, falta de alimento, entre las causas principales. Esto ha conducido al declive poblacional de la especie en Ecuador (10) (11).

Debido a esta problemática, en los últimos años se han desarrollado varias iniciativas con el fin de evaluar la población del Cóndor Andino en Ecuador, enfocando los esfuerzos en la conservación de la especie. Es por eso que en el 2015, se realizó por primera vez el censo

nacional del Cóndor Andino, donde se incluyeron localidades del norte, centro y sur del país. Otro estudio relevante fue realizado por Naveda-Rodríguez *et al.*, (12) donde desarrollaron proyecciones ante escenarios de viabilidad poblacional (PVA) en relación a la probabilidad de extinción, el tiempo medio de extinción y el tamaño mínimo de la población. El estudio evidenció resultados poco alentadores como la variación de 0 a 100% en la probabilidad de extinción, 63 años de tiempo promedio y 193 individuos como población mínima. Esto demuestra la urgencia con la que se deben realizar estudios aplicados sobre esta especie representativa para el país, ya que la probabilidad de extinción es muy alta.

En función de lo mencionado anteriormente resulta de vital importancia la elaboración de este proyecto de investigación, donde se evalúa la distribución geográfica potencial del Cóndor Andino en Ecuador ante diferentes escenarios de cambio climático, lo cual permite determinar el grado de afectación que esta especie podría tener por la pérdida de condiciones ambientales adecuadas en el hábitat, y los peores escenarios con los cuales podría lidiar.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El cambio climático se considera una de las mayores presiones que está impulsando la pérdida de biodiversidad en el mundo, junto con otras como la pérdida de hábitat, la sobreexplotación de recursos naturales, la contaminación y las invasiones biológicas (1).

La biodiversidad y el cambio climático se encuentran relacionados profundamente en diversos niveles, debido a que cada uno produce impactos en el otro recíprocamente: a) la Biodiversidad se encuentra amenazada por los cambios climáticos inducidos por el hombre, ya que el clima es uno de los principales factores que regulan la distribución de las especies, y se estima que en el futuro será la principal causa de la extinción de las mismas; y b) Simultáneamente, los recursos relacionados a la biodiversidad pueden reducir el impacto sobre las poblaciones y los ecosistemas y éstos cumplen un rol fundamental en el ciclo de carbono (13). Las afectaciones radican en los procesos esenciales de muchos organismos, como el crecimiento, la reproducción y la supervivencia de las primeras fases vitales, pudiendo llegar a comprometer de manera sustancial la viabilidad de algunas poblaciones (14).

Uno de los ecosistemas seriamente afectados por esta problemática son los páramos andinos, ya que con el aumento de la temperatura, las especies que están adaptadas a las condiciones típicas del páramo deben migrar a sitios más altos y fríos en busca de las condiciones adecuadas para su supervivencia. Los nevados son desplazados o desaparecen y el páramo pierde también parte de su extensión original. La desaparición de los páramos o la disminución de su extensión también conllevan a la desaparición del hábitat de especies emblemáticas como el Cóndor Andino, así como la extinción de muchas especies de plantas que viven únicamente en estas zonas (15).

En la actualidad se estima que la población de cóndores andinos no supera los 6700 individuos en toda su área de distribución en los países andinos, de los cuales más del 80% se encuentran en Argentina, Chile, Bolivia y Perú y menos del 20% en Colombia, Venezuela y Ecuador donde

su estado de conservación es crítico. Las principales amenazas de la especie son la cacería ilegal, los envenenamientos directos e indirectos, la pérdida de hábitat por la minería, la siembra de plantaciones grandes de pino, el avance de la frontera agrícola, la competencia con perros ferales y domésticos mal cuidados, la quema de la vegetación del páramo y el desarrollo urbano (16). Sin embargo, el análisis de la pérdida del hábitat no se ha realizado bajo el contexto del cambio climático, que como se indicó anteriormente, provocará efectos y pérdidas irreversibles.

1.1.1.1. Diagnóstico

De acuerdo al análisis general sobre la fragmentación de los hábitats donde reside el Cóndor Andino se puede identificar una serie de factores que inciden directamente en la disminución del área de distribución. Entre las causas principales están el aumento de las poblaciones humanas a gran escala, las actividades antropogénicas, el uso excesivo de los combustibles fósiles convencionales, la sobreexplotación y uso ineficiente de los recursos naturales, la introducción de especies exóticas, la deforestación y aumento de la frontera agrícola. Aparte de los ecosistemas, el Cóndor Andino lucha ante amenazas como la cacería ilegal, los envenenamientos directos e indirectos, la pérdida de hábitat por la minería, la siembra de plantaciones extensas de pino, el avance de la frontera agrícola, la competencia con perros ferales y domésticos mal cuidados, la quema de la vegetación del páramo y el desarrollo urbano entre otros (16). Pero la cuestión no queda ahí, ya que en la actualidad el cambio climático es uno de los problemas con mayor grado de afectación a todos los ecosistemas y especies, tanto así que es considerado como el promotor de la extinción masiva del presente (2).

Todo lo antes mencionado conlleva a que los factores climáticos estén susceptibles a cambios constantes provocando que los ecosistemas presenten graves afectaciones como es la pérdida de hábitats, competencia entre especies por la subsistencia, fragmentación de nichos ecológicos, y aumento de las especies exóticas invasoras.

1.1.1.2. Pronóstico

La inadecuada gestión en la conservación de los ecosistemas y la carencia de estrategias de preservación de especies nativas que se encuentran amenazadas, sumado al modelo convencional de consumismo y despilfarro de recursos naturales, traerían consigo un sinnúmero de pérdidas en los ecosistemas con mayor vulnerabilidad de adaptación al cambio climático. Se presentaría la pérdida de especies como el Cóndor Andino, provocando la ruptura de la cadena trófica y biológica debido al rol fundamental que desempeña dentro del ecosistema. Así mismo, aumentará la vulnerabilidad en los ciclos biogeofísicos y ecosistémicos que se desarrollan en los hábitats lo que provocaría el aumento de la competencia entre especies.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero representado a través de las trayectorias representativas de concentración (RCP) afectarían la distribución potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuáles serían las condiciones climáticas evaluadas en los sitios con presencia del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*)?

¿Cómo cambiaría la distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) entre el presente y ante escenarios de cambio climático?

¿Cuáles serían los escenarios de cambio climático con mayor riesgo de reducción en la distribución del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*)?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante diferentes trayectorias representativas de concentración (RCP) de cambio climático en Ecuador.

1.2.2. Objetivos específicos

- ✓ Describir climáticamente las condiciones ambientales en los sitios con presencia del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*).
- ✓ Modelar la distribución geográfica potencial de Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el presente y ante escenarios de cambio climático.
- ✓ Identificar los escenarios de cambio climático con mayor riesgo de reducción en la distribución del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*).

1.3. Justificación

En la actualidad, los estudios relacionados a la evaluación de la distribución de especies nativas y sus mecanismos de adaptación ante el cambio climático en Ecuador son incipientes, debido a una serie de factores limitantes como la poca información sobre las mismas, carencia de registros de presencia, los sitios reales de distribución, sumado al deficiente conocimiento de las autoridades pertinentes sobre esta temática. Esto provoca que la biodiversidad del país que se encuentra seriamente amenazada, no esté recibiendo esfuerzos o estrategias de conservación basadas en estudios científicos, o al menos no sean suficientemente efectivas para revertir el estado de las especies. Los ecosistemas endémicos tendrán mayor vulnerabilidad ante la problemática mencionada.

El cambio climático es considerado como un fenómeno en crecimiento exponencial provocando que las condiciones edafoclimáticas naturales entren en desequilibrio. Este problema se acrecienta por el aumento de los gases de efecto invernadero que son generados por las actividades antropogénicas. Los efectos de este fenómeno se amplían e intensifican cada día, aquejando ecosistemas, especies, bienes y servicios ambientales con mayor fragilidad y poca respuesta de adaptación. Según proyecciones climáticas, si se sigue de la misma forma las consecuencias podrían empeorar llegando a tornarse irreparables.

El Cóndor Andino, una de las especies con mayor representación para los ecosistemas de páramo, culturas andinas y Ecuador en general, no se encuentra exento de sufrir afectaciones en su hábitat y distribución a causa del avance del cambio climático. Las escasas investigaciones científicas realizadas por Naveda-Rodríguez *et al.*, (12), Astudillo *et al.*, (17), Dávalos (18) reportan que los ecosistemas andinos son escenarios vulnerables al cambio climático lo que demuestra que la flora y fauna autóctona del sitio está en peligro de extinción debido a la disminución de condiciones favorables para subsistir.

Actualmente, existen herramientas de modelación que permiten modelar nichos ecológicos de especies y proyectar geográficamente estos resultados ante escenarios de cambio climático futuro. Esto proporciona predicciones de las condiciones de hábitat favorable o poco favorable que se pueden relacionar con las potenciales afectaciones podrían presentar las especies evaluadas por la pérdida o ganancia de favorabilidad en cuanto a la distribución espacial de dichas condiciones. Ofrecen una gama de ventajas ya que proveen datos confiables con un grado de error mínimo permitiendo tomar decisiones adecuadas en base a los efectos emulados por los modelos climáticos. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) es uno de los órganos principales que por su razón de ser emplea dicha metodología para la predicción de condiciones futuras en varios escenarios.

La Agenda Nacional de Investigación sobre la Biodiversidad 2030, es una de los instrumentos pioneros para el estudio de la diversidad biológica del Ecuador, la cual tiene como objetivo principal impulsar la investigación básica y aplicada proporcionando un conjunto de metas específicas para el desarrollo de trabajos de investigación. Este proyecto de investigación guarda

una relación estrecha con la meta 1 “Gestión de la información e investigación básica sobre la diversidad biológica en el Ecuador” misma que se conforma por una serie de objetivos, de los cuales el que engloba esta investigación es el objetivo 1.2: “Estudiar la ecología de especies, poblaciones y comunidades de relevancia por su estatus de conservación, interés científico, potencialidad de aprovechamiento e interés biotecnológico”, enfocada en la investigación de especies endémicas y amenazadas que presentan un escaso conocimiento sobre su estado poblacional, ecología y distribución, como base para fortalecer estrategias y mecanismos de conservación. Es decir, la presente investigación aborda temáticas actuales de importancia nacional e internacional, enfocada en la predicción de los cambios que ocurrirán en la distribución de una especie emblemática bajo los escenarios de cambio climático simulados a futuro (19).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Biodiversidad

Según el Convenio sobre Diversidad Biológica en 1992, define a la biodiversidad como “La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros sistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (20).

La biodiversidad abarca, por tanto, la enorme variedad de formas mediante las que se organiza la vida. Incluye todas y cada una de las especies que cohabitan con nosotros en el planeta, sean animales, plantas, virus o bacterias, los espacios o ecosistemas de los que forman parte y los genes que hacen a cada especie, y dentro de ellas a cada individuo, diferente del resto (21).

El IPCC (22) engloba a la biodiversidad en tres niveles, los cuales se mencionan a continuación:

- ✓ **La diversidad genética:** es la cantidad total de información y variación genética que existe dentro de cada especie. Existen distintos genes y muchos de ellos se expresan en el ámbito individual; son heredables y resultan ser la materia prima de la selección natural. Un ejemplo claro de este último aspecto es la propia especie humana, cuya diversidad genética le ha permitido adaptarse a condiciones de vida muy diferentes a lo largo de su proceso evolutivo.
- ✓ **La diversidad de especies:** es la variedad existente entre los organismos vivos de un sistema ecológico o ecosistema. También se le denomina riqueza de especies en un ecosistema.
- ✓ **La diversidad de ecosistemas:** es entendida como la diversidad de comunidades bióticas (vivas) y los procesos ecológicos que ocurren en determinadas áreas; lo anterior incluye a las especies que las componen, los procesos ecológicos que desempeñan y los cambios en

la composición de especies de una región a otra. También se le conoce como diversidad ecológica. Por biomas consideramos las grandes unidades ecológicas, que pueden desarrollarse en diferentes áreas de la región, por ejemplo: los bosques de neblinas, las estepas, etc.

2.1.1.1. Ecosistemas

Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional. Son sistemas complejos como el bosque, el río o el lago, formados por un conjunto de elementos fisicoquímicos (el biotopo) y biológicos (la biocenosis o comunidad de organismos), y por las interacciones de los organismos entre sí y con el medio físico. En otras palabras, el ecosistema es una unidad formada por factores bióticos (o integrantes vivos como los vegetales y los animales) y abióticos (componentes que carecen de vida, como por ejemplo los minerales y el agua), en la que existen interacciones vitales, fluye la energía y circula la materia. La extensión de un ecosistema es siempre relativa: no constituye una unidad funcional indivisible y única, sino que es posible subdividirlo en infinidad de unidades de menor tamaño (23).

2.1.1.1.1. Servicios Ecosistémicos

Se definen así a los bienes (como alimento) y servicios (como asimilación de residuos) de los ecosistemas, que representan los beneficios que la población humana obtiene, directa o indirectamente, de las funciones de los ecosistemas. Establecen la visión integrada de la economía, la ecología, los aspectos socioambientales y el aprovechamiento sinérgico de los recursos, presentando una dualidad conceptual (Costanza, 1997).

Se entiende también aquellos beneficios directos del funcionamiento de los ecosistemas (o de las funciones ecosistémicas) para la sociedad humana. El nivel de servicios ecosistémicos efectivamente percibidos por la sociedad depende de la producción, disponibilidad (provisión) y capacidad de utilización de los mismos (24).

2.1.1.1.2. Clasificación de los servicios ecosistémicos

La dinámica compleja de los procesos de los ecosistemas y las características propias de los servicios ecosistémicos hacen complicado contar con un esquema de clasificación general y la posición de algunos autores es que no hay un sistema de clasificación de los servicios ecosistémicos que sea apropiado para aplicarlo en todos los casos. Los servicios ecosistémicos han sido encasillados de tal manera para obedecer al propósito de poder especificar cada uno de los servicios o bienes que ofrecen este tipo de sistemas (Costanza, 2008).

Dentro de los principales intentos de clasificación la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM) propone evaluar los distintos ecosistemas de acuerdo a la siguiente clasificación donde se destaca la necesidad de desarrollar modelos dinámicos que tomen en cuenta la interdependencia entre las funciones y los bienes y servicios:

- ✓ **De soporte:** son los procesos ecosistémicos, y estructuras, que son necesarias para que sea posible la generación de los otros servicios ecosistémicos (regulación, aprovisionamiento y culturales). La diferencia con los otros servicios ecosistémicos está en que los efectos a las personas son indirectos o su ocurrencia es en espacios de tiempo muy amplios de aprovisionamiento.
- ✓ **De provisión:** son los productos obtenidos de los ecosistemas como alimentos, agua limpia, combustibles, madera, fibra, recursos genéticos, medicinas naturales y otros.
- ✓ **De regulación:** son los beneficios que se derivan de la regulación de los procesos ecosistémicos. Aquí se incluyen la calidad del aire, regulación climática e hídrica (inundaciones), control de erosión, mitigación de riesgos, regulación de la frecuencia y magnitud de enfermedades, control biológico, tratamiento de desechos (por la filtración y descomposición de desechos orgánicos) y polinización.
- ✓ **Culturales:** Son beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas por medio del enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, reflexión, recreación.

Estos están fuertemente ligados con los valores humanos y el comportamiento, por lo que las percepciones de estos servicios difieren entre individuos y comunidades (25) (26).

2.1.1.2. Especies

Especie es un grupo (o población) natural de individuos que pueden cruzarse entre sí, pero que están aislados reproductivamente de otros grupos afines. Mayr (27) define a las especies como grupos de poblaciones naturales que pueden reproducirse entre sí, pero aisladas reproductivamente de cualquier otro grupo. Frankham *et al.*, (28) por su parte puntualiza el concepto de especies desde tres ámbitos: i) biológico: poblaciones naturales con entrecruzamiento potencial reproductivamente aisladas de otros grupos, ii) evolutivo: un linaje único descendente que mantiene su identidad y que posee su propia tendencia evolutiva y iii) filogenético: el grupo diagnosticable más pequeño de organismos individuales dentro de los cuales hay un patrón parental de ancestría y descendencia.

2.1.1.2.1. Especies nativas

Se definen como aquellas especies, subespecies o taxones inferiores presente dentro de su zona natural (actualmente o en el pasado) y posibilidad de dispersión (es decir, dentro de la zona que ocupa naturalmente o que podría ocupar sin la introducción directa o indirecta o la acción de los seres humanos). Especies o genotipos que han evolucionado en una misma zona, región o biotopo y que están adaptados a las condiciones ecológicas predominantes en el momento de establecimiento (29).

Las especies nativas viven en diferentes hábitats, partes de ecosistemas de diverso tipo, con características que le son compatibles a sus necesidades biológicas. Según el rango de adaptabilidad y las capacidades de movimiento de cada especie (algunas se mueven con ayuda de otras especies) será mayor o menor el espacio geográfico, que ocupará normalmente. Esa distribución natural es objeto de cambios, por diversas causas evolutivas. Se trata de las especies autóctonas. Las especies nativas se distinguen de las especies exóticas por el hecho que en las

exóticas es el ser humano quien provoca, consciente o inconscientemente, su desplazamiento a un nuevo ecosistema. Una especie nativa puede tener un rango de distribución que incluye más de un país. Será, en ese caso, nativa para los países donde habita (30).

2.1.1.2.2. Ecología del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*)

2.1.1.2.2.1. Taxonomía

El Cóndor Andino fue registrado por Linnaeus en la décima edición de su “Systema Naturae” editada en 1758, tomo I, página 86 el cual se menciona en la tabla 1.

Tabla 1. Características taxonómicas del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*).

Clasificación	Nombre
Reino	<i>Animalia</i>
Subreino	<i>Eumetozoa</i>
Rama	<i>Bilateria</i>
Filo	<i>Chordata</i>
Subfilo	<i>Vertebrata</i>
Superclase	<i>Gnathostomata</i>
Clase	<i>Ave</i>
Subclase	<i>Neornithes</i>
Orden	<i>Ciconiiformes</i>
Familia	<i>Cathartidae</i>
Género	<i>Vultur</i>
Especie	<i>Vultur gryphus</i>

Fuente: Linnaeus, (1751).

El Cóndor Andino es reconocido como el ave voladora más grande del planeta, su cabeza y cuello son desprovistas de plumas como resultado de la adaptación a sus hábitos alimenticios, en el cuello tiene pequeños pelos gruesos de color negro (31). El Cóndor Andino, es un ave de gran tamaño, alcanza 1,3 m de altura y de 3,20 a 3,50 m de envergadura alar. Son los únicos integrantes de la familia Cathartidae que presentan dimorfismo sexual, dado que es posible distinguir a ambos sexos. Los machos, más pesados (11-16 kg), poseen una cresta o carúncula sobre su cabeza y ojos marrones desde el nacimiento, mientras que las hembras, más livianas (8-11 kg) carecen de cresta y sus ojos son marrones al nacer pero se tornan rojizos al alcanzar la madurez sexual a partir de los seis y ocho años (32) (33) (34).

2.1.1.2.2.2. Reproducción

Uno de los aspectos menos conocidos de la vida del cóndor en su ambiente natural es el referido a la reproducción. Los cóndores son monógamos quiere decir que conviven toda su vida con un solo compañero/a, solamente en caso de que uno muera el otro busca una nueva pareja. Los cóndores alcanzan su madurez sexual a los 7-8 años de edad; tiempo en el cual adquieren las características morfológicas de un individuo adulto y están en capacidad de establecer una pareja para reproducirse (35). El ciclo reproductivo completo del cóndor dura alrededor de 2 a 3 años entre cada puesta en el mejor de los casos. Sin embargo depende mucho de las condiciones ambientales como la disponibilidad de alimento (36). Esta tasa reproductiva es muy baja comparada con otras aves, sin embargo son conocidos también por su gran longevidad. Se conocen registros de parejas de más de 30 años aun reproduciéndose, y en cautiverio se han registrado individuos de hasta 65 a 70 años de edad, seguramente este valor se ve disminuido en libertad (37).

2.1.1.2.2.3. Alimentación

El cóndor es un ave carroñera, es decir que se alimentan de carne en descomposición (carroña). Una vez localizado la carroña, los cóndores no descienden a comer de manera inmediata sino que se limitan a volar sobre la misma o se posan en algún lugar desde donde se vea claramente. Uno o dos días pueden pasar hasta que finalmente descienden para consumirla. Comienzan a

alimentarse en los puntos más accesibles o blandos de los cadáveres, es decir los ojos, la lengua, el ano, ubre o testículos, axilas, ingles, abdomen y entrepierna, Con sus fuertes y cortantes picos desgarran los tejidos y abren los cueros lo que adicionalmente facilita el aprovechamiento de la pieza por parte de carroña de menor envergadura (38). El Cóndor Andino es un ave principalmente carroñera que se alimenta de los cadáveres de grandes mamíferos, especialmente de fauna altoandina como llamas, alpacas, vicuñas, venados, entre otros (39).

En la actualidad existe aún incertidumbre sobre la disponibilidad de alimento para la población silvestre del Cóndor Andino en el Ecuador, sin embargo, se estima que la especie depende en su mayoría de dos fuentes principales de alimento: carroña de ganado doméstico (bovino, ovino y caballar) y cimarrón (ganado asilvestrado o “salvaje”) y, en mínimas proporciones, de fauna silvestre altoandina (40).

2.1.1.2.2.4. Anidación y comportamiento

Para anidar escogen generalmente cuevas de grandes paredes rocosas verticales, plataformas salientes o riscos de las montañas, aptos para hacer la postura y anidar, protegidas del viento y la intemperie. Las dimensiones de los nidos observados son de hasta 1 a 1,5m de alto por dos a tres metros de profundidad y seis metros en la parte frontal, en el cual permanece el polluelo durante los primeros meses de vida. Depositán el único huevo directamente sobre el sustrato arenoso de las cuevas (41). El huevo es de color blanco y cáscara granulada con textura áspera y algo brillante. El huevo mide aproximadamente 108 mm de largo por 99 mm de ancho (42).

El comportamiento de esta especie es bastante social lo que lo convierte en vulnerable, ya que por sus características biológicas no es un ave de presa, ya que no está capacitada ni dotada para cazar animales vivos, pues a pesar de ser un excelente volador, no podría lanzarse en picada ya que su propio tamaño y peso se lo impiden; además es un animal muy lento en tierra, y no puede emprender el vuelo sin antes tomar carrera para impulsarse, o sin valerse de corrientes de aire. Necesita rampas que se encuentran en el medio natural, como los cerros y bordes de precipicios, desde los cuales se lanza para aprovechar las corrientes de aire térmicas, que son ascendentes (43).

2.1.1.2.2.5. Habitat y Distribución geográfica

Su ubicación histórica está ligada a los Andes, desde el norte en las montañas de Venezuela, hasta Tierra de Fuego en Argentina y Chile en el sur (44). En Venezuela y Colombia se ha registrado presencia de cóndores no solo en los Andes sino también en otros sistemas montañosos, como la Sierra de Perijá en la frontera entre estos dos países (45) y los ecosistemas templados de paramo de la Sierra Nevada colombiana frente al Caribe. En el litoral pacífico, a lo largo de la costa desértica de Perú y Chile, era visto con mucha más frecuencia que ahora, incluso hay registros de cóndores bajando desde los Andes, volando hacia las islas cercanas a las costas peruanas para alimentarse de huevos de aves marinas que allí anidan (46).

En Ecuador, el Cóndor Andino se distribuye a lo largo de la cordillera de los Andes principalmente entre los 1.500 a 4.500 metros de elevación sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), aunque la telemetría satelital ha registrado ejemplares volando sobre los 6.000 m.s.n.m., en zonas de volcanes altos y descendiendo hasta los 1200 m.s.n.m., en lugares más bajos de la cordillera en las Provincias de Azuay, Loja y El Oro. Sin embargo, no hay registros fiables del Cóndor Andino visitando la orilla del mar en la Costa ecuatoriana como sucede en Perú, Chile y Argentina (47).

Su presencia ha sido confirmada en las provincias de Carchi, Sucumbíos, Imbabura, Pichincha, Napo, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Morona Santiago, Azuay, Loja, Zamora Chinchipe y El Oro, así como al interior del Subsistema Estatal de Áreas Protegidas ; Reserva Biológica Colonso Chalupas, Refugio de Vida Silvestre Pasochoa, Reservas Ecológicas: El Ángel, Cotacachi Cayapas, Antisana, Los Ilinizas, Reserva de Producción Faunística Chimborazo, Parques Nacionales: Cayambe-Coca, Cotopaxi, Llanganates, Sangay, Cajas, Podocarpus, Río Negro-Sopladora, Yacuri, Área Nacional de Recreación Quimsacocha y Área Nacional de Recreación El Boliche. A pesar de este elevado número de áreas protegidas en el rango distribucional de la especie, las investigaciones recientes basadas en la telemetría satelital y en el trabajo de campo indican que la mayor parte de dormideros, áreas de alimentación y anidación se encuentran en tierras privadas fuera del Subsistema Estatal de Áreas Protegidas (47).

Por lo general el hábitat del cóndor son las montañas, páramos, serranías, cañones y laderas que tengan como característica ser abruptas y escarpadas; sin embargo, y contrario a lo que se pensaba, no solo habitan en los páramos y regiones frías, ya que pueden vivir en sectores montañosos de todos los climas e incluso en sus vuelos se les ha visto descender hasta el mar para alimentarse en la costa con restos de animales marinos (34).

Dentro de su área de distribución el cóndor elige microhábitats específicos para desarrollar sus actividades como se muestra a continuación (43) (48):

- ✓ **Sitios de anidación:** Lugares escarpados de difícil acceso, es en donde hacen su postura, incubación, cría y levante del polluelo.
- ✓ **Sitios de percha:** Áreas de descanso durante el día estos sitios son altos y con buena visibilidad del sector.
- ✓ **Área social:** Sitios de reunión con individuos de la misma especie, donde se agrupan adultos y juveniles.
- ✓ **Área de forrajeo:** Lugares de vuelo en donde por lo general se encuentra el alimento que debe ser ubicado y consumido por los cóndores durante sus jornadas de búsqueda de comida.
- ✓ **Sitios de dormitorio:** Lugares distribuidos en varios sectores del territorio, que normalmente coinciden con sitios de abundancia o de hallazgo de comida, en los cuales pernoctan mientras se consume la fuente de alimento.

Todos estos lugares conforman su territorio, el cual es el sitio de estadía permanente en el que desarrollan sus actividades básicas, tales como nidación, vuelo, alimentación, descanso y eventos de reproducción (49).

2.1.1.2.2.6. Condiciones del hábitat

El hábitat de los cóndores requiere al menos de tres condiciones básicas:

- ✓ Vientos o corrientes ascendentes de aire que les permitan volar alto.
- ✓ Terrenos despejados para descubrir la carroña desde la altura.
- ✓ Un suministro adecuado de animales muertos.

Principalmente en la Cordillera de los Andes, caracterizada por montañas desoladas, cañones profundos y acantilados altos, aunque en algunas zonas alcanza la costa, también desciende a los valles precordilleranos, estepas y praderas abiertas, vive desde el nivel del mar hasta los 5.000 metros de altitud, prefiere áreas de campo abierto que le permiten hallar carroñas, estos comprenden su dieta principal, a través del norte de los Andes, el Cóndor Andino se puede ver planeando en busca de su próximo alimento, frecuenta regiones montañosas, donde hay muchos empinados y rocosos acantilados, de esta manera puede divisar su presa con mayor facilidad (50).

2.1.2. Categorías de clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

La UICN en el informe sobre “Las categorías y criterios de la Lista roja de la UICN” versión 3.1. (51), pretende que constituyan un sistema de fácil comprensión para clasificar especies de alto riesgo de extinción global. El fin general es proporcionar un marco explícito y objetivo para la clasificación del espectro más amplio posible de especies según su riesgo de extinción. Sin embargo, aunque este informe concentra la atención sobre aquellos taxones que se encuentran en mayor riesgo, no constituye el único medio de establecer prioridades para su conservación. A continuación se definen cada una de las categorías establecidas por este organismo:

- ✓ **EXTINTO (EX):** Un taxón está Extinto cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente ha muerto. Se presume que un taxón está Extinto cuando la realización de prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no ha podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.

- ✓ **EXTINTO EN ESTADO SILVESTRE (EW):** Un taxón está Extinto en Estado Silvestre cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Se presume que un taxón está Extinto en Estado Silvestre cuando la realización de prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no ha podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.

- ✓ **EN PELIGRO CRÍTICO (CR):** Un taxón está En Peligro Crítico cuando se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre, además la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios establecidos por la UICN para esta categoría (Sección V).

- ✓ **EN PELIGRO (EN):** Un taxón está En Peligro cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios instituidos por la UICN para esta categoría y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción muy alto en estado de vida silvestre.

- ✓ **VULNERABLE (VU):** Un taxón es Vulnerable, y se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre, cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con los criterios establecidos por la UICN en relación a esta categoría.

- ✓ **CASI AMENAZADO (NT):** Un taxón está Casi Amenazado cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable, pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en un futuro cercano.

- ✓ **PREOCUPACION MENOR (LC):** Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

- ✓ **DATOS INSUFICIENTES (DD):** Un taxón se incluye en la categoría de Datos Insuficientes cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado, y su biología ser bien conocida, pero carecer de los datos apropiados sobre su abundancia y/o distribución. Datos Insuficientes no es por lo tanto una categoría de amenaza. Al incluir un taxón en esta categoría se indica que se requiere más información y se reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras demuestren apropiada una clasificación de amenazada.

- ✓ **NO EVALUADO (NE):** Un taxón se considera No Evaluado cuando todavía no ha sido clasificado en relación a estos criterios (51).

2.1.2.1. Criterios para las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerable

La UICN (51) hace una distinción especial para estas categorías ya que establece una serie de criterios para la denominación de un taxón dentro de cada una de ellas, los criterios son los siguientes:

A. Reducción del tamaño de la población

B. Distribución geográfica en la forma B1 (extensión de presencia) o B2 (área de ocupación) o ambas.

C. Estimación del tamaño total de la población.

D. Estimación del tamaño de la población en relación a los individuos maduros.

E. Análisis cuantitativo de la probabilidad de extinción en estado de vida silvestre (51).

Cabe mencionar que cada categoría tiene sus índices y proporciones diferentes (Sección V) las cuales permiten la inferencia al momento de establecer a que categoría pertenece cada taxón evaluado.

2.1.3. Biogeografía

La biogeografía es una de las disciplinas centrales de la biología comparada y tiene por objetivo fundamental encontrar patrones generales en la distribución espacial de los organismos y detectar las causas que los han producido. Se han establecido dos enfoques complementarios en la biogeografía (52).

El primero es el de la biogeografía histórica, que se aboca al estudio de las causas que han operado en el pasado afectando la distribución orgánica. Este campo se apoya principalmente en la sistemática, las ciencias de la Tierra y la paleontología para tratar de explicar los patrones biogeográficos actuales de acuerdo con los cambios que han ocurrido en la geografía, el clima y la distribución de los organismos. El segundo enfoque se conoce como biogeografía ecológica y se interesa por conocer los factores ecogeográficos que influyen en la actualidad sobre la distribución de los organismos, con frecuencia a una escala local, buscando descubrir patrones tanto en el número como en las características ecológicas de las especies (52).

De esta distinción resulta que la biogeografía no es una disciplina monolítica sino que incluye diferentes bases conceptuales, métodos y estrategias de investigación, según la escala espacio-

temporal de los procesos y patrones biogeográficos que investiguen. Es evidente que existen diferentes objetivos y métodos para analizar los patrones y las causas de la distribución de los organismos dentro de un periodo relativamente corto y en área particular (v. gr., enfoque ecológico), en comparación con los estudios que abarcan una escala geográfica continental o mundial y periodos de tiempo geológicos (v. gr., enfoque histórico) (52).

La biogeografía tiene diversas aplicaciones entre las más importantes se cuenta el reconocimiento de áreas cuya conservación resulta prioritaria, la definición de criterios para diseñar áreas naturales protegidas, la predicción de modificaciones en la distribución de las especies en distintos escenarios de cambio climático y el pronóstico de los efectos de la fragmentación de los sistemas ecológicos naturales. Finalmente, los principios de la biogeografía pueden ayudarnos a entender los efectos de las invasiones biológicas, es decir, de la introducción voluntaria o fortuita de especies provenientes de otras regiones donde han tenido su propia historia evolutiva (53).

2.1.4. Distribución geográfica

Se refiere a la localización de diferentes objetos, con rasgos similares o no, en un lugar que puede ser local, regional o mundial. Por tanto, la diversidad o geodiversidad es una consecuencia de la distribución (selvas tropicales; desiertos; valles, montañas), por cuanto responde a la forma como se combinan y concretizan en los territorios las relaciones sociales, económicas, ecológicas (aldeas; ciudades; campos cultivados; represas; aeropuertos; carreteras); su grado de generalización dependerá de la escala. Al no distribuirse uniformemente los objetos naturales y culturales en el espacio, la heterogeneidad es una particularidad inherente a los territorios. La categoría tiempo permite comprender como surgen las diferencias (o similitudes) en y entre lugares, así como sus causas (54). De la misma manera la distribución geográfica de una especie es el conjunto de localidades donde ésta ha sido registrada, ya sea mediante la recolecta de especímenes o la observación (55).

2.1.4.1. Áreas de distribución de las especies

Se denomina aquella área habitada por una especie o la superficie que encierra el conjunto de localidades donde las poblaciones de una especie han sido observadas y registradas. Puede caracterizarse en términos de su tamaño, su ubicación geográfica y su continuidad. (56). Un área de distribución geográfica, resulta de la inferencia acerca de cuál es el área con mayor probabilidad de que una determinada especie esté presente. El área de distribución de una especie se construye a partir de las localidades donde se ha registrado, entendiendo por localidad de recolecta o registro, tanto su descripción de localización y coordenadas geográficas, como sus atributos de hábitat. Operativamente, se la reconoce en el mapa como la superficie que encierra el conjunto de las localidades donde la especie ha sido (55).

Delimitar el área de distribución de una especie animal puede ser una labor cuantiosa ya que se debe tener en cuenta que las especies no permanecen “fijas” en una sola área de distribución en virtud de su reproducción. El tamaño de una población puede aumentar o disminuir de una generación a otra. Si la población de una especie aumenta, se expandirá colonizando nuevos lugares; en caso contrario, se contraerá en el espacio. En consecuencia, su área de distribución se puede expandir y contraer (56).

El estudio de la distribución de los seres vivos y sus cambios a través del tiempo y a distintas escalas ha promovido la creación y el desarrollo de teorías, conceptos, métodos y aplicaciones en biogeografía, particularmente en Latinoamérica. La distribución de entidades ecológicas o taxonómicas en el espacio geográfico es fundamental, porque en ella se sintetizan las más variadas expresiones evolutivas, ya sean vistas en linajes de genes, poblaciones, especies, grupos naturales supraespecíficos, e incluso biotas cuyos elementos han pasado por las mismas vicisitudes históricas (57).

Hoy en día existen varios modelos para predecir el área de distribución de una especie. El área de distribución de una especie o taxón individual puede caracterizarse en términos de su tamaño, ubicación geográfica y continuidad. La continuidad o discontinuidad de un área de distribución es, en general, un efecto de la escala de estudio. Así, al hacer un acercamiento en la escala de

trabajo, el área de distribución de una especie consistirá de un conjunto de parches debidos a la heterogeneidad del ambiente (55).

2.1.5. Cambio climático

El cambio climático se conceptualiza como una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). Se puede presentar debido a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), define ‘cambio climático’ como: ‘un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables’. La CMCC distingue entre ‘cambio climático’ atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y ‘variabilidad climática’ atribuida a causas naturales (58).

2.1.5.1. Gases de efecto invernadero (GEI)

Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. El vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre. Además, la atmósfera contiene cierto número de gases de efecto invernadero enteramente antropógeno, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, y contemplados en el Protocolo de Montreal. Además del CO₂, N₂O y CH₄, el Protocolo de Kyoto contempla los gases de efecto invernadero hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) (58).

2.1.5.2. Causas del cambio climático

El análisis de las causas del cambio climático debe considerar, en primer lugar, los originantes del cambio climático, con especial referencia a los GEI (Gases Efecto Invernadero), responsables de una cadena de acontecimientos que van desde la emisión de los mismos, el aumento de su concentración en la atmósfera con el consiguiente forzamiento radiactivo, y sus consecuencias en forma de respuesta climática manifestada en cambios así inducidos, tanto en los distintos ecosistemas naturales y gestionados, como en la propia salud del hombre (59).

Al margen del efecto invernadero natural, es evidente que son las actividades humanas las principales responsables de aumento de la concentración de atmosférica de los gases efecto invernadero (GEI) entre los que destacan dióxido de carbono, vapor de agua, metano, óxidos de nitrógeno, y productos halocarbonados, que aportan flúor, cloro y bromo, además de muchos aerosoles. Los cambios en la corteza terrestre, fundamentalmente relacionados con las actividades agrícolas, ganaderas y de la explotación de las selvas y los cambios en las radiaciones solares amplifican los impactos en el sistema climático. Todos ellos, condicionan la absorción, la dispersión y las emisiones de radiaciones de la atmósfera y la corteza terrestre, y como consecuencia de todo ello se produce una alteración de los balances energéticos de todo el sistema climático (59).

Las emisiones mundiales anuales de GEI antropógenos han pasado de 24 Gigatoneladas de carbónico equivalente al año en 1970 a 49 en el año 2004, lo que supone un incremento superior al 100%, siendo el CO₂ el que representa la mayor proporción. La emisión de Gases de efecto invernadero está directamente relacionada con el desarrollo económico y social de un país región o continente (59).

2.1.5.3. Cambio climático y la biodiversidad

De acuerdo al Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (60), el cambio climático ocasionará aumentos paulatinos en la temperatura promedio de la superficie de la tierra y de los océanos, modificaciones de los patrones de precipitación, cambios de intensidad y frecuencia

de los eventos climáticos extremos y un alza en el nivel medio del mar. Se estima que para finales del siglo XXI, el aumento de la temperatura de la superficie terrestre podría estar entre 2,6 y 4,8°C, y que el ascenso en el nivel medio del mar podría ser de entre 45 y 82 cm. Adicionalmente, es probable que la precipitación incremente en las latitudes altas y en el Ecuador, y que disminuya en las zonas subtropicales (61).

Es muy probable que todos los ecosistemas del planeta sean afectados por el cambio climático en mayor o menor medida. En los bosques tropicales y subtropicales se encuentran centros de alta biodiversidad (hotspot). Todavía hay vacíos importantes en el conocimiento sobre los impactos del cambio climático en los bosques, en la fauna asociada y en la gente, y sobre cómo ajustar las medidas de adaptación a las condiciones locales. La productividad de los bosques tropicales tenderá a aumentar en los sitios donde haya una buena disponibilidad de agua. En las áreas más secas, sin embargo, es más probable que los bosques decaigan (3).

Lo anterior, sumado a los efectos del cambio climático sobre el ciclo hidrológico, podría afectar las interacciones entre las especies, los ciclos de nutrientes y el funcionamiento, estructura y distribución misma de los ecosistemas. Esto, traería como consecuencia la alteración en los flujos y calidad de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas (60).

Entre los principales impactos del cambio climático sobre la biodiversidad en América Latina y el Caribe, se incluyen:

- ✓ Afectación de la ecología de bosques nublados, bosques tropicales y hábitats de zonas bajas como arrecifes coralinos y manglares, y los humedales (60).
- ✓ Cambios en la distribución geográfica de algunas especies como consecuencia de cambios en la distribución de las lluvias. Así por ejemplo, se ha detectado que la riqueza de especies de aves como los colibríes crece con el aumento en la precipitación; y viceversa (60).
- ✓ Cambios en la dinámica de las poblaciones de fauna y flora cuyos ciclos de vida dependen del regular funcionamiento de cuerpos de agua cuya dinámica se vería afectada por

aumentos en la variabilidad climática y por cambios en la disponibilidad de agua. Lo anterior sería particularmente evidente en las zonas áridas y semiáridas de la región. En todo caso, es factible también que los efectos no siempre sean negativos, y que algunas especies vean aumentado el tamaño de sus poblaciones (60).

- ✓ Afectación de la dinámica de poblaciones que habitan ecosistemas de alta montaña (páramos, lagunas y boques alto andinos) que podrían verse afectadas por los cambios hidrológicos que resulten como consecuencia de la pérdida y retirada de glaciares (60).

La figura 1 muestra los principales efectos que el cambio climático podría traer en América Latina.

Impactos esperados del cambio climático en América Latina



Figura 1. Gráficos vitales del Cambio Climático para América Latina y el Caribe.
Fuente: (62).

Cambios moderados en el clima, como los proyectados en escenarios estables e inevitables, pondrían la vida silvestre bajo un riesgo considerable; en los escenarios más extremos, las pérdidas serán catastróficas. Thomas *et al.*, (63) afirma que en los escenarios de máximo cambio climático esperado, el 33 % (con dispersión) y el 58 % (sin dispersión) de las especies se extinguirán. En los escenarios de cambio climático intermedio, probablemente se extingan el 19 % y 45 % de las especies (con y sin dispersión, respectivamente) y con un cambio climático mínimo, el 11 % y el 34 % de las especies se extinguirán (con y sin dispersión, respectivamente).

2.1.6. Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) es el órgano de las Naciones Unidas encargado de evaluar los conocimientos científicos relativos al cambio climático. Fue establecido en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente a fin de que facilitase a los responsables de las políticas evaluaciones periódicas de la base científica del cambio climático, sus impactos y sus futuros riesgos y las opciones de adaptación y mitigación (64).

Por su carácter científico e intergubernamental, el IPCC ofrece una oportunidad excepcional de facilitar información científica rigurosa y equilibrada a las instancias normativas. La participación en el IPCC está abierta a todos los países Miembros de la OMM y las Naciones Unidas. Actualmente, cuenta con 195 países Miembros. El Grupo de Expertos, formado por representantes de los Estados Miembros, se reúne en sesiones plenarias para adoptar las decisiones más importantes. La Mesa del IPCC, elegida por los gobiernos de los Estados Miembros, facilita orientación al Grupo en lo referente a los aspectos científicos y técnicos de su labor y en cuestiones de gestión y estrategia (64).

2.1.6.1. Trayectorias de concentración representativas (RCP)

Son escenarios que abarcan sucesiones temporales de emisiones y concentraciones de la gama completa de gases de efecto invernadero, aerosoles y gases químicamente activos, así como el uso del suelo y la cubierta terrestre (58). Se denominan también como vías o trayectorias, ya

que permiten obtener proyecciones de las concentraciones de gases de efecto invernadero siguiendo su trayectoria a través del tiempo. Además, son representativas porque concentran escenarios diferentes pero con forzamientos radiativos similares (65). Generalmente los RCP relacionan a la parte de la trayectoria de concentración hasta el año 2100, para las cuales los modelos de evaluación integrados han generado los correspondientes escenarios de emisiones (58).

Dichas trayectorias incluyen un escenario de mitigación estricto (RCP2,6), dos escenarios intermedios (RCP4,5 y RCP6,0), y un escenario con un nivel muy alto de emisiones de gases de efecto invernadero (RCP8,5) (58). A continuación se describe de manera específica acerca de los diferentes tipos de RCPs existentes.

- ✓ **RCP 2,6:** Esta vía de concentraciones es representativa de escenarios de mitigación cuyo objetivo es limitar el calentamiento global a menos de 2 °C a fin de siglo. Aunque existen importantes incertidumbres, se ha determinado que este objetivo se puede alcanzar si el forzamiento radiativo hacia el año 2100 alcanza valores menores a 3W/m². Por esto, en este RCP se ha supuesto que, inicialmente, el forzamiento radiativo crece hasta alcanzar un valor de 3,1W/m² a mediados de siglo, cuando comienza a reducirse hasta que hacia el final de siglo alcanza un valor de 2.6W/m² (66).
- ✓ **RCP 4,5 y RCP 6,0:** Trayectorias de estabilización intermedias en las cuales el forzamiento radiativo se estabiliza aproximadamente a 4,5 W/m² y 6 W/m² después de 2100 (58).
- ✓ **RCP 8,5:** Representa una vía en la que las emisiones y las concentraciones son altas. Sus principales supuestos socioeconómicos incluyen alto crecimiento poblacional, relativamente bajo crecimiento de PIB, con tasas modestas de cambios tecnológicos y de eficiencia energética. Esto lleva a una importante demanda energética y consecuentes emisiones de gases de efecto invernadero. En este escenario no se implementan políticas de cambio climático. En cada aspecto, salvo en PIB, este escenario tiene valores mayores a los otros tres (66).

2.1.6.2. Modelos Climáticos Globales (GCMs)

Son una representación tridimensional de la circulación general de la atmósfera y corresponden a las herramientas más avanzadas actualmente, disponibles para simular la respuesta del sistema climático global al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero y proporcionar estimaciones del cambio climático futuro (IPCC, 2009). Son modelos numéricos capaces de evaluar el efecto que los cambios en los forzamientos climáticos (concentración de gases de efecto invernadero, irradiancia solar, etc.) producen en un gran número de variables a escala global. Por ello, constituyen la base para las proyecciones climáticas regionales (67).

Los GCM en la actualidad utilizan un mallado tridimensional global con una resolución horizontal de aproximadamente 1 a 2° para el componente atmosférico y de alrededor de 1° para el océano (68).

2.1.7. Modelos de nicho ecológico

La determinación estadística o modelación del nicho ecológico es un instrumento que, permite analizar los factores ecológicos disponibles que limitan la distribución que, permite analizar los factores ecológicos disponibles que limitan la distribución de una determinada especie. Información que analizada por distintos tipos de algoritmos nos posibilita proyectar a nivel geográfico el área potencial disponible para la especie. El conjunto de métodos llamados modelaje de distribución de especies, modelaje de hábitat o modelaje del nicho tiene un propósito similar: identificar los sitios adecuados para la supervivencia de las poblaciones de una especie. Estos resultados nos permiten hacer predicciones de la distribución y abundancia de las especies, cuando las condiciones que determinan su estructura cambien, ya sean por factores antropogénicos o naturales (69).

2.1.7.1. Nicho ecológico

Es la función o posición de un organismo o población dentro del funcionamiento de una comunidad, particularmente dentro del flujo de energía que en ella se establece (70). Se

conceptualiza como suma de todos los factores ambientales que actúan sobre un organismo; el nicho es una región sobre un espacio multidimensional. En otras palabras, un nicho es el conjunto de características, variables ambientales o ecológicas, que describen los recursos precisos que necesita un organismo para sobrevivir (71).

Este concepto ha tenido históricamente un largo y controvertido debate y múltiples definiciones como las planteadas por Grinnell (1917) y Elton (1927). Hutchinson (1957) planteó que existen dos “tipos” de nicho, el nicho fundamental de una especie, que consiste en el grupo de todas las condiciones que permiten su supervivencia en el tiempo y el nicho realizado, que es el subgrupo del nicho fundamental que la especie realmente ocupa. El nicho realizado de la especie puede ser más pequeño que su nicho fundamental debido a la influencia humana, interacciones bióticas (competencia interespecífica, depredación, etcétera), o barreras geográficas que han impedido la dispersión y colonización. Tales factores pueden impedirle a la especie habitar (o incluso encontrar) condiciones que abarquen su potencial ecológico total (72).

Todos estos factores e interacciones influyen la distribución de los organismos y son importantes en su ecología, historia natural y conservación; porque para proteger una especie amenazada, primero se necesita conocer sus requerimientos ambientales, es decir, su nicho ecológico (73).

2.1.7.2. Modelos de distribución de especies (SDM) y modelos de nicho ambiental (ENM)

En la literatura existe un debate sobre el nombre correcto para la actividad de modelar áreas de distribución. Se usan los términos environmental niche modeling (ENM), species distribution modeling (SDM), modelos de preferencia de habitat, y varios otros. El punto importante a recordar no es tanto el nombre sino el concepto de que se trata. Cuando se intenta modelar el área ocupada G_0 , lo natural es hablar de SDM. Si se intenta modelar las áreas potenciales G_1 o A , lo cual esencialmente implica localizar en la geografía las regiones favorables a la especie (o sea, contenidas en su nicho fundamental existente, o aquellas en el nicho realizado pero que ocurren en otras regiones no ocupadas) entonces lo lógico sería usar el término ENM. En la

mayor parte de la literatura estas distinciones no se hacen y los términos ENM y SDM se consideran sinónimos (74).

Para el estudio de nichos o áreas debe tener claras tres cosas: a) Existen al menos tres clases de nichos Grinnelianos (el fundamental, el fundamental existente y el realizado), b) Existen al menos tres áreas de interés (la ocupada, la potencial y la invadible) y c) Modelar nichos no es igual a modelar áreas, al menos por la obvia razón de que los nichos son subconjuntos de E y las áreas son subconjuntos de G (75).

2.1.7.3. La Dualidad de Hutchinson

La idea fundamental tanto en la modelación de áreas ocupadas (SDM) como en la modelación de áreas potenciales o en la de nichos (ENM) es que existen dos espacios, el geográfico convencional, denotado por G , y un espacio abstracto denotado por E (Figura 2). Estas variables se relacionan directamente, ya que en un tiempo dado, a cada punto geográfico de G corresponde una combinación de valores ambientales en E . Esta combinación puede o no ser única, dependiendo de la resolución de la información ambiental, del número de variables usadas, y de su precisión (76).

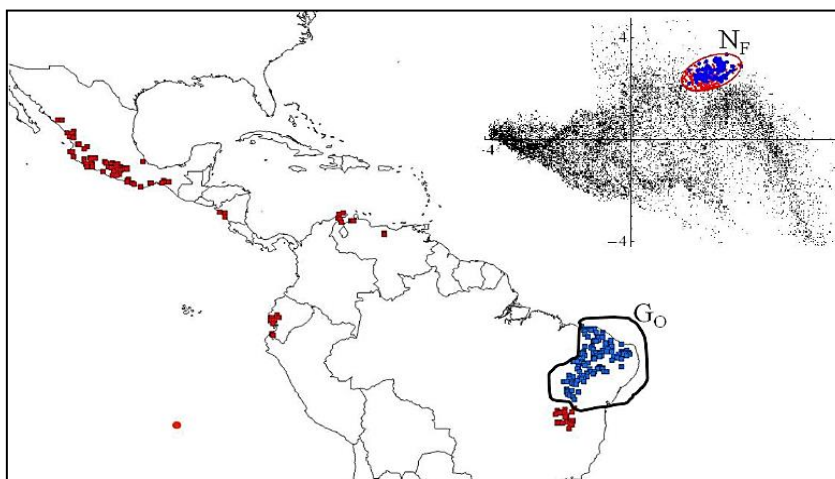


Figura 2. La Dualidad de Hutchinson.

Fuente: (77)

La experiencia indica que cuando se utilizan variables ambientales de tipo bioclimático, con tres o cuatro cifras significativas, incluso para grandes extensiones la correspondencia es uno a uno (a cada punto en **E** se asocia un solo punto en **G** y viceversa). Esta idea implica, que en general, hay tantos elementos en el espacio **G** como en el **E**: $|E|=|G|$. El espacio **E** está compuesto por variables no interactivas, que Hutchinson denominó variables scenopoéticas, cuya función es establecer las condiciones (el escenario) en el que una especie puede simplemente existir. La utilización de programas de Sistemas de Información Geográfica (SIGs) es casi obligada cuando se trabaja en SDM/ENM ya que esto permite navegar entre el E-espacio y el G-espacio de manera fluida y sencilla (76).

Se puede decir de una manera coloquial que los nichos “viven” en **E** y las áreas de distribución en **G**, por lo cual se define a un nicho como un subconjunto de **E**, y un área de distribución como un subconjunto de **G**, en términos de propiedades biológicas de una especie (76).

2.1.7.4. Diagrama Biótico, Abiótico y Movimiento (BAM)

Entre los factores que determinan causalmente el área de distribución de una especie, se encuentran sus tolerancias ambientales (su nicho fundamental), la presencia o ausencia de otras especies (polinizadoras, dispersoras, competidoras, depredadoras, etc.) y las posibilidades de dispersión en períodos de tiempo y desde áreas originales relevantes (78). Dicho en otras palabras, un área de distribución, en general, depende de muchos factores, más que el simple nicho fundamental de la especie. Una manera muy simplificada de expresar lo anterior es el llamado «diagrama BAM» (79).

El diagrama BAM (figura 3) es una representación idealizada del espacio geográfico **G**, donde se ilustran diferentes regiones. Los puntos rellenos representan observaciones de poblaciones «fuente», denotadas por G^+ y que por ser observaciones dependen de la calidad del muestreo. Los círculos abiertos son poblaciones «sumidero». Cualquier algoritmo correlativo trabaja sobre estos puntos, abiertos y llenos (80).

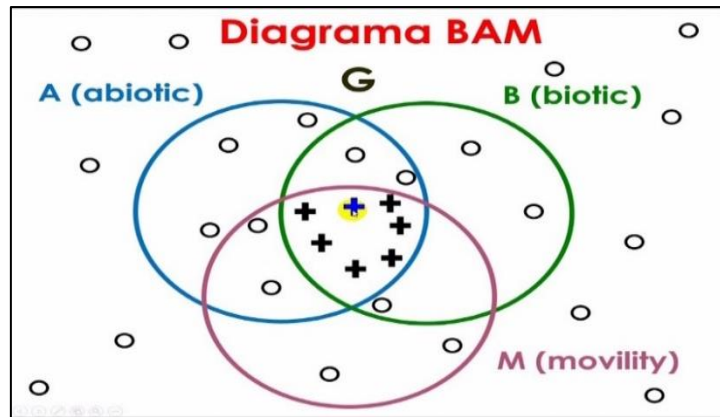


Figura 3. Diagrama BAM.

Fuente: (77)

El diagrama BAM muestra que una especie tiene altas probabilidades de ser observada en aquellas regiones del planeta donde:

- ✓ existan las condiciones abióticas necesarias, simbolizadas por «A»;
- ✓ existan las condiciones bióticas favorables («B»), en otras palabras, el medio biótico de la especie (81).
- ✓ hayan estado accesibles a la dispersión de la especie desde la región de su origen histórico, o bien desde alguna región definida en un momento temporal relevante («M»), esto es, la región del planeta accesible a la dispersión (82).

2.1.8. Herramientas de modelación

Para el estudio de este complejo sistema climático las mejores herramientas que se dispone son los modelos climáticos y programas de modelación climática, capaces de reproducir aceptablemente los principales procesos que determinan el clima terrestre. No consisten en analogías estadísticas con situaciones del pasado, ni en extrapolaciones hacia el futuro de tendencias observadas. Estos modelos matemáticos resuelven numéricamente el conjunto de ecuaciones matemáticas que expresan las leyes y principios físicos que gobiernan la dinámica de los procesos fundamentales que tienen lugar en cada componente del sistema climático, así como los intercambios de energía y masa entre ellos. En la actualidad existen varias decenas de modelos climáticos desarrollados en diversos centros de investigación, merced a un

extraordinario esfuerzo en el que han colaborado directa o indirectamente miles de científicos a lo largo de las últimas décadas (83).

Por otra parte, este tipo de herramientas de modelación permiten realizar simulaciones sobre como hubiera sido la evolución del calentamiento global en caso de que no se hubiera producido el constatado incremento de gases invernadero. Esto ha permitido comprobar que sin dicha acumulación no se hubiera producido el calentamiento observado (83).

2.1.8.1. MaxEnt

Es una herramienta de modelación con inteligencia artificial basada en la formulación matemática precisa en la cual aplica el principio de máxima entropía para calcular la distribución geográfica más probable para una especie. La idea básica de MaxEnt es estimar (aproximar) la probabilidad de distribución desconocida de una especie (84). Trabaja directamente sobre el espacio geográfico y utilizando, además de las presencias, funciones de las características ambientales. Dichas funciones ambientales son definidas sobre el espacio geográfico. Se trata en general de un método genérico para hacer estimaciones o inferencias a partir de información incompleta. (71).

Proporciona ventajas para el modelamiento de distribución de especies sobre otros modelos. Una de las diferencias importantes entre Maxent y otros modelos, es que en esta herramienta las ubicaciones donde no existen registros de ocurrencia no son interpretadas como ausencias o pseudo-ausencias, sino más bien como la representación de una muestra de fondo o background, por lo que Maxent únicamente requiere de datos de presencia e información medioambiental del área de estudio. Los resultados son fáciles de interpretar debido a la forma como las funciones responden a las variables ambientales (84).

2.1.8.2. Genetic Algorithm for Rule-set Production (GARP)

Fue desarrollado por David Stockwell. Es un algoritmo genérico que encuentra regiones del mapa que son similares a las de los puntos de entrenamiento. Se basa en datos de presencia de una especie y produce una clasificación binaria: presencia o ausencia. El algoritmo genera una

población de reglas para clasificar la ausencia o presencia de una especie basado en varios mecanismos: a partir de los datos obtenidos de las variables ambientales, basadas en rangos usando un principio similar al de BIOCLIM, se generan reglas utilizando una regresión logística donde los coeficientes son estimados para favorecer algunas variables buscando predecir la ausencia o presencia de una especie. Las reglas luego de que son generadas por muestreo, se entrenan dividiendo los datos de ocurrencias en muestras de entrenamiento y muestras testigo (75) (85).

GARP da como resultado una predicción distinta en cada corrida, por lo que en su implementación se utilizan distintos criterios para conseguir un nicho (86). Por lo tanto, GARP no da “probabilidades” de ningún tipo, sino un índice de que tan favorables son los ambientes a los requerimientos de la especie (87).

Entre los más usados se encuentra el “Best Sub-sets”, el cual consiste en llevar a cabo un cierto número de corridas seleccionando las más importantes. De esta manera se realiza la suma de aquellas corridas que caen dentro de la categoría de “Best Sub-sets” (86).

2.1.8.3. Wallace

Considerada como una plataforma modular destinada al el modelado reproducible de nichos y distribuciones de especies. La sesión es interactiva, con un mapa con zoom incorporado, tablas ordenables y una variedad de visualizaciones de resultados. La aplicación provee un instructivo con textos de orientación que educan a los usuarios sobre los aspectos teóricos y analíticos de cada paso del flujo de trabajo para la ejecución un análisis completo, desde la adquisición de datos hasta la visualización de predicciones de modelos en un mapa interactivo, además brinda acceso a algunas de las mayores bases de datos públicas de biodiversidad en línea; es expandible, ya que permite crear y contribuir módulos novedosos que permitan la incursión en nuevas opciones metodológicas. Además tiene gran flexibilidad para carga y descarga de los resultados (88).

2.1.8.4. BIOCLIM

BIOCLIM también denominado “Envoltura bioclimática”, es un sistema de análisis y predicción bioclimático muy simple en el cual permite mapear la distribución de cualquier bio-variable, ya sea un taxón o tipo de vegetación, y proporcionar un análisis climático y sus distribuciones previstas, es decir, se encarga de la estimación del rango climático/topográfico de las zonas de presencia para cada bio-variable, y calcular la distribución potencial de dicha especie en lugares con rangos climáticos y/o topográficos similares utilizando los percentiles de los valores más probables (89).

Este algoritmo, implementado en el programa DIVA-GIS (www.divagis.org), genera para la especie un rango ecológico de n dimensiones, siendo n el número de variables utilizadas, mediante un análisis de la distribución de los registros de presencia sobre cada variable ambiental. Este algoritmo da como resultados mapas binarios y probabilísticos a partir de datos de presencia y envoltura climáticas llamados BIO; sus desventajas principales son que no admite para el análisis capas de información cualitativa, y que no tiene en cuenta posibles relaciones entre las variables (90).

2.1.8.5. Niche A

Niche Analyst (NicheA) es una aplicación multiplataforma de código abierto que permite a los usuarios mostrar un grupo de puntos de ocurrencia de especies, así como importar y desarrollar modelos de nicho de la especie objetivo (es decir, $G +$) o de especies virtuales (es decir, $G + s$), basadas en elipsoides de volumen mínimo o polígonos convexos que contienen los puntos de ocurrencia; diseñar barreras para la dispersión y colonización en G ; encontrar el área central del nicho fundamental y proyectarla en el espacio geográfico; descubrir ambientes adecuados en áreas invariables; y estimar, mostrar y analizar modelos de nichos ecológicos en espacios ambientales de tres o dos dimensiones, de acuerdo con el análisis requerido. NicheA también puede cuantificar la similitud de nicho calculando la superposición de nicho entre las especies ' $G +$ ' (91).

2.2. Marco referencial

El Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) es una de las especies que debido a su significancia y representatividad se encuentra sujeta al desarrollo de investigaciones enfocadas en la distribución geográfica potencial, zonas de conservación y variabilidad de individuos entre otros.

Ante esto la investigación realizada por Dávalos en el 2014 (18) sobre la “Aplicación de un modelo predictivo de ocurrencia de sitios de anidación y dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) como aporte a la conservación de la especie en el Ecuador” señaló que el Cóndor Andino se encuentra en peligro crítico según el Libro Rojo de Aves de Ecuador. Una de las causas es la escasa información de nidos y dormideros registrada en el país lo que dificulta una efectiva gestión de la conservación de la especie. Es por esto, dicho estudio buscó llenar este vacío por medio de la elaboración de un modelo predictivo de áreas potenciales para el establecimiento de nidos y dormideros en base a parámetros de idoneidad climática. Donde se determinó de acuerdo al modelo la totalidad del área potencial a lo largo de la región andina. Definiéndose el área de mayor idoneidad en la región centro norte de la cordillera oriental y pequeñas áreas segmentadas en los extremos norte y sur del Ecuador (18).

Después del análisis espacial se determinó la distribución potencial de las áreas importantes para anidación y dormideros del Cóndor Andino, las cuales se encontraron en su mayor parte en zonas poco disturbadas que se localizan en las partes altas de la cordillera de los Andes. Además, se eliminó la superficie que forma parte del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado para obtener las áreas prioritarias para la conservación, en la cual surgió la necesidad de conectar los parques nacionales Cayambe Coca, Cotopaxi y Llanganates, y ampliar hacia el norte y oeste los parques nacionales Cajas y Sangay respectivamente. El modelo predictivo por su parte determinó nuevas áreas potenciales y ayudará a generar acciones concretas para la conservación del Cóndor Andino en el Ecuador (18).

Otra investigación importante es la ejecutada por Naveda-Rodríguez *et al.*, (12) en el año 2016 sobre “El Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Ecuador: Distribución geográfica, tamaño de

la población y Riesgo de extinción” en la cual al igual que Dávalos confirma que el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Ecuador está clasificado como en peligro crítico y que antes de 2015 no se disponía de estimaciones normalizadas y sistemáticas de la distribución geográfica, el tamaño y la estructura de la población de esta especie, lo que dificultaba la evaluación de su situación actual y obstaculizaba el diseño y la aplicación de medidas de conservación eficaces (12).

Por lo cual en este estudio, se realizó la primera evaluación cuantitativa de la distribución geográfica, el tamaño de la población y la viabilidad de la población del Cóndor Andino en el Ecuador. En donde utilizaron un enfoque metodológico que incluía un modelo de nicho ecológico para estudiar la distribución geográfica, complementado con un estudio simultáneo de 70 sitios de dormitorio para estimar el tamaño de la población y un análisis de viabilidad de la población (PVA) para los próximos 100 años (12).

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: en los escenarios de PVA modelados, la probabilidad de extinción, el tiempo medio de extinción y el tamaño mínimo de la población variaron de cero a 100%, 63 años y 193 individuos, respectivamente. La distribución geográfica en forma de extensión de la ocurrencia fue de 49 725 km². Además durante el censo de dos días se registraron 93 cóndores andinos y se estimó una población de 94 a 102 individuos. Así mismo se determinó que la pérdida de hábitat es la mayor amenaza para la conservación de las poblaciones de cóndores andinos en Ecuador ya que la reducción del tamaño de la población en escenarios que incluían la pérdida de hábitat comenzó en los primeros 15 años de esta amenaza (12).

La estimación del tamaño de la población obtenida en este estudio es la más baja en relación a las reportadas previamente en otros países donde se encuentra esta especie, lo que demuestra la necesidad urgente de aplicar una estrategia de conservación que permita garantizar la permanencia de dicha especie en esta parte del territorio (12).

Otro aporte significativo en este ámbito es el realizado por Astudillo *et al.*, en el año 2016 (17) sobre “La Distribución potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) revela sitios prioritarios

para la conservación en los andes sur de Ecuador” en el cual se elaboró un modelo de distribución potencial del Cóndor Andino para los Andes sur de Ecuador en función de las variables bioclimáticas (17).

Donde se estableció que la altitud y la estacionalidad climática fueron las variables con mayor aporte en el modelo, en este contexto según los resultados obtenidos se pudo determinar que las localidades de mayor altitud son los sitios más convenientes para la especie, aunque las zonas de mediana altitud (aproximadamente 2000 msnm) con estacionalidad climática también son sitios que se deben considerar, estableciéndose que las actividades de conservación deberían concentrarse en localidades cercanas a Nabón, Girón y Saraguro, las cuales son zonas que no han sido consideradas dentro de la distribución de esta especie (17).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La República del Ecuador es un país latinoamericano ubicado en la parte noroccidental de Sudamérica. Limita al norte con Colombia y al sur y al este con Perú. Su territorio continental se encuentra entre las coordenadas geográficas 1°28'N y 5°01'S y los 75°11' y 81°00'W. El océano Pacífico limita la costa occidental y lo separa de las Islas Galápagos, ubicadas 1000 km al oeste. Una sección volcánica de la cordillera de los Andes atraviesa el territorio de norte a sur (Figura 4), dejando a su flanco occidental el golfo de Guayaquil y una llanura boscosa, y al oriente, la Amazonía (92).

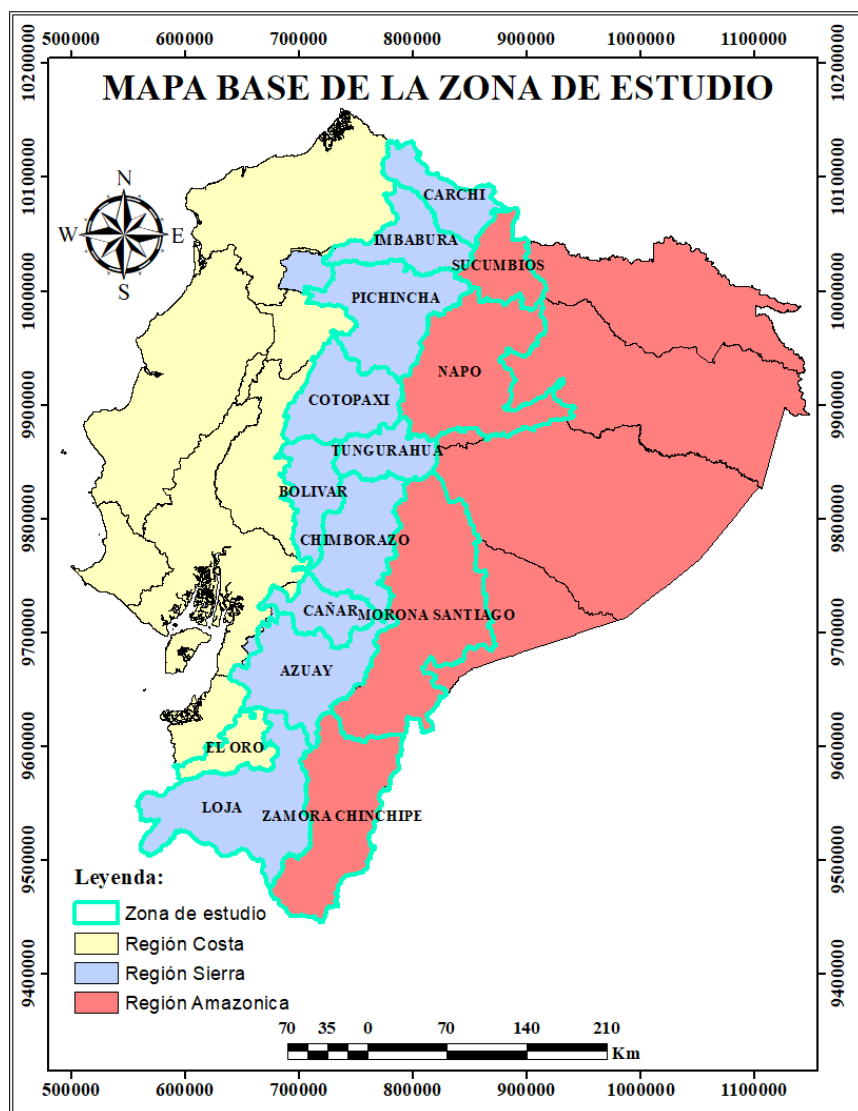


Figura 4. Ecuador continental. Se resalta en contorno turquesa la zona de estudio.

Ecuador ocupa un área de 283561 km², por lo que se trata del cuarto país más pequeño del subcontinente. Es el octavo país más poblado de Latinoamérica, con ~ 17 millones de habitantes, y el más densamente poblado de América del Sur y el quinto en el continente. Es el estado con la más alta concentración de ríos por km² en el mundo, el de mayor diversidad por km² y uno de los países con mayor biodiversidad (92).

3.1.1. Condiciones Climáticas

La mayor parte del país, excepto la región Sierra, tiene un clima húmedo tropical. Está expuesto a la influencia de las corrientes marinas y de los fenómenos oceánicos del Pacífico, particularmente de la corriente fría de Humboldt, la corriente submarina ecuatorial y la corriente cálida El Niño que determinan en gran medida el clima y el régimen de precipitaciones en el país. La precipitación media anual es de 2274 mm, siendo la distribución temporal y espacial de la lluvia poco uniforme. Esto constituye la razón de las cíclicas y graves inundaciones, especialmente en la región Costa (93).

Se pueden distinguir tres regiones climáticas claramente diferenciadas (Figura 4):

- El Litoral o Costa cubre el 25 % del territorio nacional y presenta una estación húmeda en la primera mitad del año (enero-abril) donde se concentra aproximadamente el 80 % de la lluvia y una estación seca en la segunda mitad. La precipitación media anual en la costa sur varía entre los 100 mm y los 1000 mm, mientras que en las áreas más húmedas de la costa norte, la precipitación media anual varía entre 3000 y 4000 mm (93).
- En la región Sierra, que constituye el 30 % de la superficie del país, existen dos estaciones climáticas: el invierno (octubre a mayo) y el verano (junio a septiembre). La precipitación anual decrece hacia el interior siendo a veces las precipitaciones medias anuales incluso < 300 mm. A medida que aumenta la altitud, las temperaturas decrecen a un ritmo aproximado entre 5 y 6 °C cada 1000 m. La temperatura media anual oscila entre 10 y 18 °C. Por encima de los 2000 m son frecuentes las heladas, especialmente en zonas llanas

y en las noches claras de las estaciones secas, mientras que por encima de los 4500 m las cimas están permanentemente nevadas (93).

- La región Oriente o Amazónica constituye el 45 % del área total del país, con un clima marcadamente tropical que experimenta continuas y abundantes precipitaciones y altas temperaturas. La precipitación media anual varía de 3500 a 4000 mm. Las temperaturas más altas del día oscilan entre los 29 y los 33 °C, mientras que por la noche bajan hasta alcanzar entre 20 y 24 °C (93).

3.2. Tipo de investigación

Luego del análisis general sobre la información existente referente a la temática central de la investigación se procedió a establecer el alcance del estudio con lo cual se instituyó el siguiente tipo de investigación:

3.2.1. Investigación exploratoria

Se empleó este tipo de investigación con el objetivo de analizar e investigar diferentes aspectos relacionados a la pérdida de ecosistemas y posibles extinciones de especies nativas en Ecuador a causa del aumento del cambio climático. Se denominó exploratoria debido a que se recabó información importante sobre la realidad actual desde diferentes fuentes de datos permitiendo obtener referencias actualizadas y con fundamento científico.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Inductivo

Mediante la aplicación de este método se pudo obtener información autónoma partiendo del establecimiento del problema planteado, además en base a la observación y análisis de las diversas temáticas utilizadas en la presente investigación.

3.3.2. Deductivo

Se recurrió a la aplicación de dicho método ya que la presente investigación se encuentra basada en metodologías de estudios realizados a nivel internacional donde se evidencia la utilización de las diferentes herramientas informáticas y datos reales de diversos acontecimientos, lo cual permitió evaluar las variables y componentes desde una percepción veraz, confiable y completa.

3.3.3. Analítico

Este método ayudó a la identificación de las relaciones entre los diferentes objetos planteados mediante el análisis de la problemática actual y la afectación que se podría presentar en el área de estudio de acuerdo a las proyecciones que se pretenden realizar en esta investigación.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Para la ejecución de la presente investigación se obtuvo información de fuentes secundarias como revistas científicas, artículos científicos, tesis de grado, documentos doctorales y libros ligados a especies nativas amenazadas y en peligro de extinción en Ecuador continental. Además, se indagó información en las bases de datos internacionales *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) (94), *NicheToolBox* (95) y *e-bird* (<https://ebird.org/home>) para la obtención de registros de presencia del Cóndor Andino. Del WorldClim (90) se extrajeron datos de variables climáticas para el presente y para los escenarios de cambio climático con tres trayectorias representativas de concentración (RCP 2,6; 4,5; 8,5) en dos periodos con centro en 2050 y 2070 y cuatro Modelos Climáticos Globales (IPSL-CM5A-LR China; MICROC-ESM Japón; GISS-E2-R USA; NorESM1-ME Noruega (96)) los cuales se escogieron debido a que en el 2016 Armenta *et al.*, (96) afirmó que dichos laboratorios fueron los de mejor rendimiento para las zonas tropicales como Ecuador.

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1. Registros de presencia de la especie

Los registros de presencia del Cóndor Andino se obtuvieron de diferentes fuentes que incluyen la literatura científica, bases de datos internacionales y la Fundación Cóndor Andino (Tabla 2). Se obtuvo un total de 8762 registros que fundamentalmente provienen del seguimiento a individuos marcados con transmisores en los proyectos de la Fundación Cóndor Andino.

Tabla 2. Número de registros de presencia del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador, obtenidos a partir de diferentes fuentes.

Fuente	Cantidad de registros	Citas
GBIF	2224	(94)
NicheToolBox	76	(95)
Literatura científica	71	(17)
Informes de proyecto	139	(97)
Fundación Cóndor Andino / The Peregrine Fund	6252	(16)
Total	8762	

Estos registros fueron depurados mediante el empleo de la herramienta NicheToolBox, la cual permitió verificar si pertenecían al lugar real donde indicaba cada registro considerando la ecología de la especie. Además, se eliminaron los registros duplicados y aquellos que se encontraban dentro de un tamaño de pixel inferior a 1 km.

Una vez ejecutada la depuración se clasificaron los registros en tres tipos en función del hábitat que representaban: los sitios de forrajeo (3558 registros), sitios de dormideros (1717 registros), y una base de datos integral (6173 registros) en la que se incluyó todos los registros obtenidos

por todas las fuentes de manera conjunta sin distinción del sitio. Esta clasificación se realizó para aprovechar de mejor manera la información proporcionada por cada registro, lo que permitió desarrollar mayor cantidad de análisis respecto a la distribución de la especie, en función de aspectos ecológicos.

3.5.2. Variables climáticas

Los insumos empleados para la realización de la modelación del nicho ecológico del Cóndor Andino fueron los registros de presencia confirmada de la especie y la información disponible en el WorldClim 1.4 acerca de las 19 variables bioclimáticas a una resolución de 30 arc-segundos (~1 km) (90) (Tabla 3). Además, se utilizó la variable altitud (90) por su relación con el hábitat de la especie. El sistema de información geográfica (SIG) ArcGIS v10.4 (98) sirvió como herramienta para la extracción de la información climática para cada punto de presencia de la especie. Cabe mencionar que existe una versión actual y mejorada del WorldClim v2.1 que estuvo disponible desde enero 2020; sin embargo, carece hasta el momento de datos con resolución espacial de ~ 1km² para los escenarios futuros (99).

Tabla 3. Variables bioclimáticas que usadas en la modelación de nicho ecológico del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador.

Siglas	Variables	Descripción
BIO 1	Temperatura media anual (°C)	Temperatura promedio de cada mes, son las entradas totales de energía de un ecosistema.
BIO 2	Rango de temperatura diurnas (°C)	Diferencia entre la temperatura máxima y mínima de un mes, fluctuación de la temperatura para cada especie.
BIO 3	Isotermalidad (°C) (cociente entre parámetros 2 y7)	Cuantifica temperaturas de día y noche en relación con las oscilaciones de verano-invierno, es la división de BIO2 y BIO7.
BIO 4	Estacionalidad en la temperatura (coeficiente de variación, en %)	Cantidad de variación de la temperatura durante un determinado año (o años promedio) basado en la desviación estándar (variación) de los promedios mensuales de temperatura.
BIO 5	Temperatura máxima del mes más cálido	Temperatura máxima mensual durante un tiempo, año o período promedio de años.

Siglas	Variables	Descripción
BIO 6	Temperatura mínima del mes más frío	Temperatura mínima mensual durante un tiempo, año o período promedio de años.
BIO 7	Rango anual de temperatura	Variación de temperatura durante un período determinado. Es la resta de BIO5 y BIO6.
BIO 8	Temperatura media del trimestre más lluvioso	Determinación del trimestre más húmedo del año para calcular la temperatura media de este período.
BIO 9	Temperatura media del trimestre más seco	Cálculo de la temperatura media de este período mediante la determinación del trimestre más seco del año.
BIO 10	Temperatura media del trimestre más cálido	Índice trimestral de aproximación a temperaturas medias que prevalecen durante el trimestre más cálido.
BIO 11	Temperatura media del trimestre más frío	Índice trimestral de aproximación a temperaturas medias que prevalecen durante el trimestre más frío.
BIO 12	Precipitación anual	Suma de todos los valores totales mensuales de precipitación.
BIO 13	Precipitación del mes más lluvioso	Precipitación total que prevalece durante el mes más lluvioso.
BIO 14	Precipitación del mes más seco	Precipitación total que prevalece durante el mes más seco.
BIO 15	Estacionalidad de precipitación (Coeficiente de variación)	Variaciones totales mensuales de precipitación a lo largo del año.
BIO 16	Precipitación del trimestre más lluvioso	Precipitación total que prevalece en el trimestre más húmedo.
BIO 17	Precipitación del trimestre más seco	Precipitación total que prevalece en el trimestre más seco.
BIO 18	Precipitación del trimestre más cálido	Cálculo de la precipitación total mediante la determinación del trimestre más cálido del año.
BIO 19	Precipitación del trimestre más frío	Se determina el trimestre más frío del año (al mes más cercano) y se calcula la precipitación total durante este período.

Prevía selección de las variables para incluir en los modelos, se eliminaron las siguientes variables: temperatura media del trimestre más lluvioso (bio 8), temperatura media del trimestre más seco (bio 9), precipitación del trimestre más cálido (bio18) y precipitación del trimestre más frío (bio19) que constituyen artificios matemáticos y no tienen una relación directa y/o natural con las especies.

En el proceso de selección de las variables se emplearon diversos criterios para garantizar la obtención de tres modelos finales (Modelo integral, modelo para el área de dormideros y modelo para las áreas de forrajeo) para la predicción del nicho climático del Cóndor Andino en Ecuador, los cuales se mencionan a continuación: (1) revisión de literatura referente a la temática con el objetivo de analizar la contribución de las variables dentro de los modelos de nicho ecológico ya realizados y la relación de estas variables con la ecología de la especie; (2) se realizaron modelos de nicho ecológico en Maxent con todas las variables del worldclim con la finalidad de seleccionar aquellas que tuviesen el mayor porcentaje (>50%) de contribución e importancia de la permutación individualmente; (3) se hicieron análisis de correlación de Spearman y de componentes principales para identificar las variables correlacionadas ($r > 0,7$). Por cada método se seleccionó un conjunto de variables y se compararon con los resultados de la correlación para la identificación de correlaciones altas que pudieran provocar redundancia de información.

Una vez aplicados todos los criterios de selección, las variables con mayor aporte y seleccionadas para la modelación final fueron Bio 1 (Temperatura media anual), Bio 16 (Precipitación del trimestre más lluvioso) y la altitud.

Los modelos se proyectaron para diferentes condiciones y permitieron estimar la distribución potencial de la especie en Ecuador. Las proyecciones se realizaron en escenarios climáticos actuales (1961- 1990) y futuros, uno próximo con su centro en 2050 (2041-2060) y otro distante centrado en 2070 (2061-2080), bajo tres escenarios de concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, uno de mitigación (RCP 2,6) donde la temperatura global no sobrepasará de 2°C en el aumento, uno cauteloso (RCP 4,5) en el cual la temperatura global aumentará al menos 2°C y otro extremo (RCP 8,5) en el que la temperatura global será mayor a 3°C. Cada RCP (*Representative Concentration Pathways*) contiene una cadena de suposiciones socioeconómicas, tecnológicas y biofísicas diferentes entre cada uno (58).

Los valores para las variables en escenarios futuros fueron obtenidos de cuatro laboratorios que simulaban los Modelos de Circulación General (GCM; (100)), y que fueron identificados en estudios previos de acuerdo a la mejor simulación para el clima de Ecuador (96) (Tabla 4).

Tabla 4. Modelos de Circulación General (GCM) de donde se extrajeron las variables de temperatura y precipitación para la proyección a futuro del nicho ecológico del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador.

GCM	Código	País	Institución
IPSL-CM5A-LR	IP	China	IPSL-Institut Pierre-Simon Laplace
GISS-E2-R	GS	USA	NASA-GISS-NASA Goddard Institute for Space Studies
MIROC-ESM	SEÑOR	Japón	MIROC-Atmosphere and Ocean Research Institute (University de Tokyo), National Institute for Environmental Studies y Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
NorESM1-ME	NO	Noruega	NCC-Norwegian Climate Centre

Otro ítem importante dentro de la selección de las variables climáticas para la modelación de nichos ecológicos es el establecimiento de la “zona M”. Se denominan así aquellos sitios donde se desarrolla el nicho de una especie en específico (77). Por esto, la zona M para esta investigación está conformada por las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Imbabura, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay, Loja, El Oro, Sucumbíos, Napo, Morona Santiago y Zamora Chinchipe, que incluyen parte de la cordillera andina, conocida como el rango de hogar del Cóndor Andino (Figura 4). El proceso de selección de la zona M permitió realizar el posterior recorte de las variables bioclimáticas según los GCM seleccionados, los datos tanto para escenarios presentes y proyecciones futuras (2050-2070), y las diferentes trayectorias de concentración consideradas (2.6; 4.5; 8.5).

3.5.3. Descripción climática de las condiciones ambientales de la zona de estudio

3.5.3.1. Clasificación climática de Koppen-Geiger

Para la determinación de las condiciones ambientales de las localidades de presencia de la especie se empleó la clasificación climática mundial instituida por Köppen-Geiger (101), la cual fue publicada por Vladimir Wilhelm Köppen y Rudolf Geiger en 1936 con unas nuevas

modificaciones (102). Esta se basa en cinco grandes grupos de los climas terrestres, y se representan por las letras mayúsculas: A (tropical), B (seco), C (templado), D (continental) y E (polar) y 12 tipos principales de clima: Af (tropical húmedo), Aw (sabana), BS (semiárido), BW (árido), CW (templado subhúmedo), Cs (mediterráneo), Cf (templado húmedo), Cfa (subtropical húmedo), Cfb (oceánico templado), Dw (continental monzónico), Df (continental húmedo), ET (tundra) y EF (hielos perpetuos). Cada uno de los cinco grupos principales, excepto el B, están identificados por criterios de temperatura. El tipo B designa los climas en los que el factor de control sobre la vegetación es la sequedad (en lugar de la temperatura) (101), la descripción de cada clima se encuentra en el anexo 1.

Para la realización de este proceso de identificación, se cargaron los registros geográficos de presencia confirmada de la especie y la capa de información sobre la clasificación climática de Köppen-Geiger en la plataforma Google Earth. De esta forma todos los registros de presencia quedaron superpuestos sobre una clasificación climática que permitió identificar los tipos de climas favorables de acuerdo al comportamiento de cada registro (nicho conocido).

3.5.3.2. Comparación de las variables bioclimáticas en escenarios futuros de cambio climático respecto al presente según cada Modelo de Circulación General (GCM)

La finalidad de este análisis es evaluar la variabilidad de las variables bioclimáticas utilizadas respecto a registros actuales y en condiciones futuras de acuerdo a los diferentes RCP's (2,6; 4,5 y 8,5) para cada uno de los GMC establecidos con anterioridad para esta investigación. Su elaboración conlleva realizar análisis estadísticos descriptivos a todos los datos de las variables en condiciones futuras de cambio climático para cada RCP de acuerdo a cada laboratorio, posteriormente se realizaron gráficos de barras para cada variable, que permitieron compararlos con el valor promedio de las mismas pero en condiciones actuales.

Cabe mencionar que las variables que se muestran en la sección de resultados son la temperatura media anual (Bio 1), y la precipitación del trimestre más lluvioso (Bio 16) por ser las de mayor influencia para la modelación de nicho y las más relacionadas con la ecología de la especie. El comportamiento de las demás variables bioclimáticas analizadas con esta temática se pueden

observar en el anexo 2, a excepción de la altitud debido a que para esta variable solo existen registros para condiciones actuales y no para condiciones futuras.

3.5.4. Distribución geográfica potencial

3.5.4.1. Modelación de nicho ecológico

Para modelar el nicho ecológico (climático) de la especie se usó el algoritmo de máxima entropía Maxent 3.4.0 (103). Este es un método correlativo que sólo requiere de información sobre la presencia de las especies y una serie de parámetros ambientales actuales para generar un modelo de las condiciones que favorecen la presencia de una especie (i.e., un modelo de su nicho ecológico) (75). En este caso se trabajó con variables de clima únicamente, por lo que obtuvo un modelo de nicho climático. El modelo de nicho se proyecta al espacio geográfico para obtener la distribución geográfica potencial de la especie y también puede ser proyectado en escenarios de cambio climático (104).

Los modelos se calibraron con los datos de presencia en Ecuador obtenidos de las bases de datos internacionales y literatura científica mencionada y fueron proyectados en el espacio geográfico de Ecuador. Se corrieron 100 réplicas por modelo para evitar asunciones incorrectas por artefactos estadísticos. Se empleó el bootstrap como método de remuestreo para elegir un conjunto de datos usando muestreo con reemplazamiento en cada réplica. El 90% de los datos de presencia fue utilizado para calibrar los modelos (obtener los parámetros de mejor ajuste) y el otro 10% para validarlos.

Para estimar la contribución relativa de cada variable climática a los modelos de Maxent, se analizó el aumento en la ganancia regularizada, que se agrega a la contribución de la variable correspondiente, o se resta de la contribución si el cambio al valor absoluto de lambda es negativo. Además, se incluyó la prueba de Jackknife para medir la importancia de cada variable mediante el entrenamiento con estas, primero omitida en el modelo, luego utilizada de forma aislada.

Los modelos resultantes se proyectaron a un escenario climático actual para el país (1961-1990; a una resolución de 1 km) y a escenarios climáticos futuros, uno cercano con su centro en 2050 (2041-2060) y otro lejano centrado en 2070 (2061-2080), bajo tres escenarios de concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, uno de mitigación (RCP 2,6), uno cauteloso (RCP 4,5) y otro extremo (RCP 8,5). Los escenarios futuros se obtuvieron de cuatro laboratorios mencionados previamente como los que mejor representan el clima de Ecuador según estudios de Armenta *et al.*, (96).

3.5.4.2. Validación de los modelos

Para la validación de los modelos resultantes (dormideros, forrajeo e integral) se utilizó el 10% del total de registros de presencia de cada base de datos. Además, el modelo promedio de las 100 réplicas se validó con el cálculo de AUCratio en la prueba ROCparcial, utilizando el programa NicheToolBox (95), con 0,05 como la proporción de omisión, 50% de los puntos aleatorios y 10000 interacciones para el bootstrap. Esta técnica se basa en el ROC tradicional (105), pero le da preferencia a la omisión sobre el error de comisión en la evaluación de la fortaleza del modelo (106).

3.5.5. Identificación de los escenarios de cambio climático con mayor afectación para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*)

3.5.5.1. Variabilidad de los sitios favorables para el Cóndor Andino en condiciones futuras de cambio climático

Para la realización de este análisis se transformaron los mapas continuos de adecuación a mapas binarios de presencia-ausencia, utilizando como umbral de corte el *minimum training presence* de los datos de calibración. Con los mapas binarios se efectuaron comparaciones entre la distribución actual y futura para identificar expansiones, estabilidad o contracción en las distribuciones geográficas potenciales de la especie, usando la herramienta SDMTToolBox (SDM Tools- Maxent Tools- Distribution Changes Between Binary) en ArcGis 10.5. A partir de este análisis se obtuvo la extensión o contracción del área en km² para cada escenario, además se

visualizó la variabilidad respecto al rango de expansión, contracción o si la idoneidad de los sitios para la especie no presenta cambios hacia el futuro.

3.5.5.2. Identificación de áreas frágiles para la conservación del Cóndor Andino dentro de la zona de estudio y en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador

Para analizar las zonas importantes (sitio de estudio y áreas protegidas) que pudiesen tener alto riesgo de afectación actual y hacia el futuro por la pérdida de condiciones climáticas adecuadas para la distribución del Cóndor se utilizaron las capas de provincias del Ecuador, así como también el mapa del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Estos mapas de polígonos se analizaron superponiéndoles los mapas de distribución geográfica potencial del cóndor, en el presente y ante los diferentes escenarios de cambio climático. Las zonas de coincidencia fueron delimitadas y se calculó la extensión del área dentro de las provincias de la zona de estudio y en las áreas protegidas, donde se presentaron condiciones climáticas adecuadas para la especie.

3.6. Instrumentos de la investigación

En la ejecución de la investigación se utilizaron diversas herramientas para la obtención de información relevante que permitió el logro de los objetivos planteados. Este tipo de instrumentos está fundamentado en bases de datos, programas y literatura, dentro de los cuales se usaron los siguientes:

- ✓ Maxent 3.4.0 sirvió para modelar el nicho ecológico de la especie, se usó el algoritmo de máxima entropía.
- ✓ SDMTToolBox (SDM Tools- Maxent Tools- Distribution Changes Between Binary) en ArcGis se empleó para la evaluación de la potencialidad de los mapas resultantes para los análisis espaciales.

- ✓ Global Biodiversity Information Facility (GBIF) proporcionó registros de presencia de la especie para la realización de los modelos de nicho ecológico.
- ✓ NicheToolbox suministró datos de registros de presencia de la especie para el análisis o validación del modelo.
- ✓ Worldclim suministró información climática acerca de las variables y los laboratorios de modelación bioclimáticos globales.
- ✓ Mapas vectoriales (capa de provincias, capa de snap) permitieron realizar análisis espaciales de la distribución potencial de la especie.
- ✓ Literatura científica de la especie seleccionada.

3.7. Tratamiento de los datos

A los datos bioclimáticos se les realizaron pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza con el objetivo de poder determinar si cumplían con los supuestos de la estadística paramétrica (normalidad, homogeneidad de varianza). En el caso de no cumplirse, se realizaron análisis no paramétricos donde los valores medios de las variables fueron comparados con valores de las variables en las mismas localidades pero en condiciones futuras. Para esto se empleó la prueba Kruskal Wallis (107) y como prueba *a posteriori* las pruebas de MonteCarlo.

El análisis descriptivo de las variables bioclimáticas de acuerdo a los registros de presencia en la zona de estudio se hizo en Excel con el complemento Star XLSTAT, para describir las diferencias representativas existentes entre las variables dentro de la zona de estudio. Este análisis se replicó para cada base de datos de los registros de presencia (modelo de dormideros, forrajeo e integral).

Con el fin de poder analizar de forma integral la información climática de las localidades con presencia del cóndor, se realizó una prueba estadística paramétrica multidimensional

Mahalanobis a la base de datos integral y los registros de presencia de la zona andina (Venezuela, Colombia, Perú, Chile y Argentina). A partir de este análisis se compararon todas las variables de forma integral entre la zona de estudio y la región de distribución del cóndor en toda la cordillera andina para identificar si existe alguna especialización del nicho climático en la zona de estudio con relación a la distribución general de la especie.

Además, se hizo un análisis estadístico comparativo individual, entre las variables climáticas extraídas en las localidades de presencia para la zona andina y para la zona Ecuador (base de datos integral). Con los estadísticos descriptivos se diseñaron gráficos de barras comparativas de acuerdo a las variables de temperatura (Bio 1 a Bio 11) y precipitación (Bio 12 a Bio 19).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción climática de las condiciones ambientales de la zona de estudio

4.1.1. Clasificación climática según Koppen-Geiger

De acuerdo al contraste respecto a las condiciones ambientales instituidas por Koppen-Geiger en relación a los registros de presencia del Cóndor Andino, se determinó un total de ocho climas con registros de presencia (Tabla 5). El clima de tundra (ET) fue uno de los más importantes, ya que según lo observado, se estimó que aproximadamente el 80 % de los registros de presencia confirmada se situaron en este tipo de clima, el 20% restante se repartieron para los siete climas restante. Asimismo, también destacó el clima oceánico templado (CFB) debido a que fue el más habitual entre las provincias estudiadas, con 12 repeticiones, demostrándose así, que aquellos climas cuentan con las condiciones favorables para el desarrollo y distribución de la especie (Tabla 5).

Tabla 5. Tipos de clima según la clasificación climática de Köppen-Geiger en los que aparecen registros de presencia del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) para la zona de distribución en Ecuador.

Regiones	Provincias	Tipo de clima	Abreviatura
Costa	El Oro	Oceánico templado	CFB
		Templado de montaña con invierno seco	CWB
Sierra	Carchi	Clima tundra	ET
		Oceánico templado	CFB
	Imbabura	Clima tundra	ET
		Oceánico templado	CFB
		Mediterráneo oceánico	CSB
	Pichincha	Clima tundra	ET
		Oceánico templado	CFB
	Cotopaxi	Clima tundra	ET
		Subpolar oceánico	CFC
	Tungurahua	Oceánico templado	CFB
	Bolívar	Templado de montaña con invierno seco	CWB
	Chimborazo	Clima tundra	ET
		Oceánico templado	CFB
	Cañar	Clima tundra	ET

Regiones	Provincias	Tipo de clima	Abreviatura
		Oceánico templado	CFB
		Subpolar oceánico	CFC
		Clima tundra	ET
		Templado de montaña con invierno seco	CWB
	Azuay	Oceánico templado	CFB
		Subalpino con invierno seco	CWC
		Tropical de sabana con invierno seco	AW
		Oceánico templado	CFB
	Loja	Clima tundra	ET
		Templado de montaña con invierno seco	CWB
		Tropical de sabana con invierno seco	AW
Oriente	Napó	Clima tundra	ET
		Oceánico templado	CFB
	Zamora	Oceánico templado	CFB
	Chinchi	Ecuatorial o tropical húmedo	AF
	Napo	Clima tundra	ET
	Morona Santiago	Oceánico templado	CFB

4.1.2. Análisis descriptivo de las variables bioclimáticas

4.1.2.1. Dormideros y sitios de forrajeo

En la tabla 6 se muestran los estadígrafos descriptivos que resumen las condiciones bioclimáticas en los dormideros y en las zonas de forrajeo. Los registros en dormideros estuvieron a una altitud mínima de 1069 msnm, máxima de 4705 msnm y el valor promedio fue de $3587,78 \pm 18,86$ msnm. La temperatura media anual de estos sitios tuvo un valor mínimo de 1,20 °C, el máximo de 22,40 °C y el promedio de $7,77 \pm 1,15$ °C. La precipitación del trimestre más lluvioso tuvo valores que oscilaron entre 193 mm y 860 mm, con un promedio de $347,03 \pm 1,49$ mm. La precipitación anual alcanzó valores mínimos de 429 mm, máximo de 1811 mm y un valor promedio de $1013,69 \pm 5,48$ mm.

Por su parte, la altitud tuvo como valor mínimo 1069 msnm en las áreas de forrajeo, el máximo fue de 4879 msnm y el valor promedio de $3583,93 \pm 12,10$ msnm. La temperatura media anual osciló entre 1 °C y 22,40 °C y el promedio de $7,78 \pm 0,75$ °C fue similar a los dormitorios. La

precipitación del trimestre más lluvioso tuvo valores que oscilaron entre 194-604 mm, con un promedio $347,36 \pm 0,95$ mm. La precipitación anual tuvo una oscilación menor (446-1533 mm) respecto a los dormideros, sin embargo el valor medio fue bastante similar entre ambas zonas ($1025,17 \pm 3,50$ mm) como se señala en la tabla 6.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de las variables bioclimáticas en áreas de dormideros y de forrajeo del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador. Entre paréntesis se muestran los valores de las variables en las áreas de forrajeo.

Variables	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Error estándar
(T=Temperatura; P=Precipitación)					
Altitud	1069,00 (1069,00)	4705,00 (4879,00)	3587,78 (3583,93)	781,69 (721,81)	18,86 (12,10)
Temperatura media anual (Bio 1)	1,20 (1,00)	22,40 (22,40)	7,77 (7,78)	47,82 (44,47)	1,15 (0,75)
Rango de temperatura diurna (Bio 2)	7,80 (7,70)	14,00 (14,60)	9,10 (9,17)	10,04 (10,19)	0,24 (0,17)
Isotermalidad (Bio 3)	7,90 (7,80)	9,40 (9,40)	8,58 (8,58)	2,91 (2,87)	0,07 (0,05)
Estacionalidad (Bio 4)	13,00 (10,80)	67,10 (67,10)	39,71 (40,09)	104,96 (107,72)	2,53 (1,81)
T. máxima del mes más cálido (Bio 5)	6,30 (5,10)	28,80 (28,80)	13,31 (13,35)	51,64 (48,37)	1,25 (0,81)
T.mínima del mes más frío (Bio 6)	-3,30 (-4,20)	16,70 (16,70)	2,77 (2,73)	43,69 (40,24)	1,05 (0,67)
Rango anual de temperatura (Bio 7)	9,00 (9,20)	15,80 (16,70)	10,54 (10,61)	9,32 (9,61)	0,22 (0,16)
T.media del trimestre más lluvioso (Bio 8)	1,40 (0,30)	22,10 (22,10)	7,89 (7,92)	46,49 (43,05)	1,12 (0,72)
T.media del trimestre más seco (Bio 9)	0,50 (-0,10)	22,20 (22,30)	7,36 (7,34)	49,61 (46,37)	1,20 (0,78)
T.media del trimestre más cálido (Bio 10)	1,50 (0,40)	22,70 (22,70)	8,07 (8,07)	47,71 (44,32)	1,15 (0,74)
T.media del trimestre más frío (Bio 11)	0,50 (-0,60)	22,00 (22,00)	7,14 (7,14)	48,59 (45,27)	1,17 (0,76)
Precipitación anual (Bio 12)	429,00 (446,00)	1811,00 (1533,00)	1013,69 (1025,17)	227,07 (208,80)	5,48 (3,50)
P. del mes más lluvioso (Bio 13)	68,00 (75,00)	300,00 (240,00)	125,59 (125,51)	21,44 (19,71)	0,52 (0,33)
Precipitación del mes más seco (Bio 14)	5,00 (2,00)	97,00 (97,00)	43,43 (44,42)	21,53 (20,31)	0,52 (0,34)
Estacionalidad de precipitación (Bio 15)	13,00	77,00	31,96	14,01	0,34

Variables	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Error estándar
(T=Temperatura; P=Precipitación)	(13,00)	(89,00)	(31,04)	(14,08)	(0,24)
P. del trimestre más lluvioso (Bio 16)	193,00 (194,00)	860,00 (604,00)	347,03 (347,36)	61,77 (56,95)	1,49 (0,95)
P. del trimestre más seco (Bio 17)	19,00 (13,00)	322,00 (321,00)	157,43 (160,25)	72,10 (68,19)	1,74 (1,14)
P. del trimestre más cálido (Bio 18)	36,00 (18,00)	726,00 (540,00)	281,14 (290,13)	88,04 (82,89)	2,12 (1,39)
P. del trimestre más frío (Bio 19)	19,00 (16,00)	484,00 (485,00)	188,34 (190,33)	93,37 (85,97)	2,25 (1,44)

4.1.2.2. Base de registros integral

En lo que se refiere a los registros de presencia confirmada (base de datos integral) se analizaron sus estadísticos descriptivos, ya que las diferencias entre los dormideros y zonas de forrajeo fueron mínimas. La altitud registró un valor mínimo 1069 msnm, el máximo 5438 msnm y el valor promedio fue $3587,77 \pm 9,30$ msnm. La temperatura media anual osciló entre $-2,60$ °C y $22,40$ °C, promediando $7,77 \pm 0,57$ °C. La precipitación del trimestre más lluvioso en las localidades con presencia del cóndor tuvo valores mínimos de 165 mm, y máximos de 982. En promedio hubo $348,19 \pm 0,79$ mm de precipitaciones. Por último, la precipitación anual tuvo valores mínimos de 429 mm, máximo de 2923 mm y la precipitación media de $1023,14 \pm 2,86$ mm anuales, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos de las variables bioclimáticas en las localidades con presencia del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la cordillera andina ecuatoriana.

Variables	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Error estándar
(T=Temperatura; P=Precipitación)					
Altitud	1069,00	5438,00	3587,77	730,71	9,30
Temperatura media anual (Bio 1)	-2,60	22,40	7,77	44,88	0,57
Rango de temperatura diurna (Bio 2)	7,70	14,90	9,15	10,38	0,13
Isotermalidad (Bio 3)	7,70	9,40	8,58	2,95	0,04
Estacionalidad (Bio 4)	10,80	74,20	39,94	109,23	1,39
T. máxima del mes más cálido (Bio 5)	2,60	29,10	13,33	48,75	0,62

Variables	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Error estándar
(T=Temperatura; P=Precipitación)					
T.mínima del mes más frío (Bio 6)	-7,10	16,70	2,73	40,65	0,52
Rango anual de temperatura (Bio 7)	9,00	16,80	10,59	9,83	0,13
T.media del trimestre más lluvioso (Bio 8)	-2,40	22,10	7,90	43,64	0,56
T.media del trimestre más seco (Bio 9)	-3,20	22,30	7,33	46,65	0,59
T.media del trimestre más cálido (Bio 10)	-2,40	22,70	8,06	44,75	0,57
T.media del trimestre más frío (Bio 11)	-3,20	22,00	7,13	45,69	0,58
Precipitación anual (Bio 12)	429,00	2923,00	1023,14	222,42	2,83
P. del mes más lluvioso (Bio 13)	59,00	348,00	125,85	21,72	0,28
Precipitación del mes más seco (Bio 14)	2,00	166,00	44,31	20,85	0,27
Estacionalidad de precipitación (Bio 15)	10,00	101,00	31,22	14,02	0,18
P. del trimestre más lluvioso (Bio 16)	165,00	982,00	348,19	61,84	0,79
P. del trimestre más seco (Bio 17)	13,00	548,00	160,43	70,10	0,89
P. del trimestre más cálido (Bio 18)	13,00	726,00	287,08	85,79	1,09
P. del trimestre más frío (Bio 19)	16,00	841,00	189,32	90,29	1,15

4.1.3. Variables bioclimáticas en la región andina de Ecuador y la cordillera andina en general

De acuerdo a la prueba estadística paramétrica multidimensional Mahalanobis, respecto a la zona Ecuador y zona andina, se demostró que existen diferencias significativas entre ambos vectores comparados (prueba Lambda de Wilks = 0,0874; $p < 0,0001$). Asimismo, la distancia de Mahalanobis y Fisher entre los dos vectores que representan las condiciones climáticas en la zona de estudio y la cordillera Andina fue 45,24 y 1536,48 ($p < 0,0001$), respectivamente, corroborando la diferencia mencionada anteriormente.

Por otra parte, en la figura 5 se observa la comparación de las variables de temperatura (Bio 1 a Bio 11) para la zona de estudio en Ecuador y el área de distribución general del cóndor en la cordillera andina. Se observa que la mayoría de las variables (Bio 1, Bio 2, Bio 5, Bio 7, Bio 8, Bio 9, Bio 10) tuvieron valores mayores en la Cordillera Andina respecto a Ecuador, resaltando el rango anual de la temperatura (Bio 7), ya que el valor promedio para la región andina fue $22,23 \pm 1,55^{\circ}\text{C}$, el doble del valor promedio para la zona de Ecuador ($10,82 \pm 0,67^{\circ}\text{C}$). Otra variable que hay que tener en consideración es la temperatura del mes más frío (Bio 6) debido

a que en la región andina ostenta un valor promedio negativo de $0,73 \pm 1,36^{\circ}\text{C}$ y en Ecuador el valor fue de $3 \pm 1,51^{\circ}\text{C}$ lo que señaló que en la región andina las condiciones ambientales pueden llegar a estar incluso en temperaturas bajo 0°C .

Por su parte, para las variables de precipitación se observó que la mayoría de estas tuvieron valores mayores en Ecuador respecto a la región andina, sobresaliendo en gran magnitud la precipitación anual (Bio 12) con un valor promedio de $1127,54 \pm 10,20$ mm anuales en Ecuador y casi la mitad $680,37 \pm 15,56$ mm para la región andina (Figura 6). Esto indica que los sitios de distribución del cóndor en Ecuador presentan una tendencia mayor a la precipitación respecto a los sitios de distribución en la zona andina. La estacionalidad de la precipitación (Bio15) tuvo mayor valor promedio en la región andina ($64,55 \pm 1,12$ mm) respecto a Ecuador ($29,56 \pm 0,69$ mm), como se observa en la figura 6.

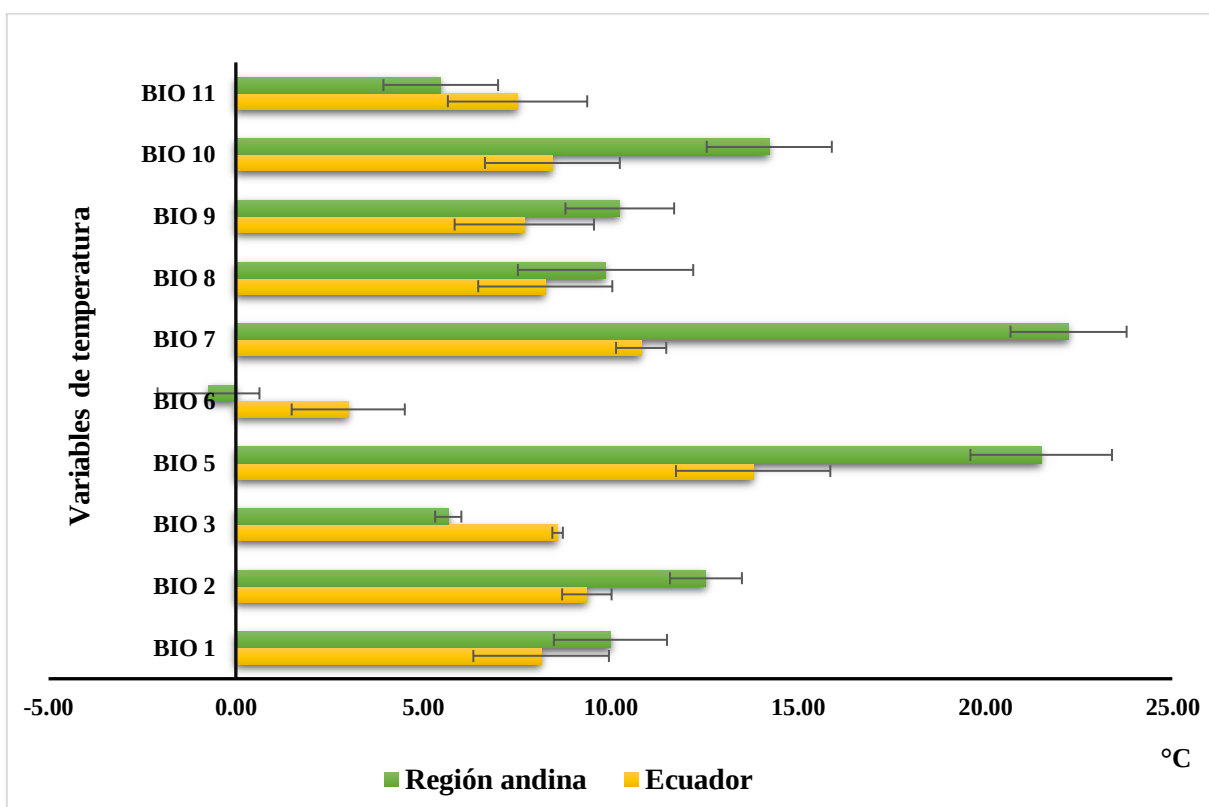


Figura 5. Variación de las condiciones de temperatura en sitios con presencia confirmada del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona andina y en Ecuador. El significado de las siglas de las variables aparece en la tabla 3.

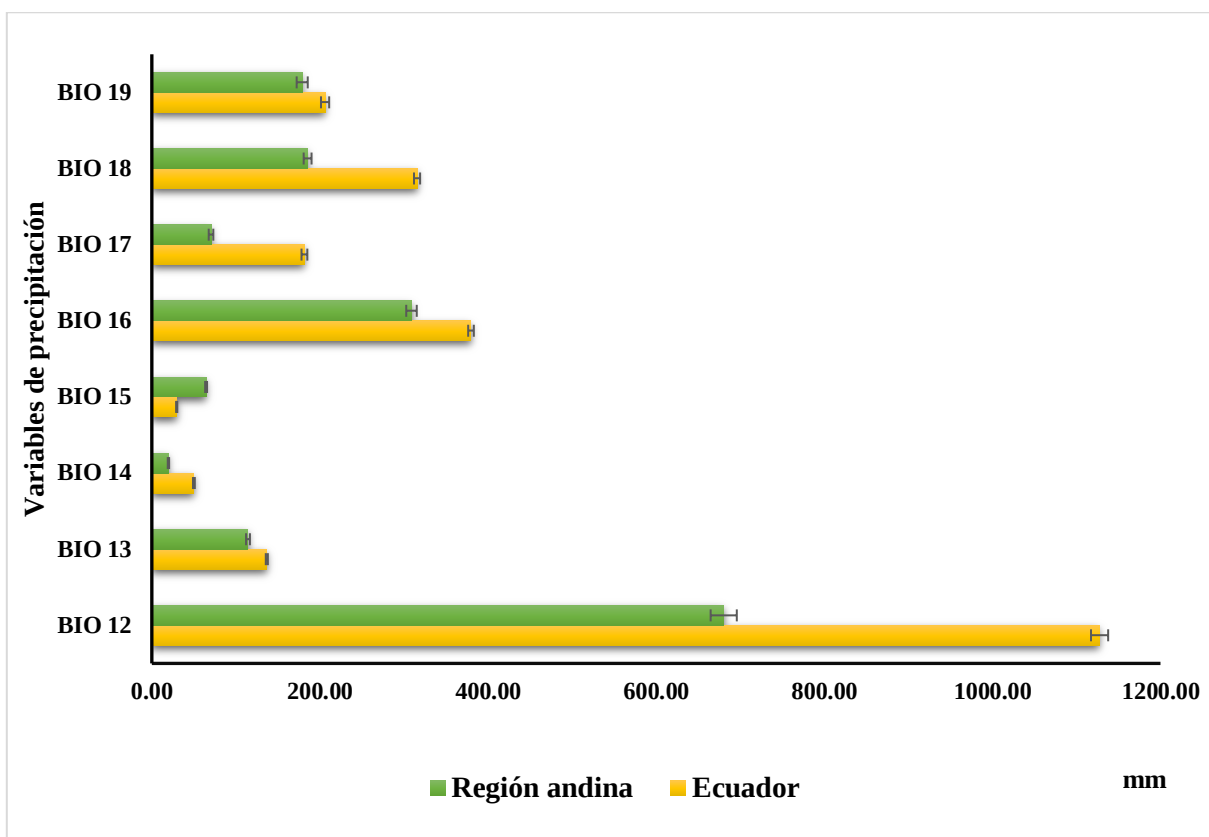


Figura 6. Variación de las condiciones de precipitación en sitios con presencia confirmada del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona andina y en Ecuador. El significado de las siglas de las variables aparece en la tabla 3.

4.1.4. Variación climática en las localidades con presencia del Cóndor Andino ante escenarios futuros de cambio climático

De las variables analizadas de acuerdo al laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR, se determinó que para la temperatura media anual (Bio 1), el valor promedio en el presente fue de 7,33 °C (línea color naranja), en cuanto a los valores obtenidos para los tres RCP analizados en condiciones futuras, se observó un aumento gradual hasta llegar al pico más alto en el RCP 8,5, donde el valor osciló en $10,27 \pm 0,74$ °C para el 2050 y $11,64 \pm 0,74$ °C para el 2070. Por su parte en la precipitación del trimestre más lluvioso (Bio 16) el valor promedio para el presente fue de 329,37 mm, que comparado con los valores obtenidos para cada RCP en entornos futuros,

se estableció que guardan gran relación, ya que se encuentran dentro del mismo intervalo, solo sobrepasado en mínima cantidad por los valores del RCP 8,5 ($342,42 \pm 1,82$ mm) y ($365,65 \pm 2,18$ mm) para el 2050 y 2070 respectivamente, como lo demuestra la figura 7 (literal A).

Respecto al laboratorio bioclimático GISS-E2-R, la temperatura media anual (Bio 1) registró un promedio para el presente de $7,33^{\circ}\text{C}$ (línea color naranja) y en relación a los tres RCP analizados para condiciones futuras, se determinó un aumento significativo en cada RCP, destacándose entre los más importantes el RCP 8,5 tanto para el 2050 y 2070, donde los valores oscilaron en $9,17 \pm 0,76^{\circ}\text{C}$ y $9,88 \pm 0,76^{\circ}\text{C}$ respectivamente. En cuanto a la precipitación del trimestre más lluvioso (Bio 16) se evidenció que cada RCP en ambientes futuros, superó el valor promedio registrado para escenarios actuales ($329,37$ mm), destacando entre los de mayor significancia, el obtenido en el RCP 4,5-2070 con un valor de $378,89 \pm 1,54$ mm, seguido puntualmente por el RCP 8,5 para el mismo año, donde valor de fue $372,59 \pm 1,54$ mm, así como se observa en la figura 7 (literal B).

Referente al laboratorio bioclimático MIROC-ESM, se evidenció que el valor promedio para el presente de la temperatura media anual (Bio 1) fue de $7,33^{\circ}\text{C}$ (línea color naranja) y comparado con los tres RCP analizados para condiciones futuras, se denotó un aumento significativo en cada RCP, resaltando como el mayor el RCP 8,5-2070, donde el valor estimado fue $10,56 \pm 0,76^{\circ}\text{C}$, seguido por los RCP 4,5 y 8,5 del 2050 con valores promedios de ($9,40 \pm 0,74^{\circ}\text{C}$) y ($9,40 \pm 0,76^{\circ}\text{C}$) respectivamente. Por otra parte, la precipitación del trimestre más lluvioso (Bio 16) el promedio para el presente fue de $329,37$ mm, y en relación con cada RCP en circunstancias futuras, se pudo determinar que guardan estrecha relación con el RCP 2,6 para el 2050 y 2070, ya que se encontraron en el mismo intervalo que el del presente, por el contrario en el RCP 4,5 y 8,5 los valores fueron superiores, resaltando el RCP 8,5-2070 con un valor de $388,86 \pm 2,02$ mm, como se muestra en la figura 7 (literal C).

En lo que concierne al laboratorio bioclimático NorESM1-ME, la temperatura media anual (Bio 1) de acuerdo a los tres RCP para condiciones futuras, presentó un aumento significativo gradual en cada RCP, superando en gran medida al valor promedio del presente el cual osciló en $7,33^{\circ}\text{C}$ (línea color naranja), destacándose el RCP 8,5-2070 con un valor promedio de $9,97 \pm 0,75^{\circ}\text{C}$.

En función a la precipitación del trimestre más lluvioso (Bio 16) se evidenció que el valor promedio para el presente fue 329,37 mm, que contrastado con los valores de cada RCP en escenarios futuros, registraron diferencias significativas, sobresaliendo el RCP 8,5-2070 con un valor promedio de $423,58 \pm 2,38$ mm, seguido por el RCP 8,5-2050 con un promedio de $379,07 \pm 2,09$, como lo indica la figura 7 (literal D).

Además se pudo constatar el comportamiento de las dos variables bioclimáticas entre laboratorios, en la cual la temperatura media anual (Bio 1) en los cuatro laboratorios presento similar conducta de acuerdo a los tres RCP comparados para el 2050 y 2070, donde los valores fueron superiores al estimado para el presente, emergiéndose como el más representativo el RCP 8,5. En cuanto a la precipitación del trimestre más lluvioso (Bio 16) se observó que en los laboratorios IPSL-CM5A-LR y MIROC-ESM, esta variable no difiere de manera significativa entre el presente y los tres RCP para condiciones futuras, los otros dos laboratorios restantes por su parte si registraron una diferencia mayor en lo que respecta a situaciones futuras de cambio climático, como se evidencia en la figura 7.

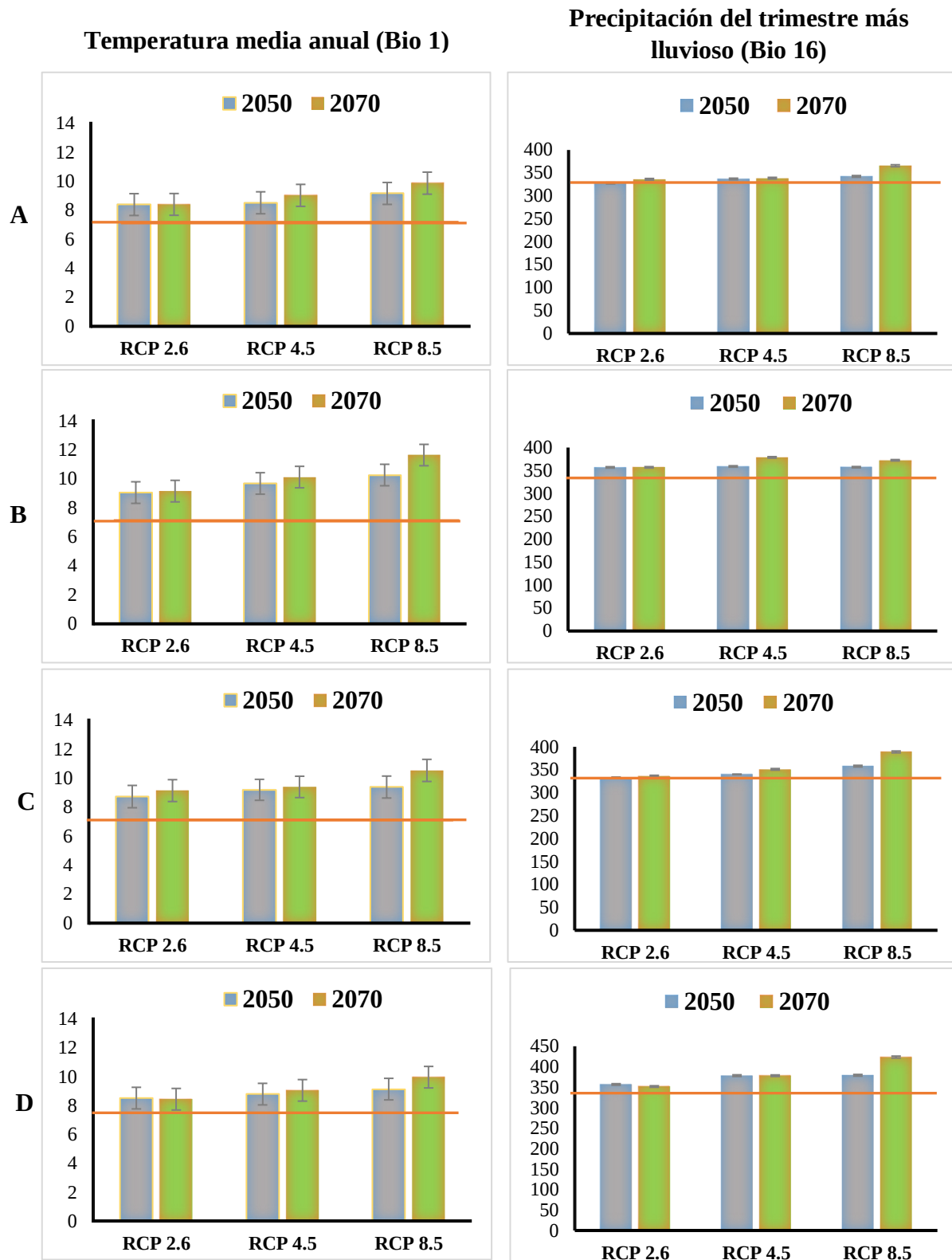


Figura 7. Comportamiento de las variables escogidas para la modelación de nicho del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en relación al presente y condiciones futuras de cambio climático.

4.2. Distribución geográfica potencial

4.2.1. Modelo para sitios de dormitorios

Utilizando los datos de los dormitorios de los rastreadores satelitales proporcionados por The Peregrine Fund y la Fundación Cóndor Andino, y contrastándolos con los datos extraídos del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR, se identificó que las áreas con condiciones favorables para los cóndores en el presente se encuentran comprendidas en las estribaciones de las provincias de Pichincha, Napo y Cotopaxi (Figura 8). En los escenarios de cambio climático (RCP 2,6-4,5-8,5), se observó cómo la idoneidad de los sitios de dormitorios se reducen a medida que los gases de efecto invernadero se acumulan, siendo el escenario RCP 8,5 del 2070 el más crítico (Figura 11).

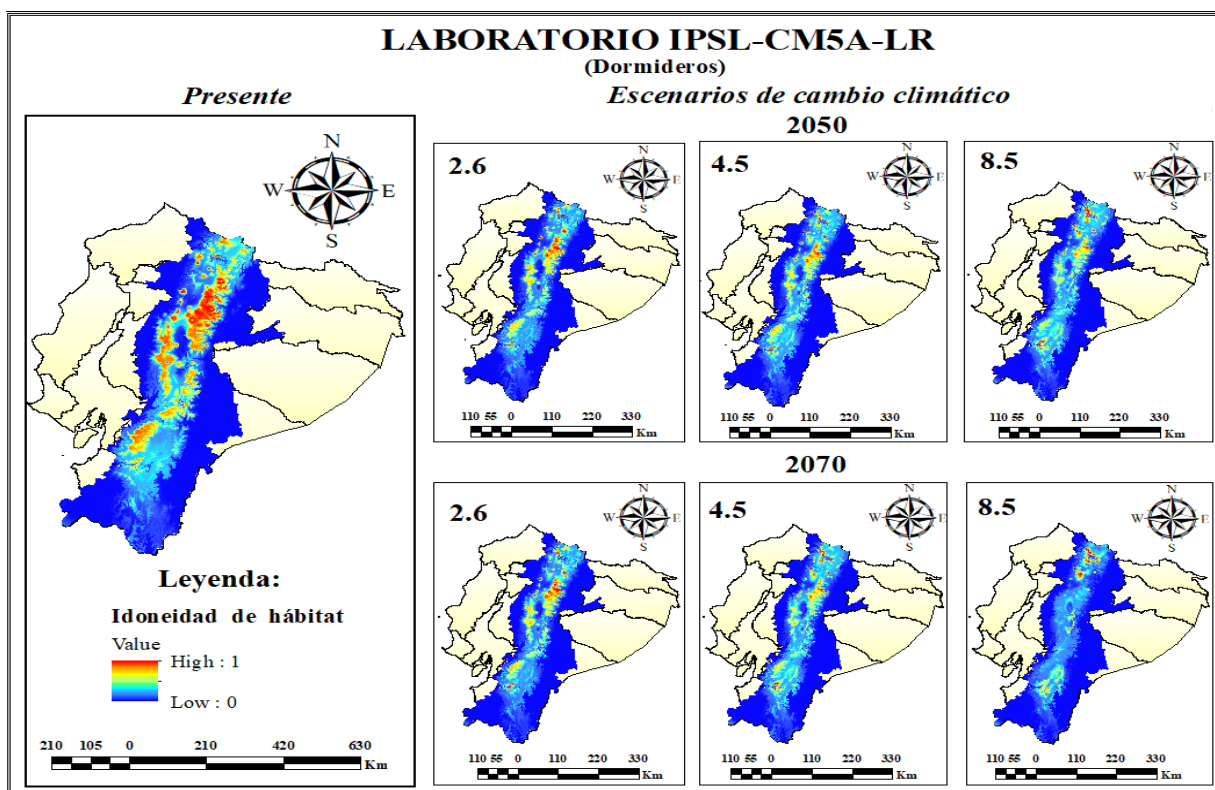
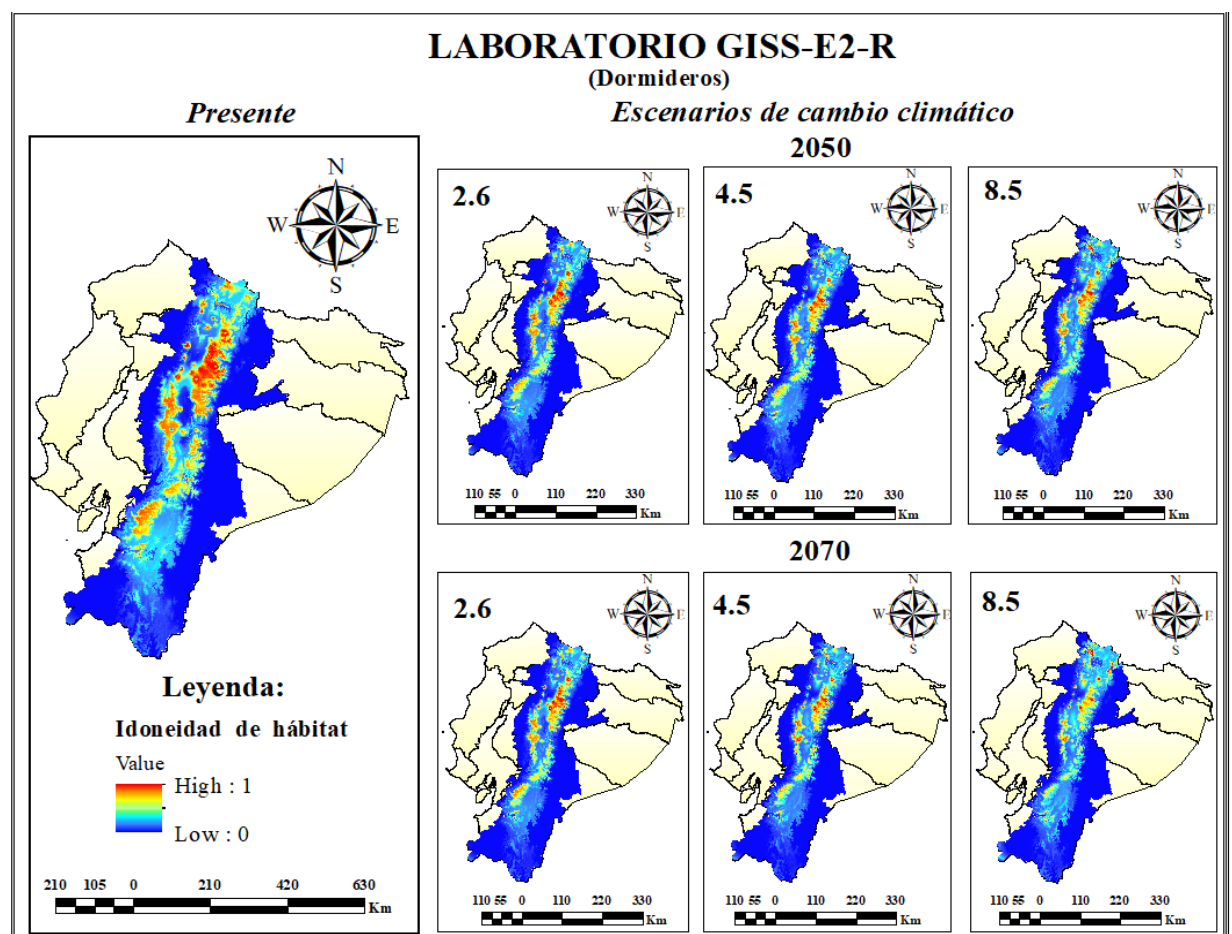


Figura 8. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador a partir de registros en dormitorios. La escala de colores indica la idoneidad climática de sitios de dormitorios. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio IPSL-CM5A-LR.



climática se desplazan hacia regiones laterales y limítrofes del área de estudio, lo que no ocurre en los otros escenarios donde las zonas más idóneas climáticamente se reducen (Figura 10).

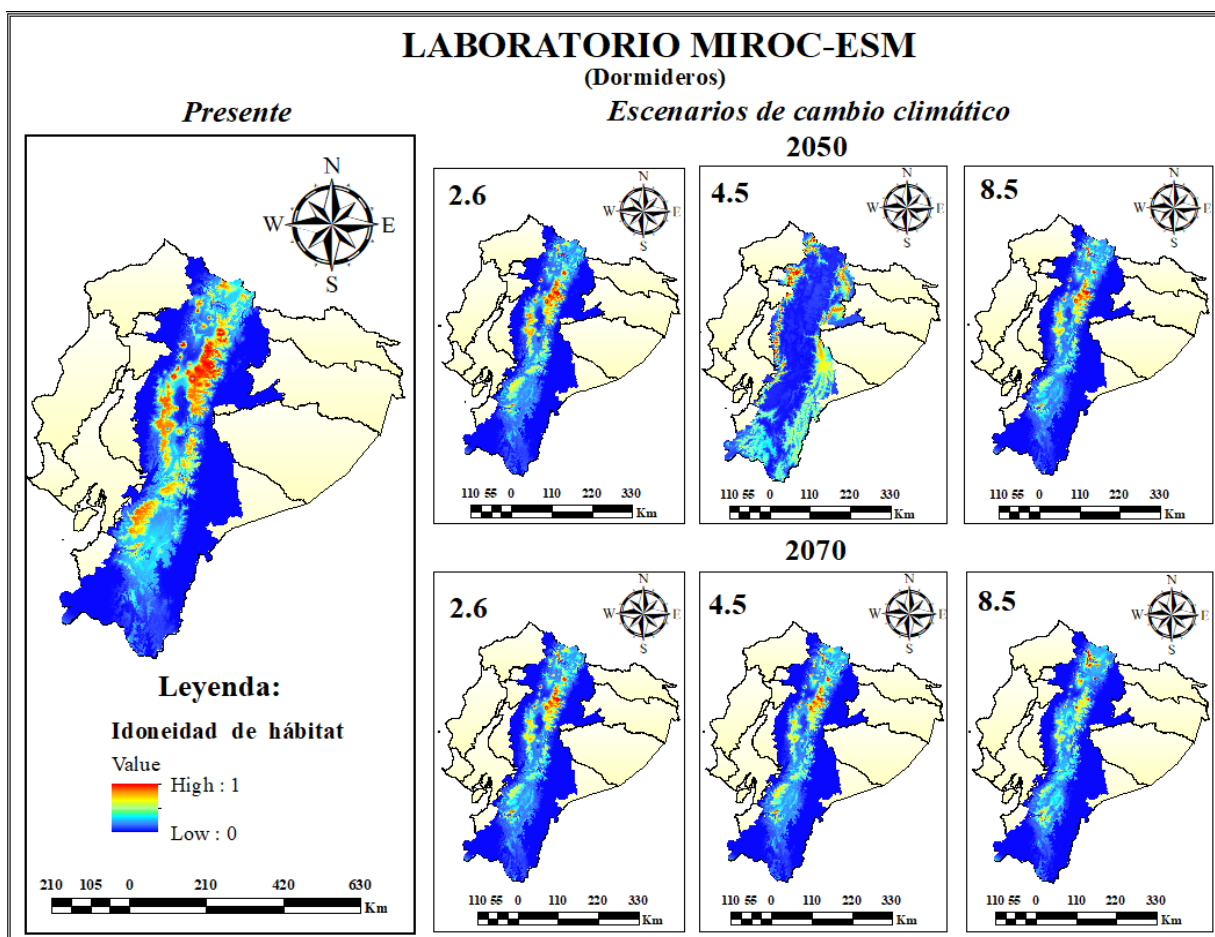


Figura 10. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador a partir de registros en dormideros. La escala de colores indica la idoneidad climática de sitios de dormideros. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio MIROC-ESM.

Igualmente, con la proyección para este modelo, en función a los datos extraídos para el laboratorio Nor-ESM1-ME se identificó que las áreas con idoneidad para los sitios de dormideros sufren severas disminuciones en la medida que los RCP son más extremos (Figura 11).

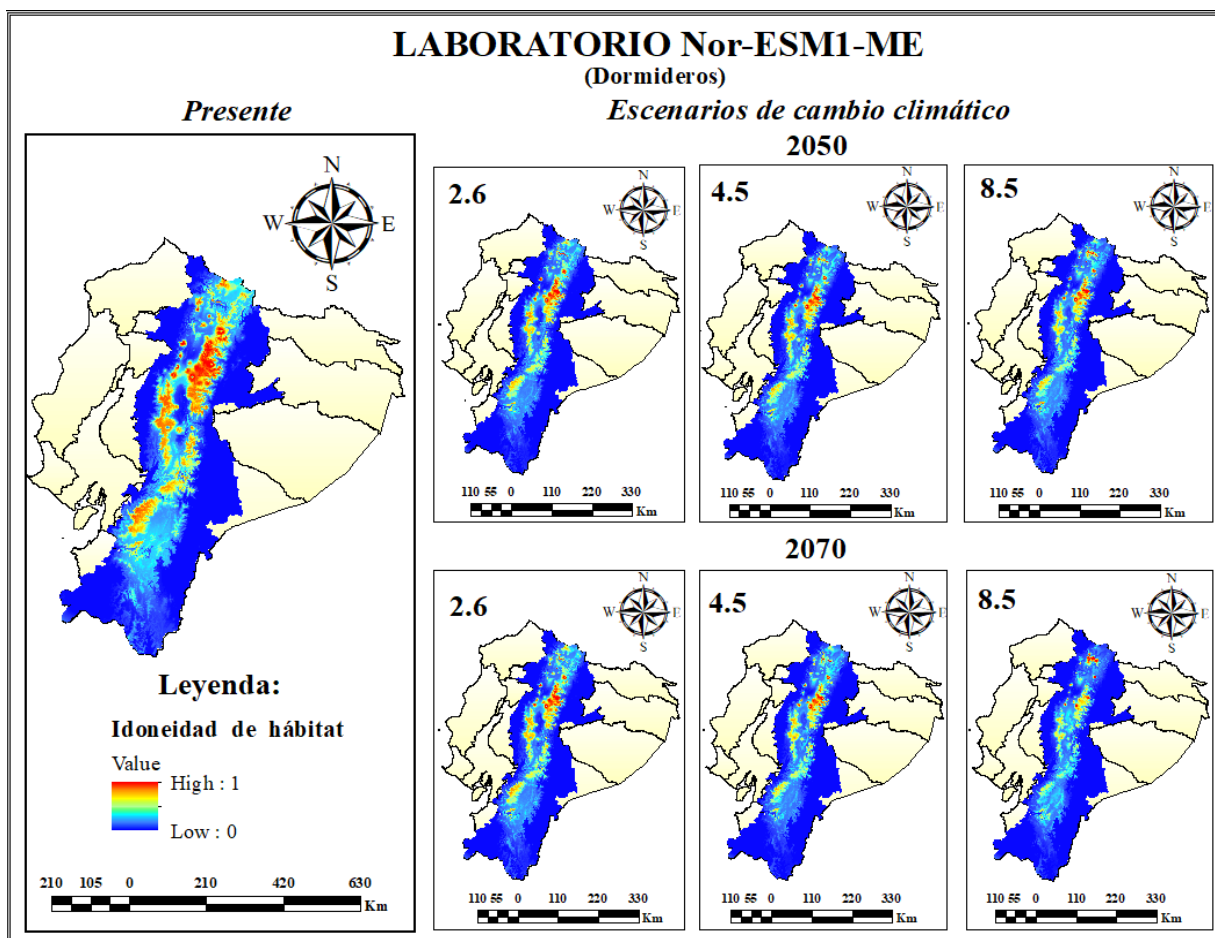


Figura 11. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador a partir de registros en dormideros. La escala de colores indica la idoneidad climática de sitios de dormideros. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio Nor-ESM1-ME.

4.2.2. Modelo para sitios de forrajeo

Utilizando los datos de los sitios de forrajeo se identificó que las áreas con condiciones favorables para los cóndores en el presente, se encuentran localizadas principalmente en la periferia de provincias de Pichincha, Napo, Cotopaxi, Cañar y Azuay (Figura 12). En cuanto a los futuros escenarios de cambio climático (RCP 2,6-4,5-8,5), según las proyecciones con el GCM del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR, se evidenció que a medida que aumenta la concentración de gases de efecto invernadero la idoneidad de los lugares de forrajeo sufren cambios leves, además se observa que en los RCP 4,5 y 8,5 para los años 2070 y 2050

respectivamente se observa un desplazamiento de dichos sitios, como se observa en la figura 12.

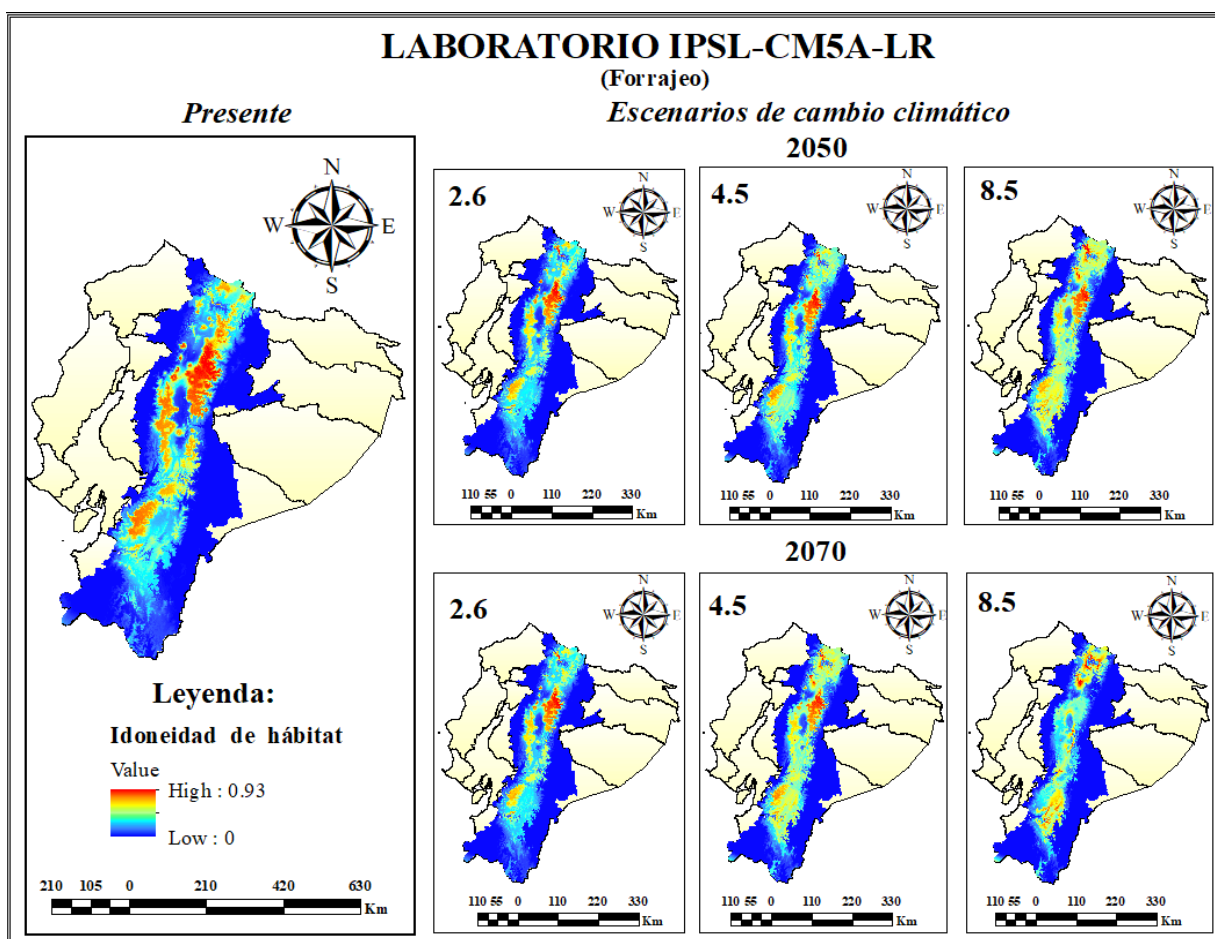


Figura 12. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador a partir de registros en zonas de forrajeo. La escala de colores indica la idoneidad climática de los sitios de forrajeo. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio IPSL-CM5A-LR.

En el caso del laboratorio GISS-E2-R, la proyección de los modelos también indica una reducción de las áreas más idóneas climáticamente, en la medida que los escenarios son más extremos con la concentración de gases de efecto invernadero (Figura 13). Sin embargo, esta reducción no es tan drástica visualmente, como lo observado en los sitios de dormideros. También se observan desplazamientos de las áreas idóneas en el RCP 8,5 del 2070.

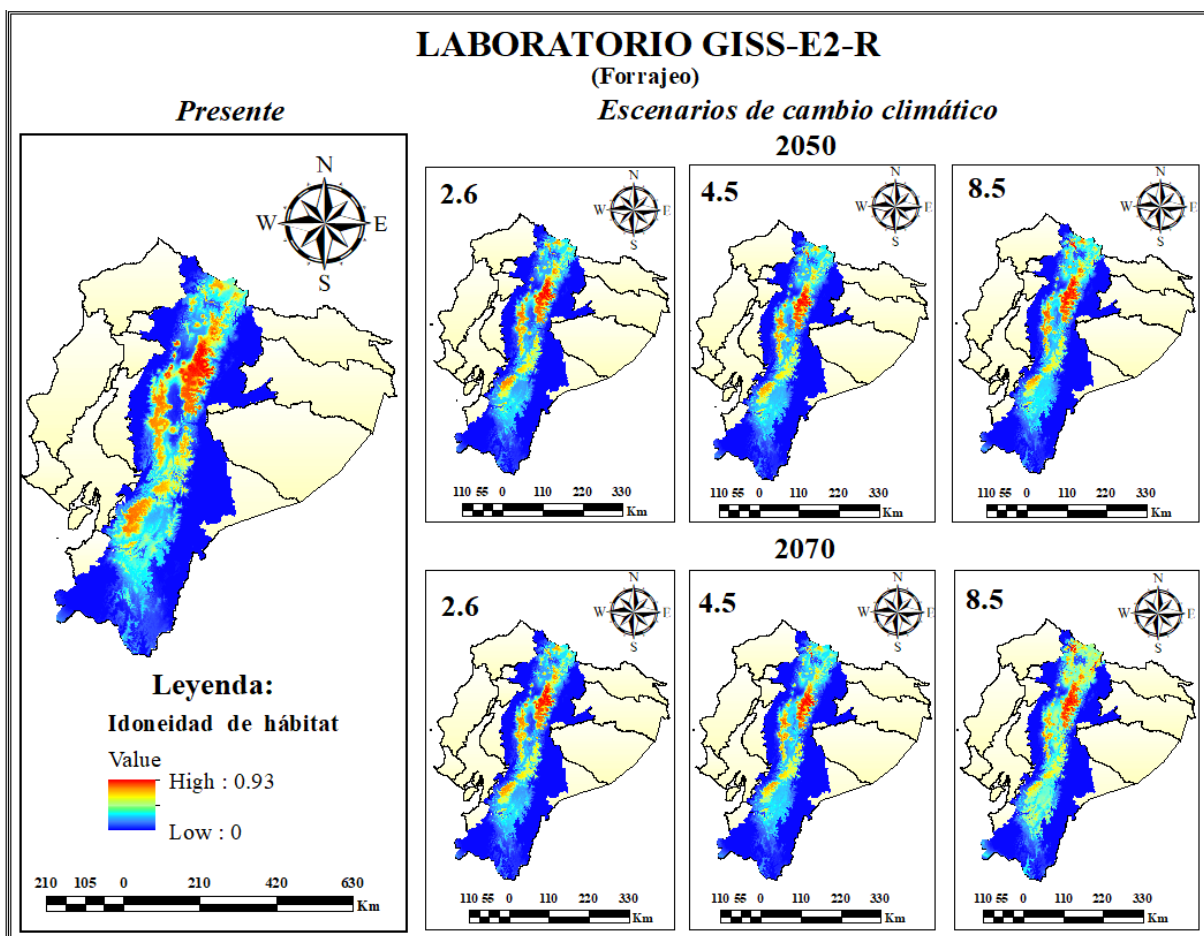


Figura 13. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador a partir de registros en zonas de forrajeo. La escala de colores indica la idoneidad climática de los sitios de forrajeo. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio GISS-E2-R.

En el caso del modelo proyectado con el GCM del laboratorio bioclimático MIROC-ESM se observó que la idoneidad se contrae en la mayoría de los escenarios, a causa del incremento de la concentración de gases de efecto invernadero. Además, se distinguió un evento inusual en el escenario RCP 4,5 para el 2050, donde se apreció que las condiciones favorables de los sitios de forrajeo se desplazan hacia los laterales de la zona de estudio, como se demuestra en la Figura 14.

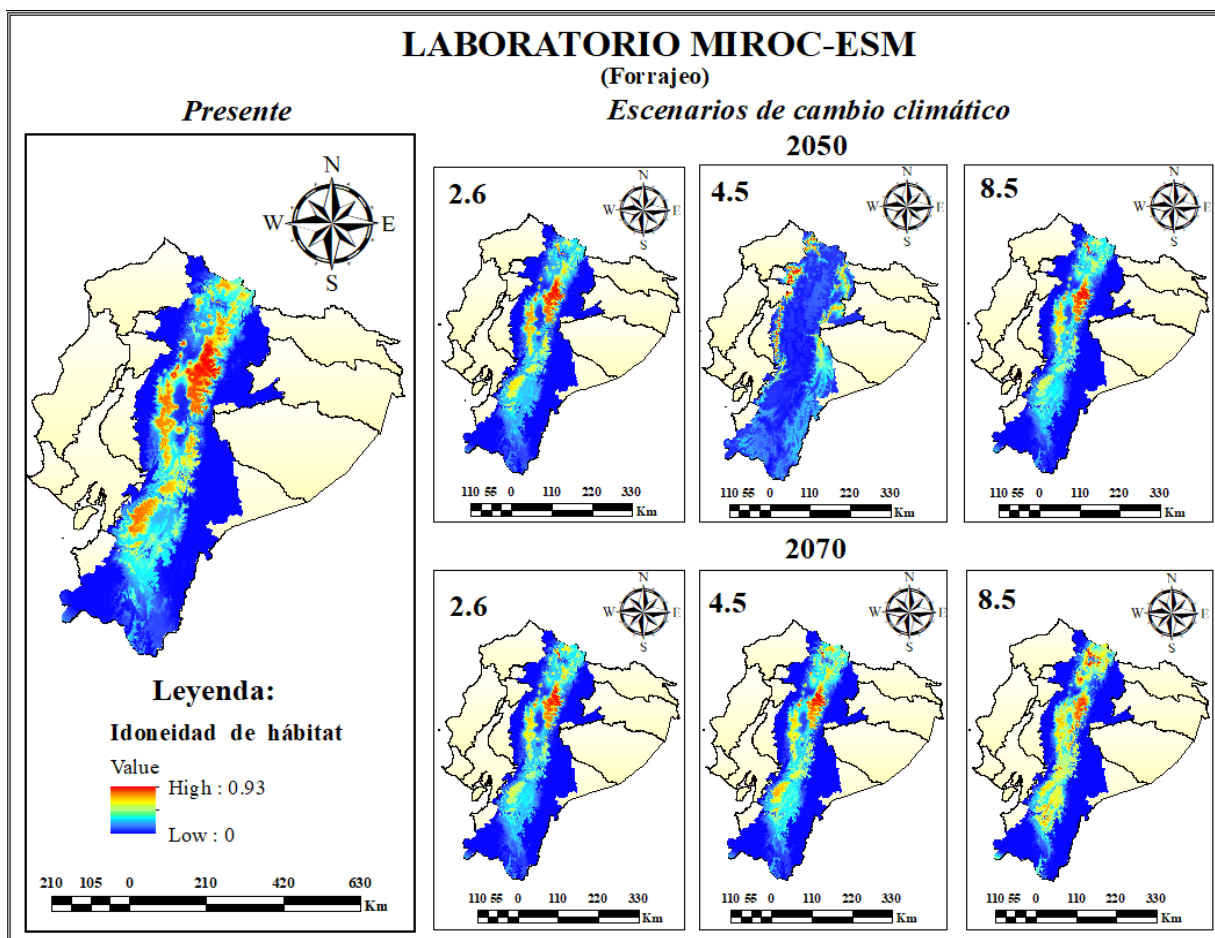


Figura 14. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador a partir de registros en zonas de forrajeo. La escala de colores indica la idoneidad climática de los sitios de forrajeo. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio MIROC-ESM.

Finalmente, la proyección realizada en función del GCM del laboratorio Nor-ESM1-ME identificó que cuando aumentan la concentración de gases de efecto invernadero en los escenarios más extremos la extensión de las zonas adecuadas para sitios de forrajeo se contrae (Figura 15).

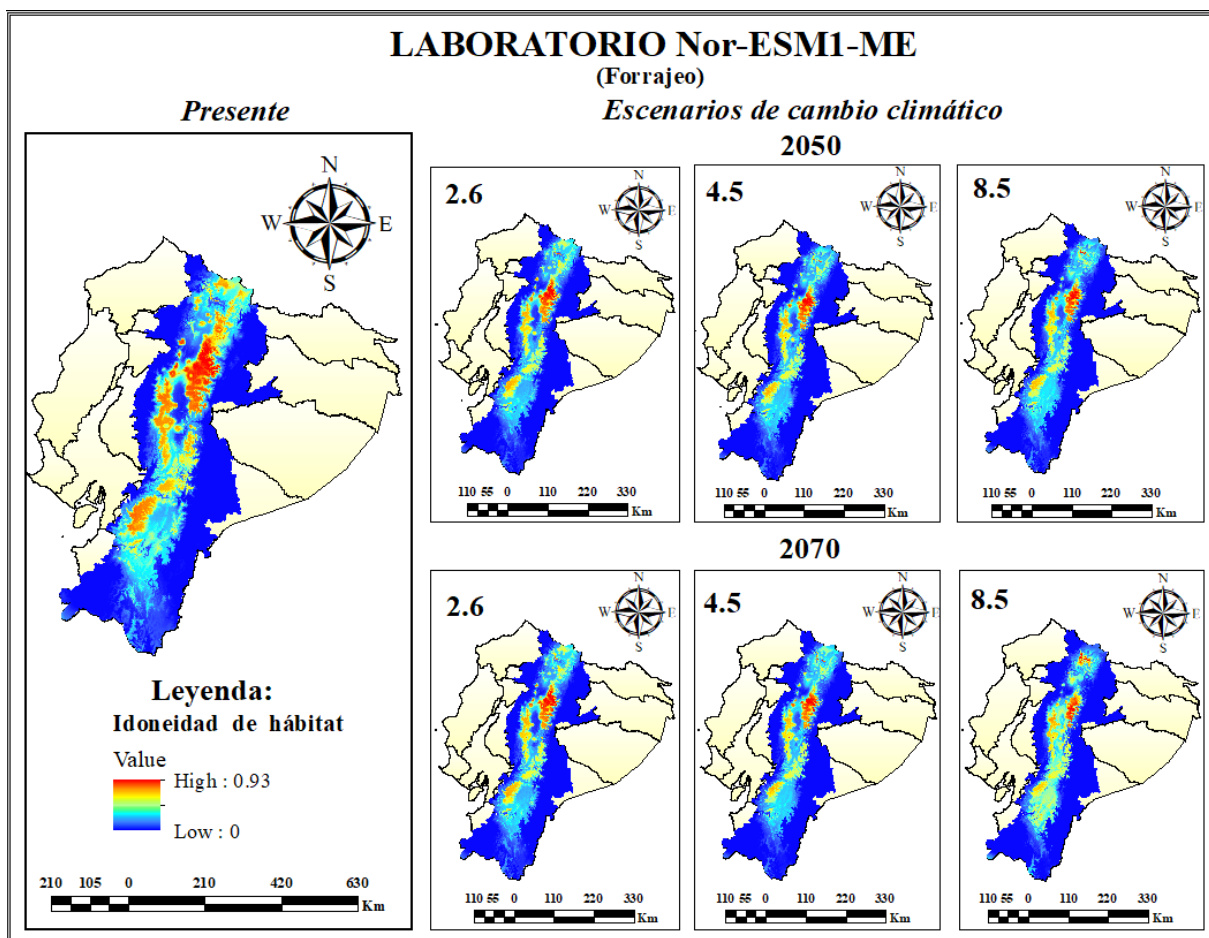


Figura 15. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador a partir de registros en zonas de forrajeo. La escala de colores indica la idoneidad climática de los sitios de forrajeo. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio Nor-ESM1-ME.

4.2.3. Modelo Integral

Los resultados obtenidos de la modelación respecto a los registros de la base de datos integral permitieron identificar que las áreas idóneas para la presencia del Cóndor Andino están ubicadas principalmente en las estribaciones de las provincias de Pichincha, Napo, Cotopaxi, Cañar y Azuay. En cuanto a condiciones futuras para escenarios de cambio climático (RCP 2.6, 4.5, 8.5), según el GCM del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR, se evidenció que las zonas idóneas no sufren cambios drásticos a medida que aumenta la concentración de gases de efecto invernadero y los escenarios se hacen más extremos. Por el contrario, en el RCP 8,5 para los

años 2050 y 2070 se observó un incremento en la extensión de las zonas con valores intermedios-altos de idoneidad climática (Figura 16).

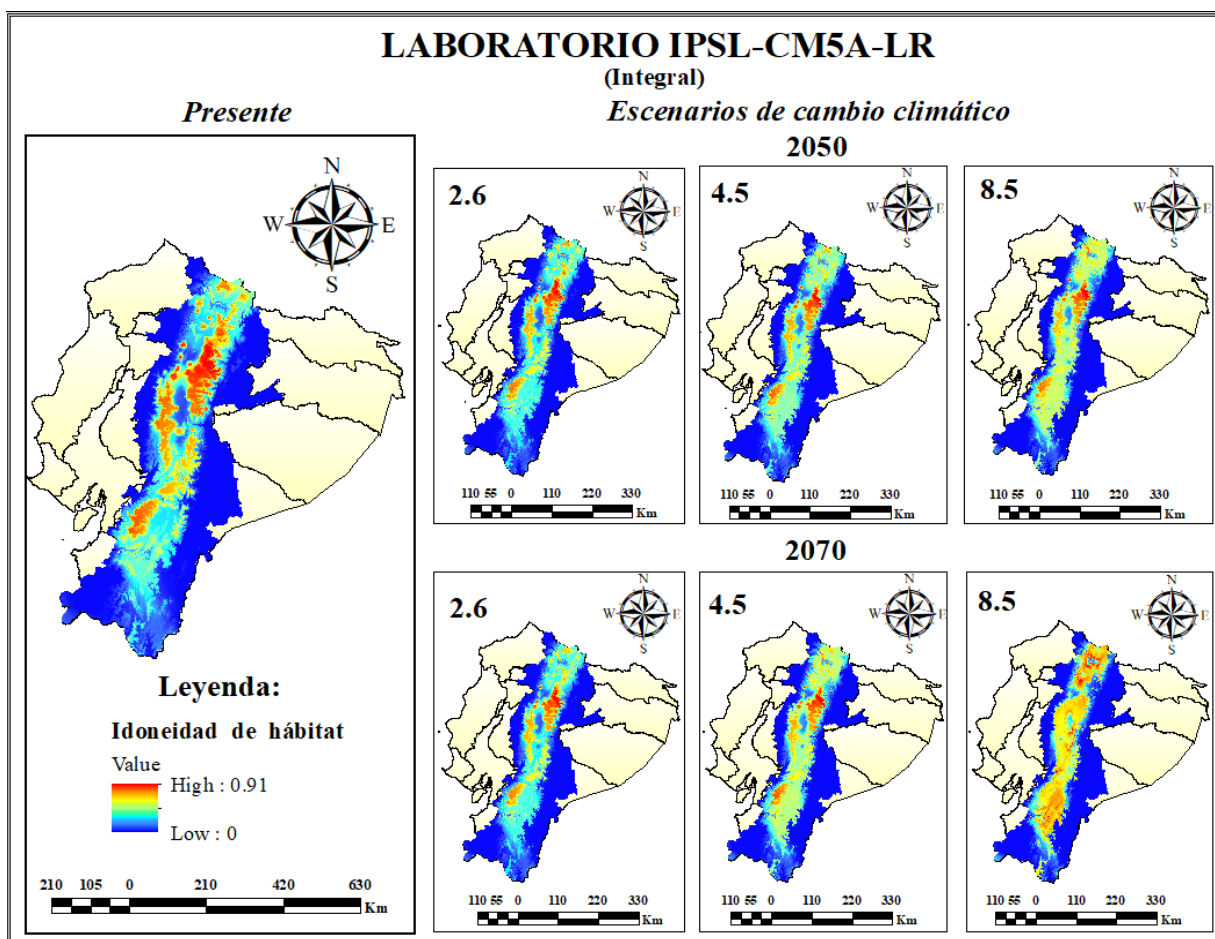


Figura 16. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador. La escala de colores indica la idoneidad climática. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio IPSL-CM5A-LR.

En el caso de las proyecciones según el laboratorio GISS-E2-R, la distribución y extensión de estas zonas adecuadas tiende a reducirse ligeramente, fundamentalmente en el RCP 8,5 del 2070 (Figura 17).

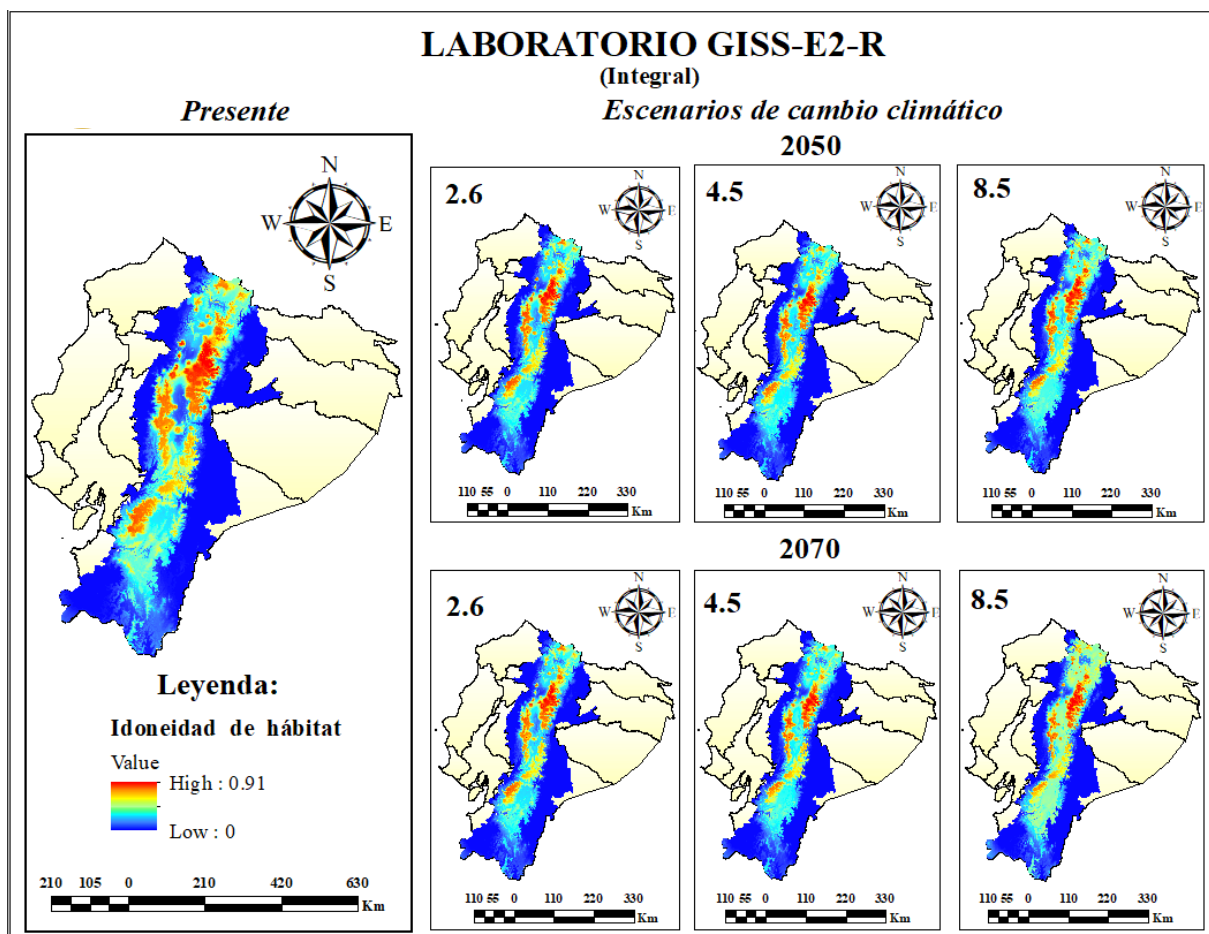


Figura 17. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador. La escala de colores indica la idoneidad climática. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio GISS-E2-R.

Para el caso de las proyecciones realizadas sobre la base de los GCM del laboratorio bioclimático MIROC-ESM se observa que en la mayoría de los escenarios, cada vez que asciende la concentración de gases de efecto invernadero, las zonas idóneas se contraen y se reducen. Pero además, se diferenciaron eventos poco comunes, en el escenario RCP 4,5 para el 2050, donde los sitios con condiciones favorables se desplazaron hacia los laterales de la zona de estudio, y en RCP 8,5 para el 2070 se notó un ligero aumento en la extensión las áreas adecuadas para la especie (Figura 18).

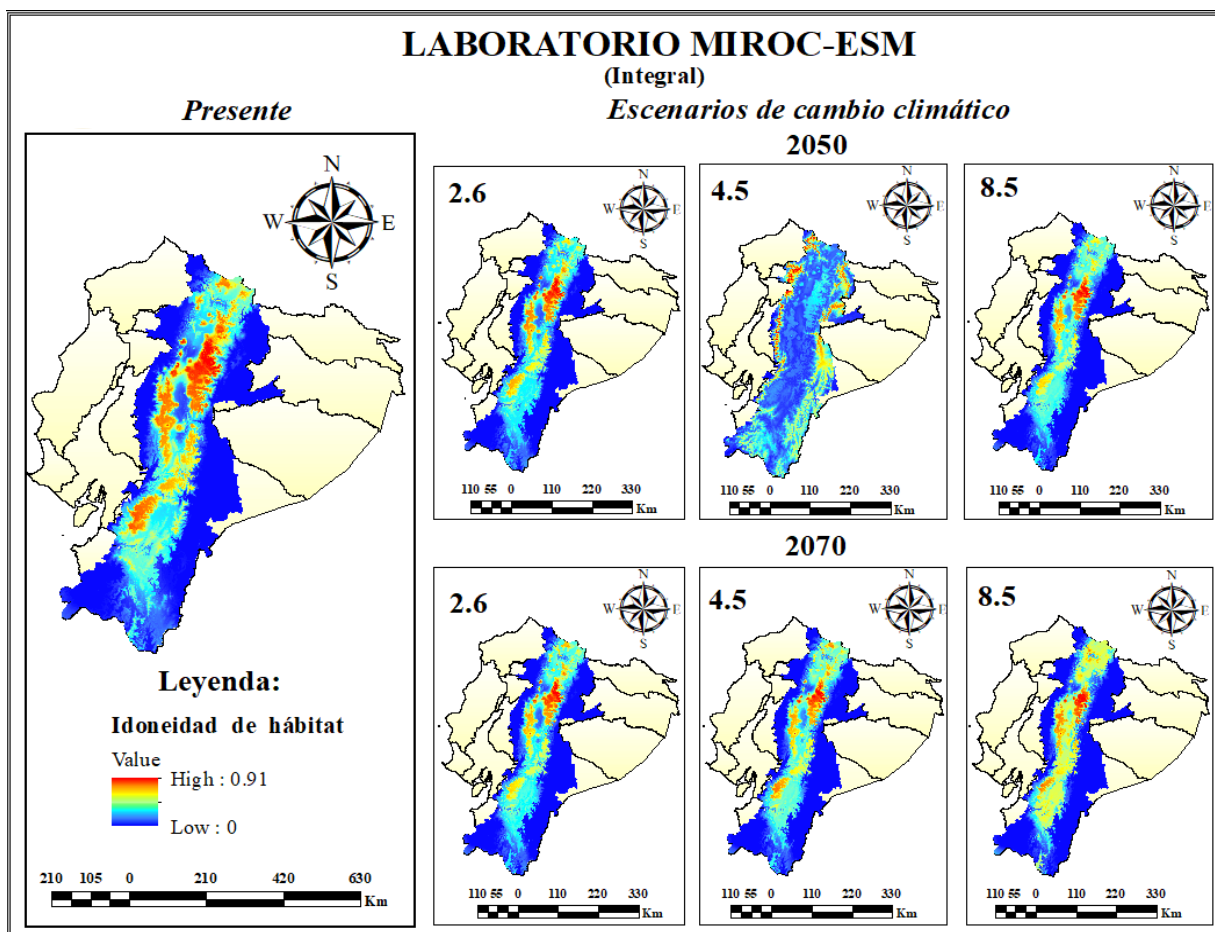


Figura 18. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador. La escala de colores indica la idoneidad climática. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio MIROC-ESM.

Sin embargo, para las proyecciones sobre el GCM del laboratorio Nor-ESM1-ME, se observó una reducción de las áreas con condiciones climáticas adecuadas hacia los escenarios extremos (Figura 19).

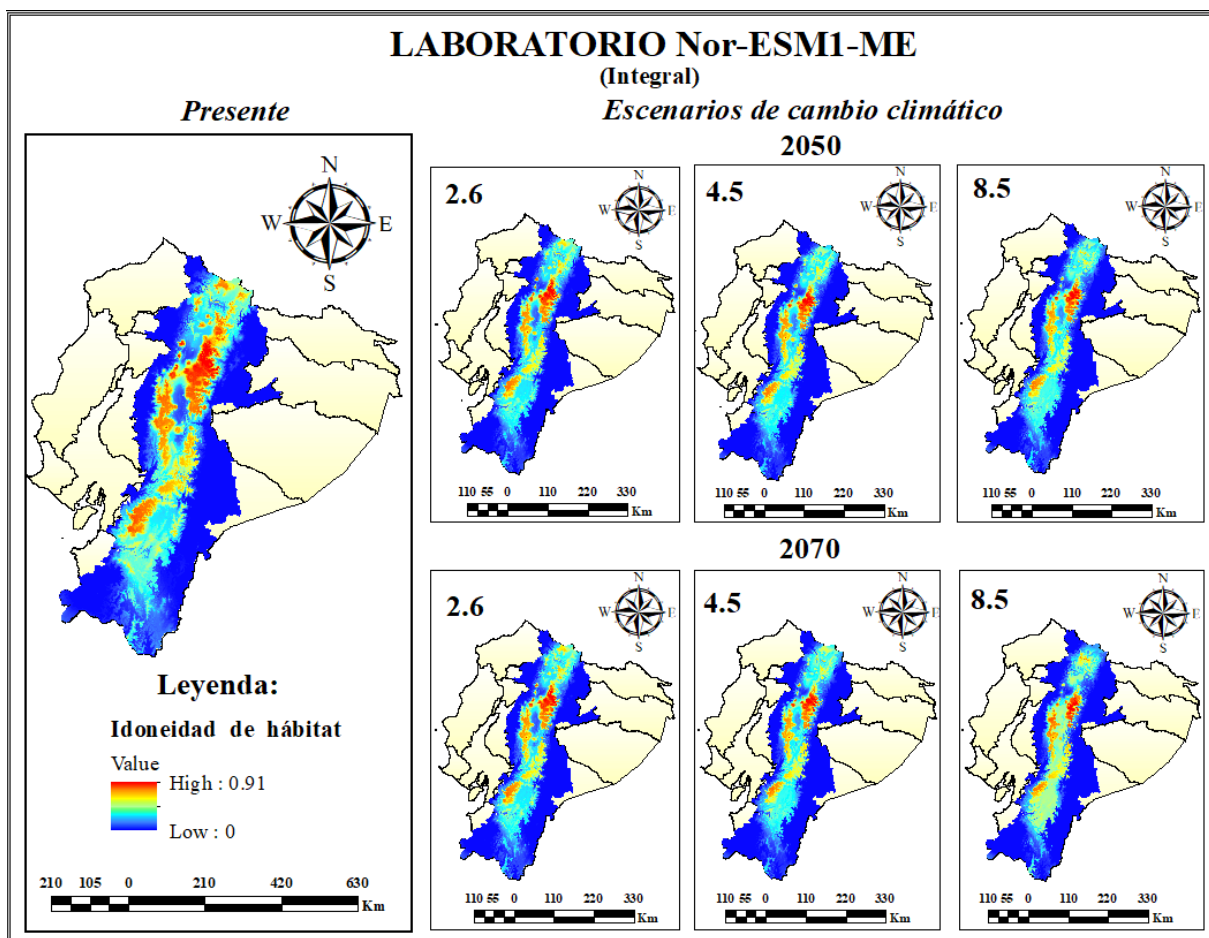


Figura 19. Distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador. La escala de colores indica la idoneidad climática. Las proyecciones en escenarios de cambio climático utilizaron el modelo de circulación global del laboratorio Nor-ESM1-ME.

4.2.4. Validación de los modelos

Con la evaluación de los modelos, se pudo determinar que aquellos mostraron un rendimiento sobresaliente, ya que en su mayoría presentaron para el Roc Parcial valores de AUC superiores a 1 y en algunos casos su valor se aproximó a 2, lo que demuestra que la mayoría de los puntos de validación cayeron dentro del área de predicción. En tanto para el valor-p, en casi la totalidad de los modelos fue > 0.001 siendo menor que 0,5, lo que demuestra que todos los modelos ejecutados predicen de mejor manera la distribución del Cóndor Andino en condiciones actuales y en situaciones de cambio climático en relación a modelos ejecutados al azar, como se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Validación de los modelos de nicho del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el presente y en escenarios de cambio climático futuros para cada laboratorio bioclimático propuesto.

Laboratorios	RCP	Modelo dormitorios		Modelo forrajeo		Modelo integral			
		Roc Parcial	P	Roc Parcial	P	Roc Parcial	P		
PRESENTE		AUC 1,82 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,78 ± 0,01	> 0,001	AUC 1,78 ± 0,03	> 0,001		
IPSL-CM5A-LR	2050	2,6	AUC 1,77 ± 0,03	> 0,001	AUC 1,80 ± 0,01	> 0,001	AUC 1,76 ± 0,03	> 0,001	
		4,5	AUC 1,71 ± 0,03	> 0,001	AUC 1,76 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,75 ± 0,03	> 0,001	
		8,5	AUC 1,64 ± 0,03	> 0,001	AUC 1,75 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,70 ± 0,03	> 0,001	
	2070	2,6	AUC 1,74 ± 0,03	> 0,001	AUC 1,78 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,76 ± 0,03	> 0,001	
		4,5	AUC 1,66 ± 0,03	> 0,001	AUC 1,73 ± 0,03	> 0,001	AUC 1,73 ± 0,03	> 0,001	
		8,5	AUC 0,96 ± 0,03	> 0,96	AUC 1,59 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,68 ± 0,05	> 0,001	
	GISS-E2-R	2050	2,6	AUC 1,80 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,81 ± 0,01	> 0,001	AUC 1,76 ± 0,03	> 0,001
			4,5	AUC 1,79 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,78 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,76 ± 0,03	> 0,001
8,5			AUC 1,74 ± 0,03	> 0,001	AUC 1,78 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,75 ± 0,03	> 0,001	
2070		2,6	AUC 1,80 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,81 ± 0,01	> 0,001	AUC 1,77 ± 0,03	> 0,001	
		4,5	AUC 1,74 ± 0,03	> 0,001	AUC 1,77 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,75 ± 0,03	> 0,001	
		8,5	AUC 1,71 ± 0,04	> 0,001	AUC 1,77 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,74 ± 0,04	> 0,001	
MIROC-ESM	2050	2,6	AUC 1,78 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,80 ± 0,01	> 0,001	AUC 1,75 ± 0,03	> 0,001	
		4,5	AUC 1,91 ± 0,00	> 0,001	AUC 1,48 ± 0,58	0,432	AUC 1,44 ± 0,09	> 0,001	
		8,5	AUC 1,72 ± 0,04	> 0,001	AUC 1,79 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,75 ± 0,03	> 0,001	
	2070	2,6	AUC 1,75 ± 0,03	> 0,001	AUC 1,76 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,76 ± 0,03	> 0,001	
		4,5	AUC 1,73 ± 0,03	> 0,001	AUC 1,77 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,76 ± 0,03	> 0,001	
		8,5	AUC 1,59 ± 0,05	> 0,001	AUC 1,69 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,68 ± 0,03	> 0,001	
NorESM1-ME	2050	2,6	AUC 1,80 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,81 ± 0,01	> 0,001	AUC 1,76 ± 0,03	> 0,001	
		4,5	AUC 1,77 ± 0,03	> 0,001	AUC 1,77 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,75 ± 0,03	> 0,001	

Laboratorios	RCP	Modelo dormideros		Modelo forrajeo		Modelo integral	
		Roc Parcial	P	Roc Parcial	P	Roc Parcial	P
	8,5	AUC 1,74 ± 0,03	> 0,001	AUC 1,78 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,74 ± 0,03	> 0,001
	2,6	AUC 1,80 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,81 ± 0,01	> 0,001	AUC 1,76 ± 0,03	> 0,001
	2070 4,5	AUC 1,74 ± 0,03	> 0,001	AUC 1,78 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,75 ± 0,03	> 0,001
	8,5	AUC 1,59 ± 0,05	> 0,001	AUC 1,73 ± 0,02	> 0,001	AUC 1,68 ± 0,03	> 0,001

4.3. Identificación de los escenarios de cambio climático con mayor afectación para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*)

4.3.1. Modelo para sitios de dormideros

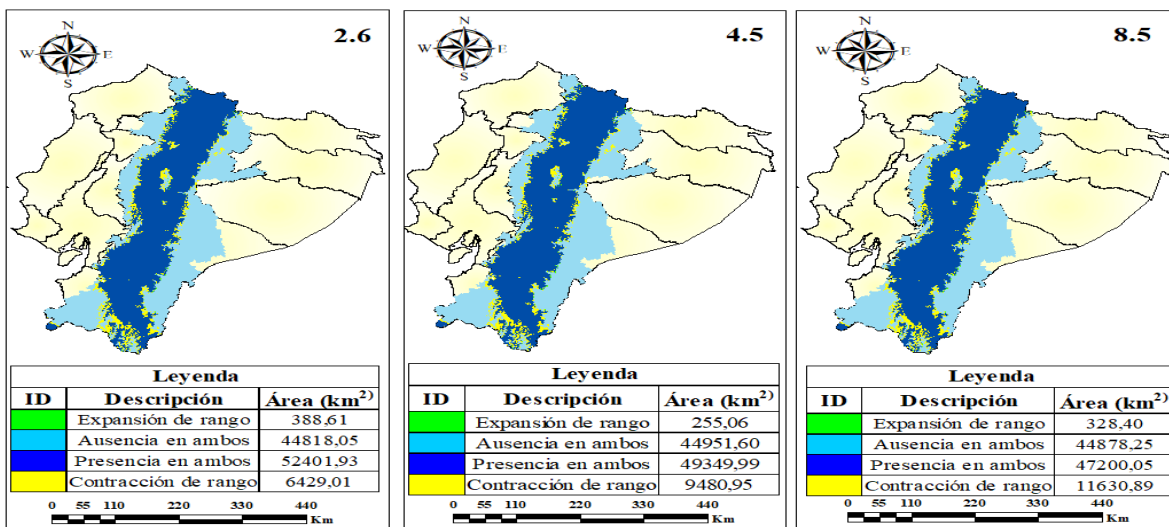
De acuerdo al laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR en condiciones futuras para escenarios de cambio climático, se determinó que la expansión como la contracción de rango de condiciones favorables para la idoneidad de sitios de dormideros del Cóndor Andino, presentaron valores mayores en cada RCP para el 2050 en relación a los obtenidos en el año 2070, a excepción del RCP 8,5, donde el valor de la expansión fue 403,93 Km² y se situó en la zona central, la contracción de rango por su parte tuvo un valor de 19150,19 Km² y se localizó en la parte centro-sur de la zona de estudio, como se demuestra en la Figura 20.

En relación al GISS-E2-R, la expansión de rango para el 2050 ostentó cantidades mayores en cada RCP, respecto al 2070, a excepción del RCP 8,5 en donde el valor fue 1562,10 Km². Por otra parte, la contracción de rango, mostró un aumento gradual según cada RCP, donde el mayor se presentó en el 8,5-2070 con una extensión de 11148,49 Km² situándose, como se observa en la Figura 21. En cuanto al laboratorio MIROC-ESM la expansión como la contracción de rango, presentaron similar comportamiento que el laboratorio anterior, donde para la expansión resaltó el RCP 4,5-2050 con un valor de 29118,27 Km². En cuanto a la contracción el 4,5-2050 fue el más representativo con un valor que osciló en 51176,99 Km² y su localización fue la zona central del área de estudio, como se muestra en la Figura 22.

En lo que se refiere al laboratorio NorESM1-ME, la expansión de rango, mostró un aumento progresivo según cada RCP, donde el valor mayor se situó en 8,5-2050 (456,48 Km²) y se ubicó en la zona central del sitio de estudio. En la contracción de rango en cambio, se evidenció valores mayores en cada RCP para el 2050 de acuerdo al 2070, a excepción del RCP 8,5 donde la extensión fue 20059,89 Km² y se situó en la parte centro-sur de la zona de estudio, como se observa en la Figura 23.

LABORATORIO IPSL-CM5A-LR (Dormideros)

Escenarios de cambio climático 2050



Escenarios de cambio climático 2070

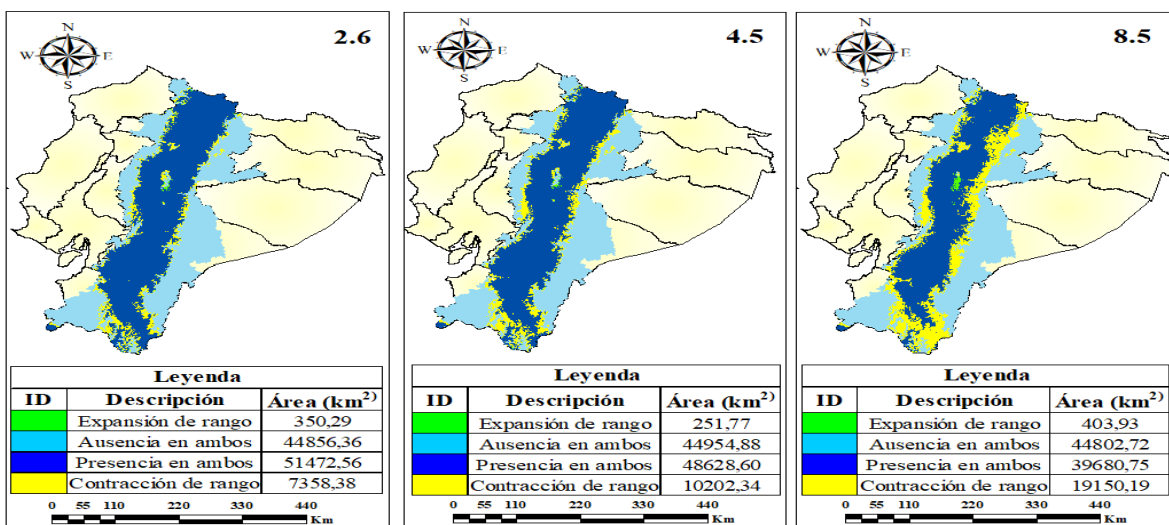
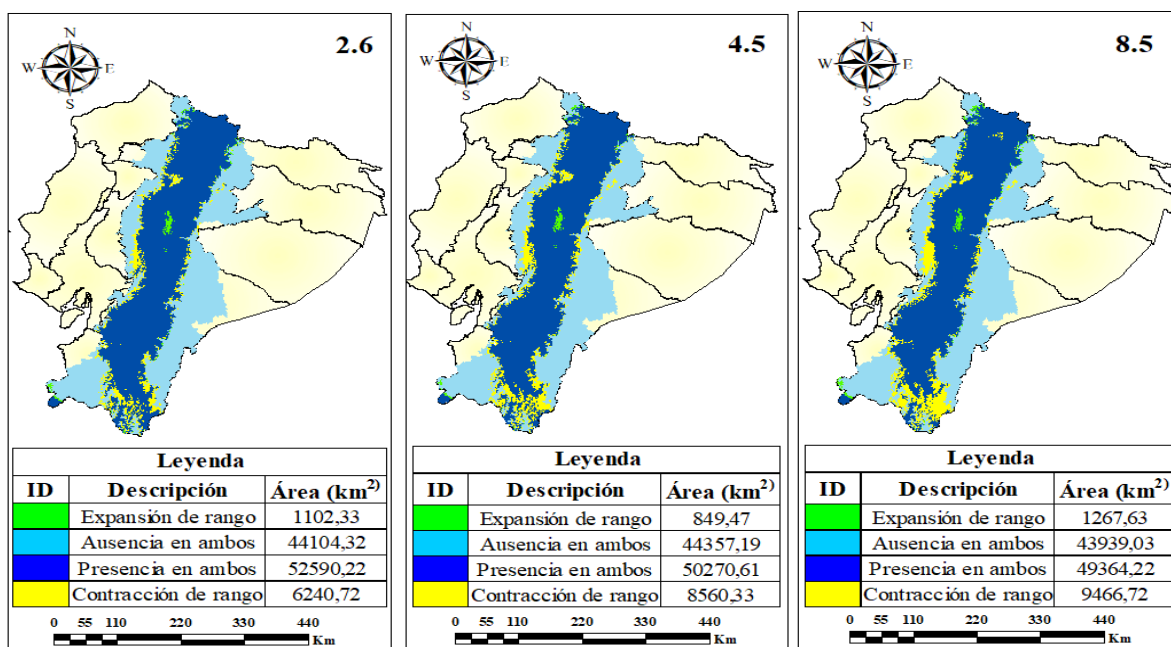


Figura 20. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio IPSL-CM5A-LR.

LABORATORIO GISS-E2-R (Dormideros)

Escenarios de cambio climático 2050



Escenarios de cambio climático 2070

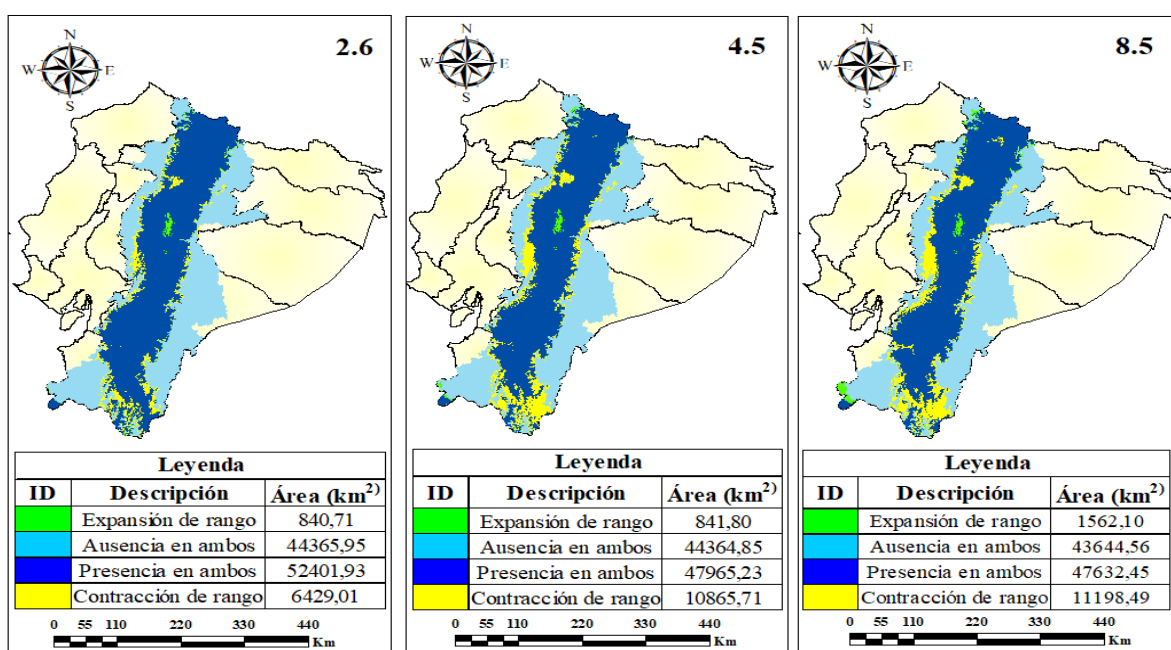
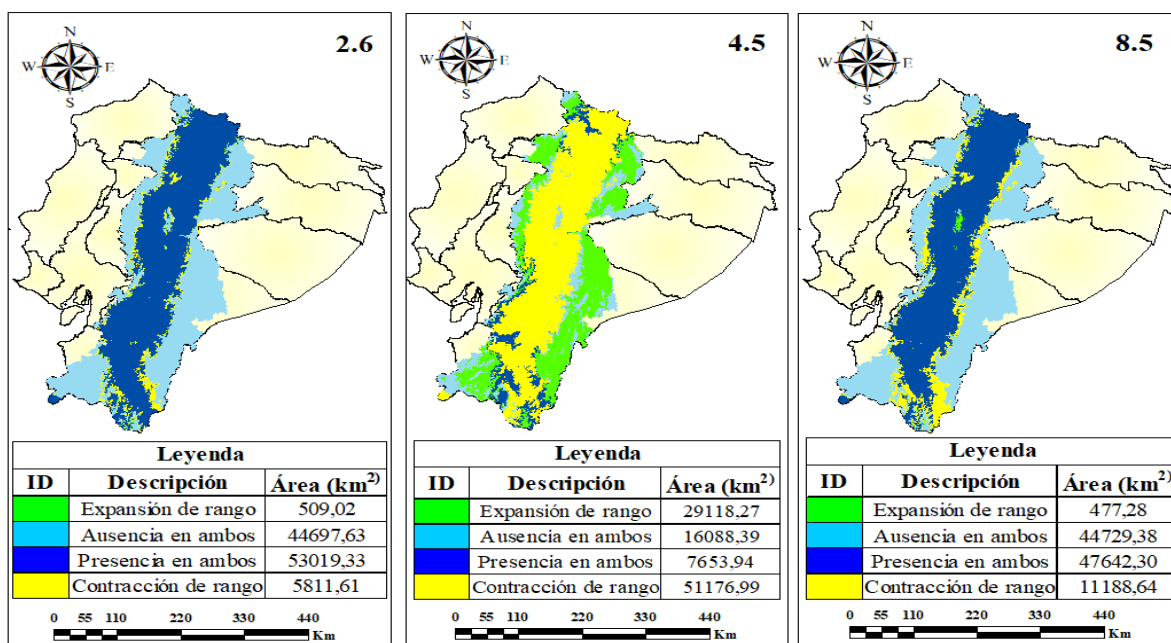


Figura 21. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio GISS-E2-R.

LABORATORIO MIROC-ESM (Dormideros)

Escenarios de cambio climático 2050



Escenarios de cambio climático 2070

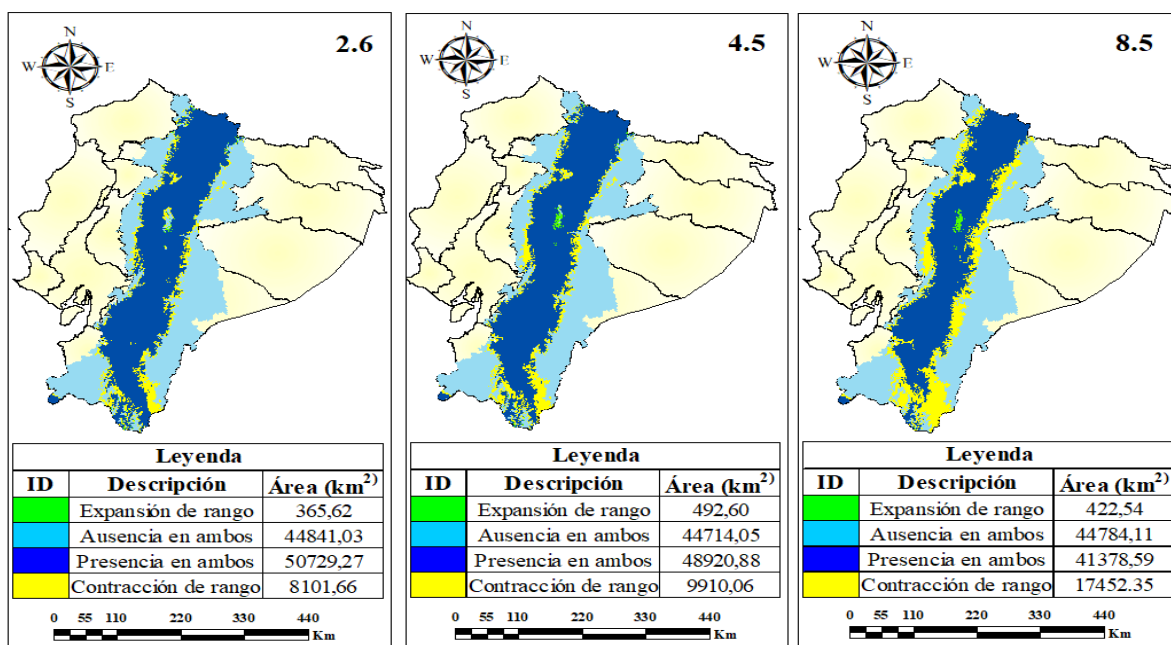
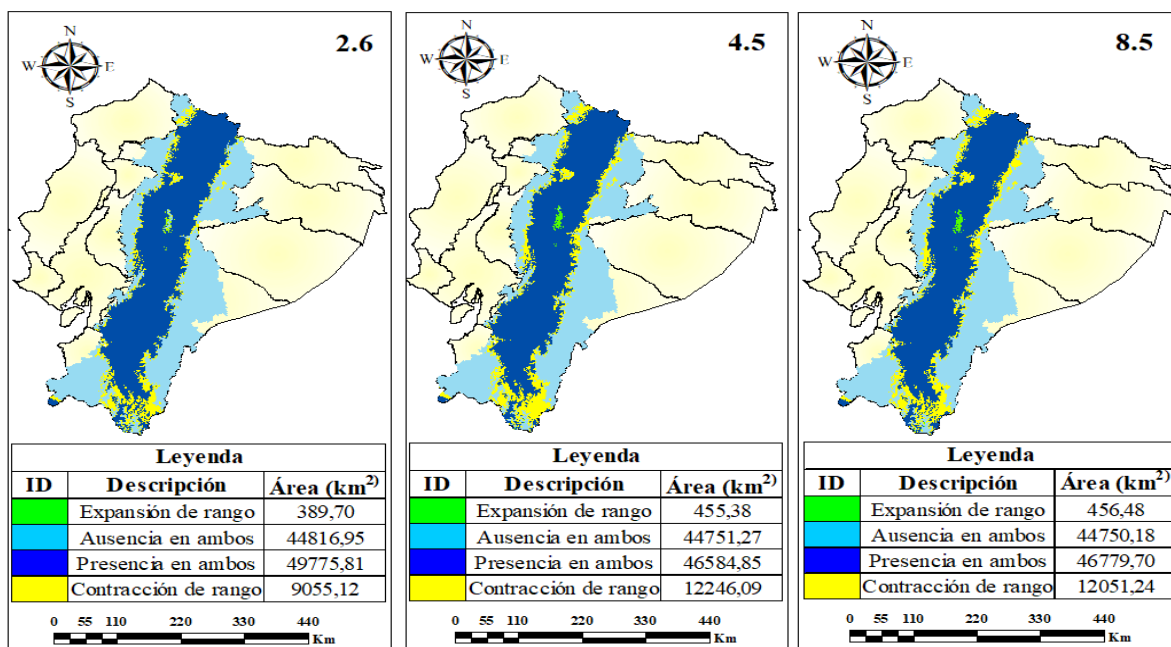


Figura 22. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio MIROC-ESM.

LABORATORIO NorESM1-ME (Dormideros)

Escenarios de cambio climático 2050



Escenarios de cambio climático 2070

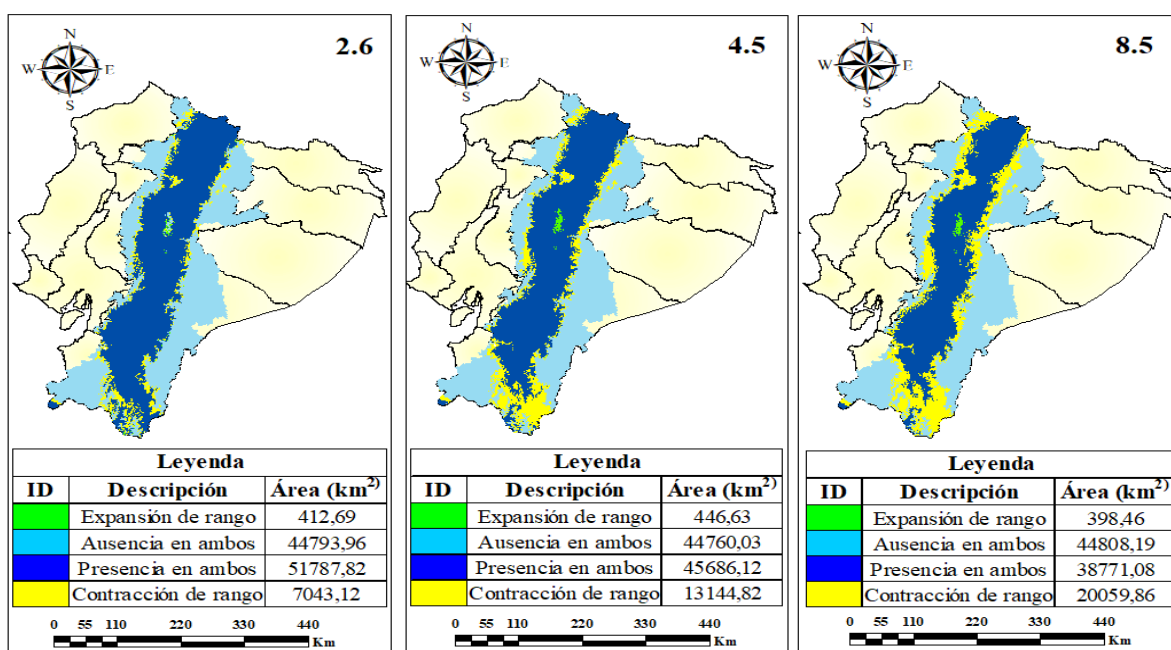


Figura 23. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio NorESM1-ME.

4.3.2. Modelo para sitios de forrajeo

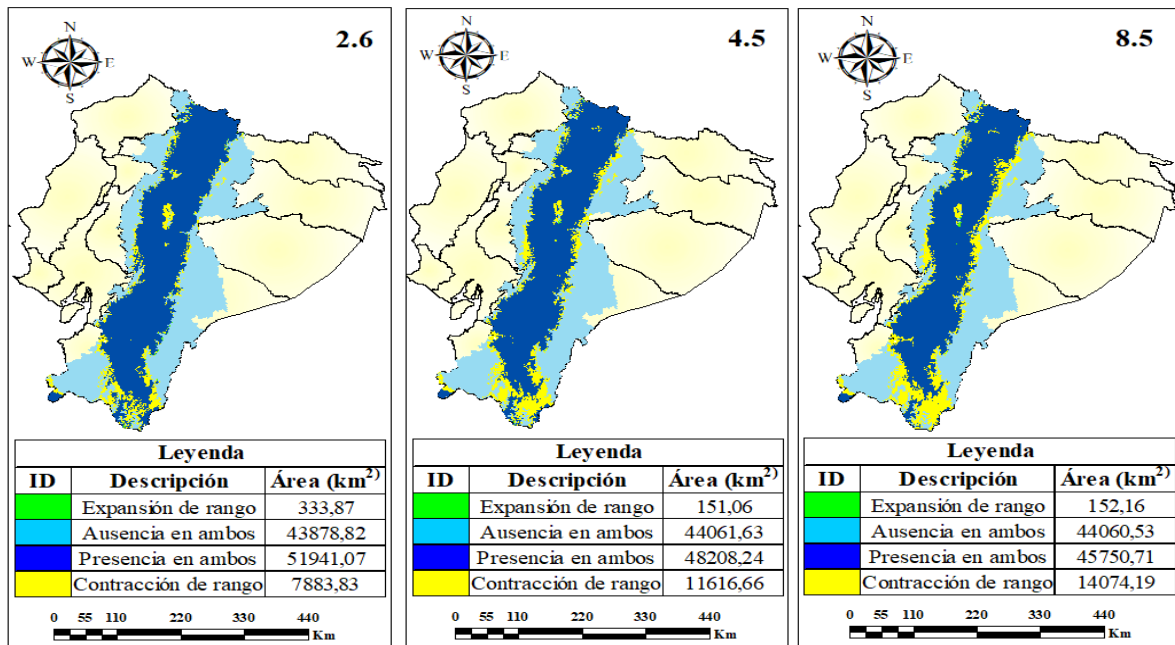
Según las predicciones realizadas por laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-L se evaluó la idoneidad de las áreas de forrajeo en condiciones futuras de cambio climático, donde se observó que la expansión de rango de condiciones favorables para el 2050 poseen valores mayores en cada RCP (destacándose el 2,6-2050 con una extensión de 333,87 Km², ubicado en la parte céntrica del lugar de estudio) respecto al 2070. Por otra parte la contracción de rango, mostró un aumento gradual según cada RCP donde el mayor se presentó en el 8,5-2070 y se localizó en la parte centro-sur del área de estudio con una extensión de 22069,67 Km², como se demuestra en la Figura 24.

En cuanto a los laboratorios bioclimáticos GISS-E2-R y MIROC-ESM, se observó que tanto la expansión como la contracción de rango registraron comportamientos similares que al anterior laboratorio, en donde para el GISS-E2-R el RCP más representativo fue 8,5-2070 el cual presentó una extensión mayor en la contracción de rango con un valor de 12981,71 Km² ubicándose en la zona centro-sur del sitio de estudio, como se indica en la Figura 25. Por su parte para el MIROC-ESM, el RCP que destacó fue 4,5-2050, con una contracción de rango que osciló en 53140,83 Km² situándose en toda la parte central de la zona de estudio, como se representa en la Figura 26.

Respecto al laboratorio bioclimático NorESM1-ME, se distinguió que tanto la expansión como la contracción de rango de condiciones favorables, mostraron diferentes variabilidades según cada RCP, destacándose el 8,5-2050 donde el valor de la expansión fue 159,82 Km², y se ubicó en zona central del área de estudio, en cambio el valor mayor para la contracción, se situó principalmente en la parte centro-sur del área de estudio para el RCP 8,5-2070 con una extensión de 22473,61 Km² como se observa en la Figura 27.

LABORATORIO IPSL-CM5A-LR (Forrajeo)

Escenarios de cambio climático 2050



Escenarios de cambio climático 2070

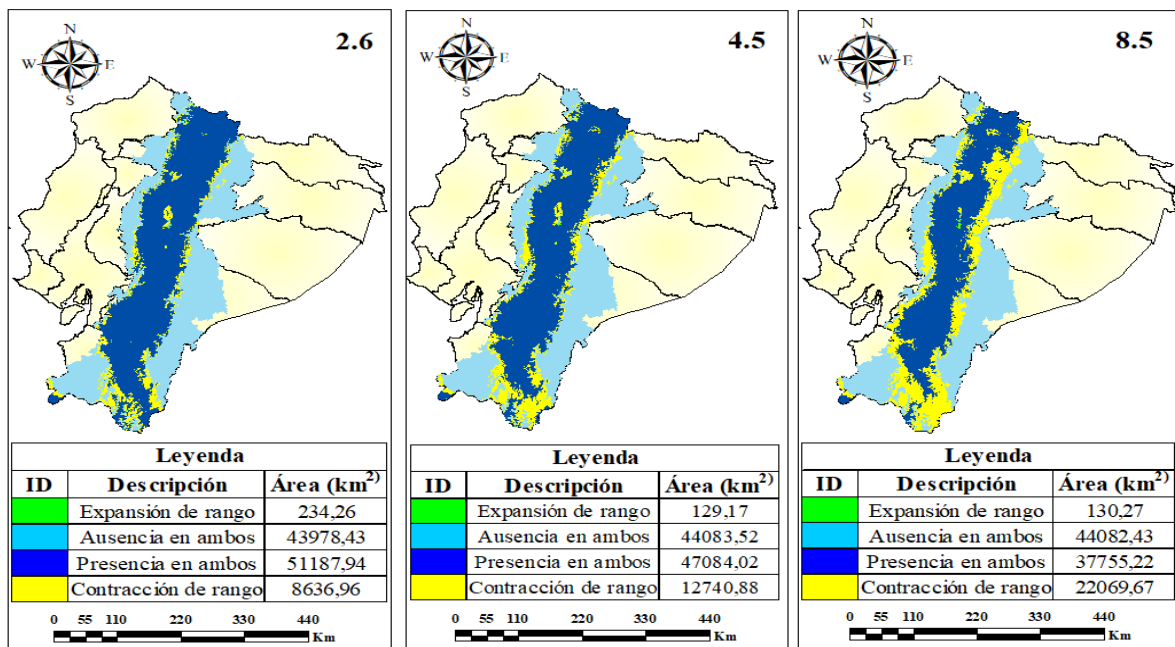
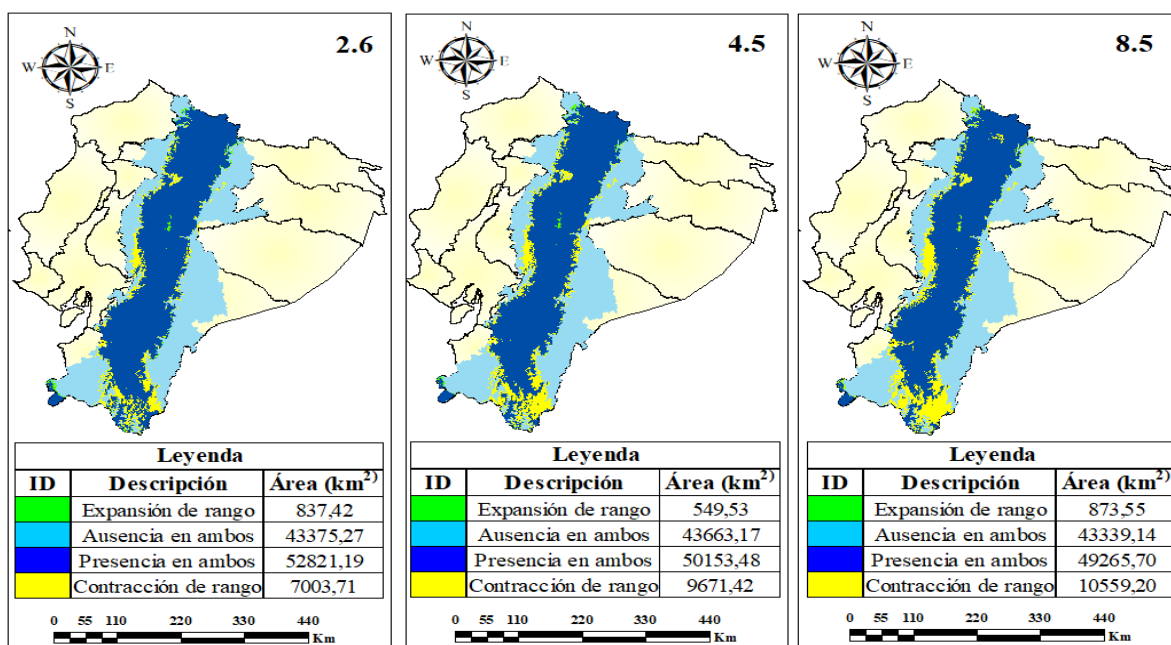


Figura 24. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de forrajeo del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio IPSL-CM5A-LR.

LABORATORIO GISS-E2-R (Forrajeo)

Escenarios de cambio climático 2050



Escenarios de cambio climático 2070

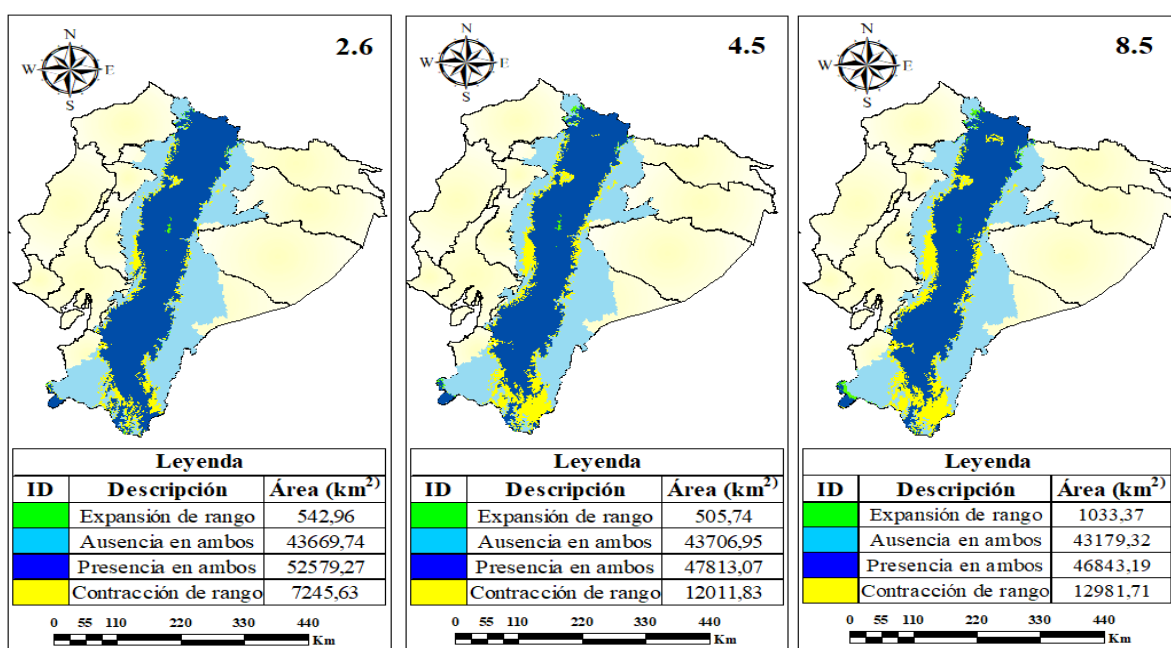
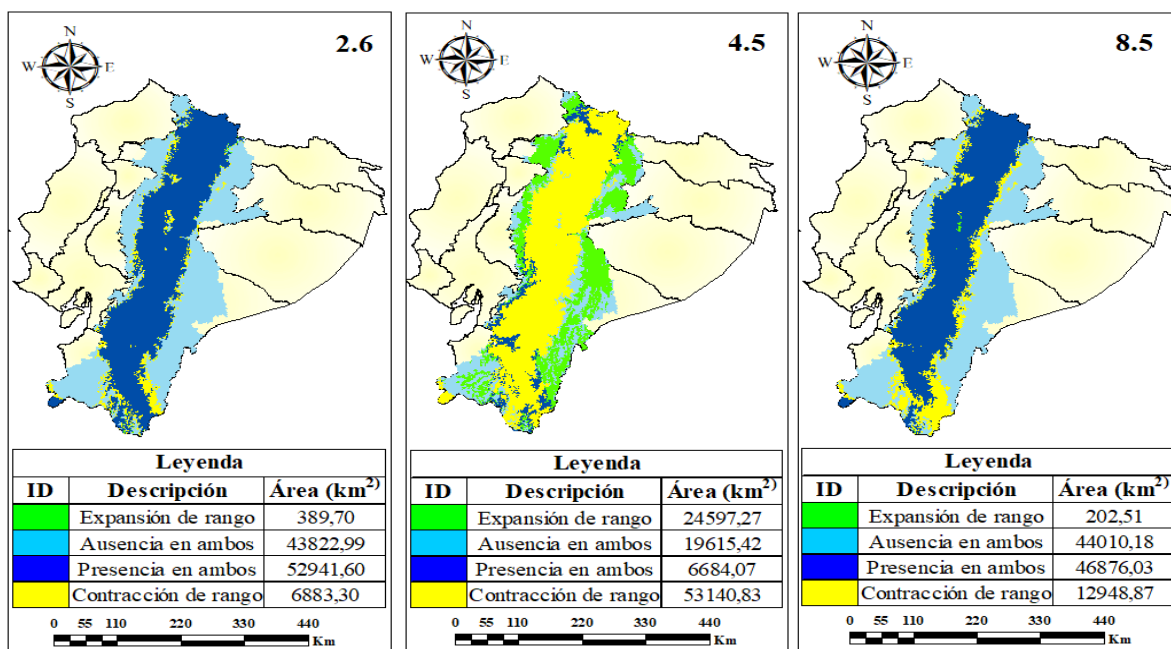


Figura 25. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio GISS-E2-R.

LABORATORIO MIROC-ESM (Forrajeo)

Escenarios de cambio climático 2050



Escenarios de cambio climático 2070

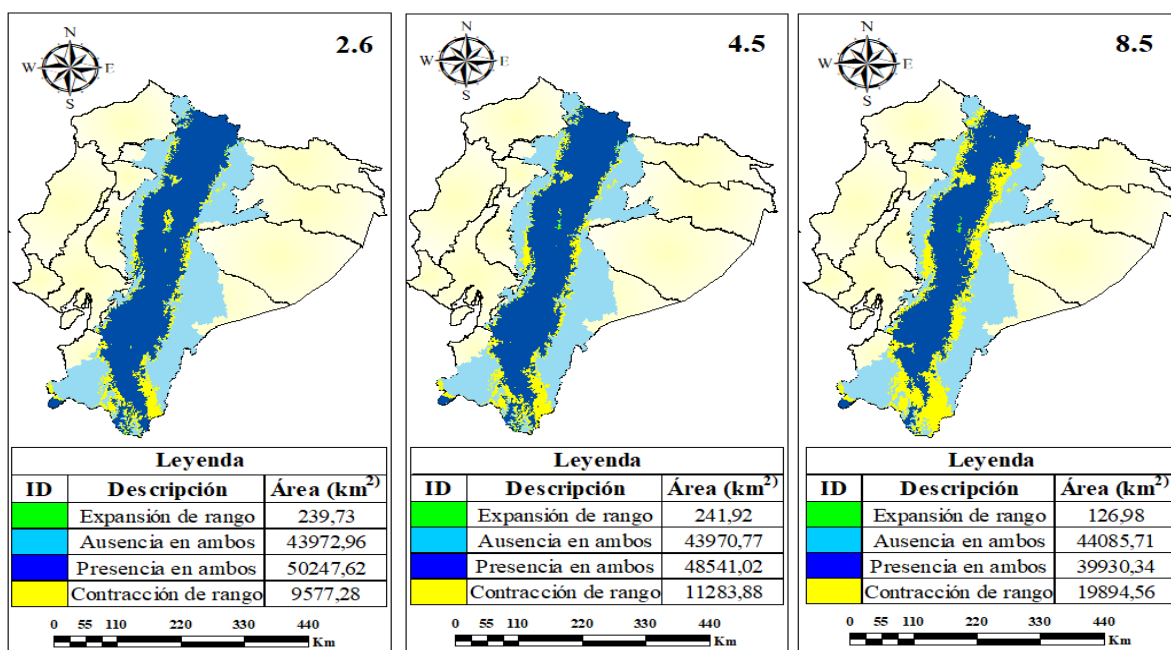
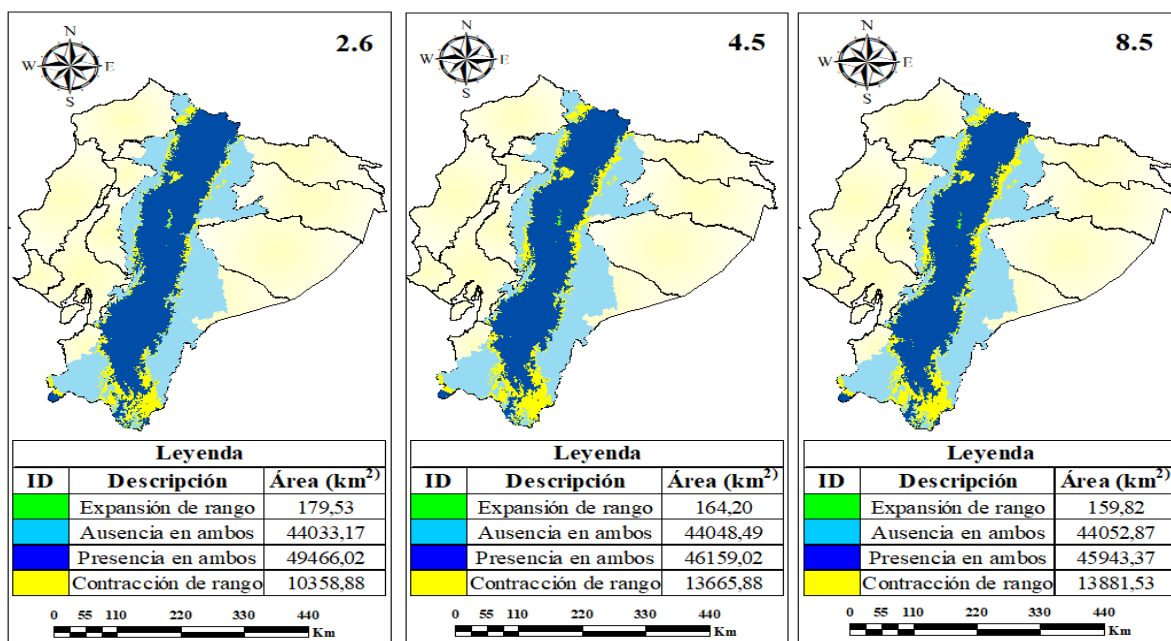


Figura 26. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio MIROC-ESM.

LABORATORIO NorESM1-ME (Forrajeo)

Escenarios de cambio climático 2050



Escenarios de cambio climático 2070

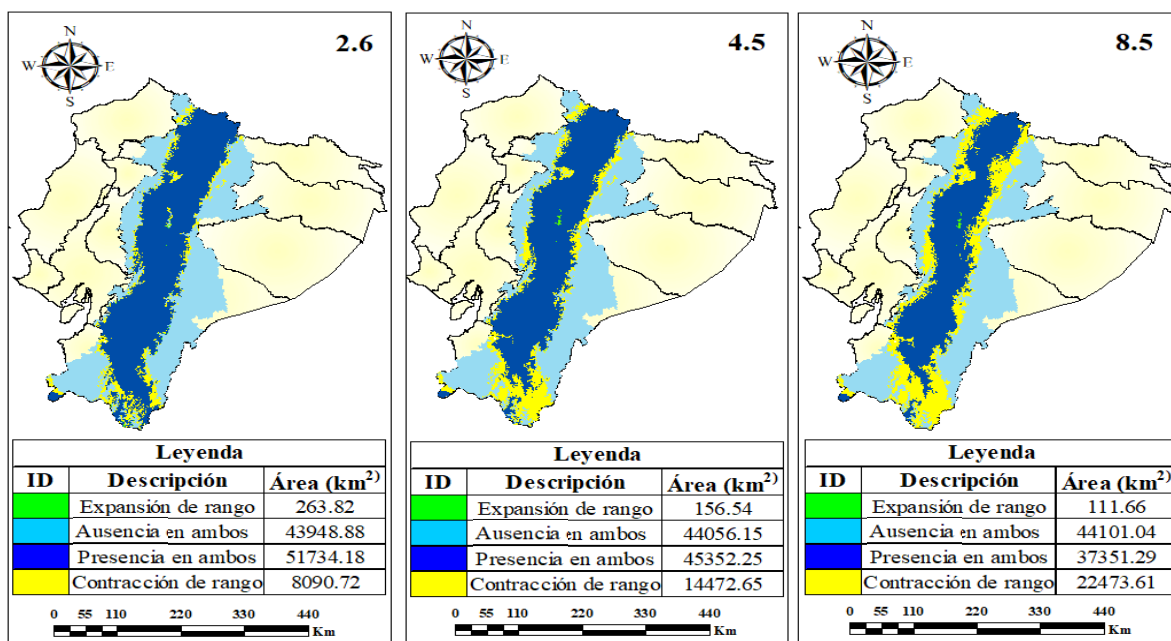


Figura 27. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial de los sitios de dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio NorESM1-ME.

4.3.3. Modelo integral

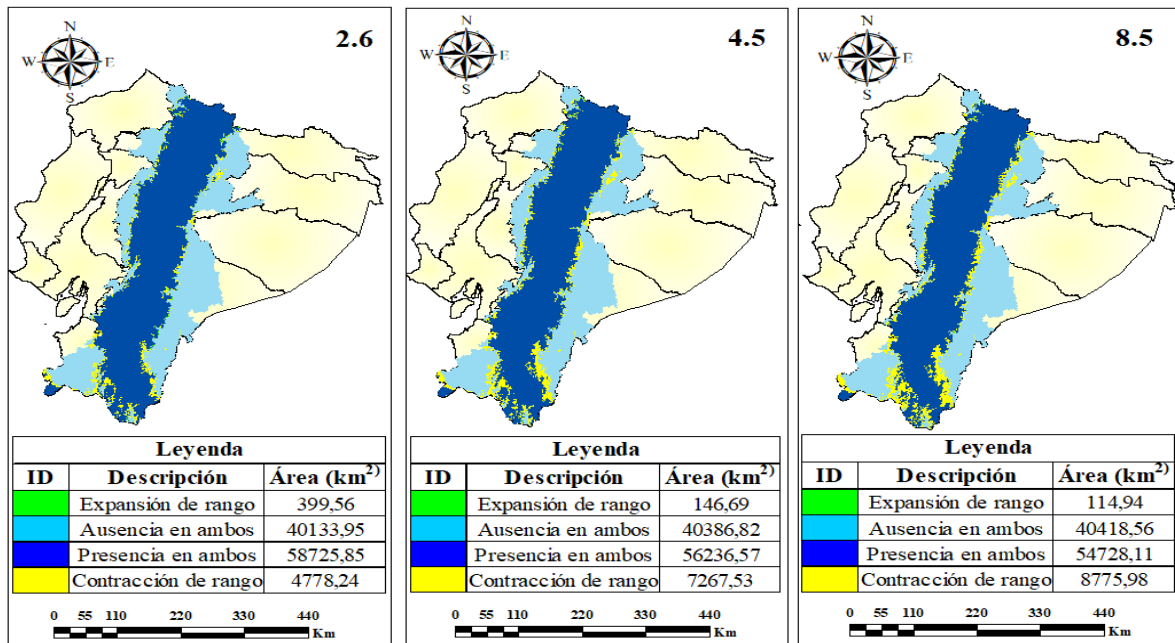
En relación al laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR, la idoneidad de los sitios de presencia para cóndor se evaluó en condiciones futuras de acuerdo a los escenarios de cambio climático, donde se observó que la expansión de rango de condiciones favorables, registró valores mayores en cada RCP para escenarios del 2050 (destacándose el 2,6-2050 con una extensión de 399,56 Km²) en función con los obtenidos en el año 2070. Por su parte en la contracción de rango se evidenció un aumento progresivo según cada RCP, donde el valor mayor se situó en el 8,5-2070 con una extensión de 14956,50 Km² en la parte centro-sur del área de estudio, como se indica en la Figura 28.

De acuerdo a los laboratorios bioclimáticos GISS-E2-R y MIROC-ESM, se observó que la expansión de rango registró comportamientos similares que el anterior laboratorio. En lo que corresponde para el GISS-E2-R, los RCP más representativos fueron el 8,5-2070 para la expansión de rango, donde el valor osciló en 1322,36 Km² y el 4,5-2070 para la contracción de rango, el cual presentó una extensión mayor de 7948,41 Km², como se indica en la Figura 29. Por su parte para el MIROC-ESM, el RCP que destacó para la expansión de rango fue 4,5-2050 (en donde el valor fue 39031,61 Km² y se situó en la parte limítrofe del área de estudio). En cuanto a la contracción de rango, se identificó diferentes variabilidades según cada RCP, destacándose el 8,5-2070, con un valor de 14346,77 Km² y se ubicó en la parte centro-sur de la zona de estudio) fue el mayor entre los demás, como se representa en la Figura 30.

Por su parte en el laboratorio bioclimático NorESM1-ME, tanto expansión como la contracción de rango de condiciones favorables, mostraron diferentes variabilidades según cada RCP, resaltando el 2,6-2070 con un el valor de 263,82 Km² y fue el mayor entre todos, en cambio para la contracción el RCP 8,5-2070 se emergió como el más destacado, con una extensión de 1688,50 Km² y su ubicación estimada fue en la zona centro-sur del área de estudio, como se observa en la Figura 31.

LABORATORIO IPSL-CM5A-LR
(Integral)

Escenarios de cambio climático 2050



Escenarios de cambio climático 2070

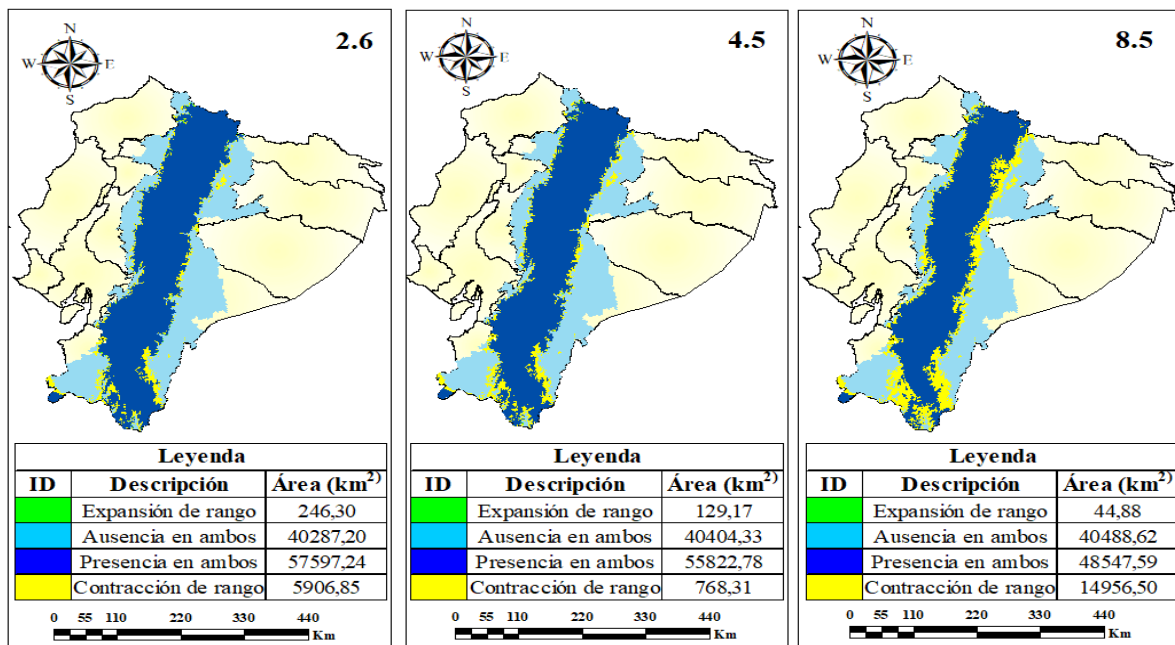
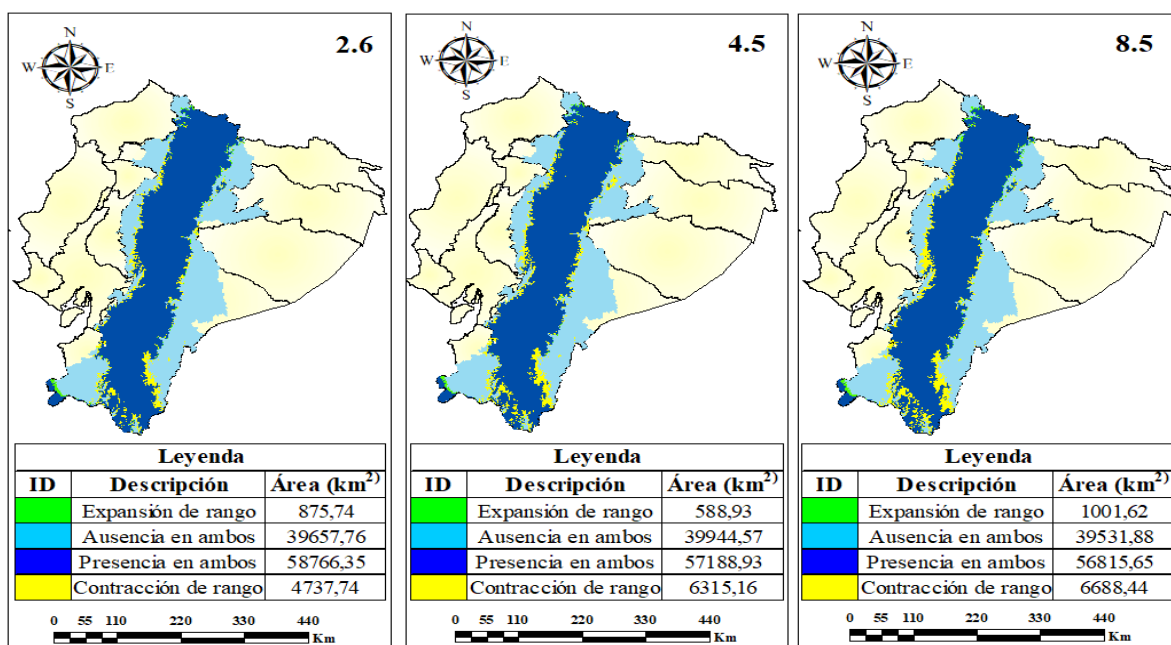


Figura 28. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio IPSL-CM5A-LR.

LABORATORIO GISS-E2-R (Integral)

Escenarios de cambio climático 2050



Escenarios de cambio climático 2070

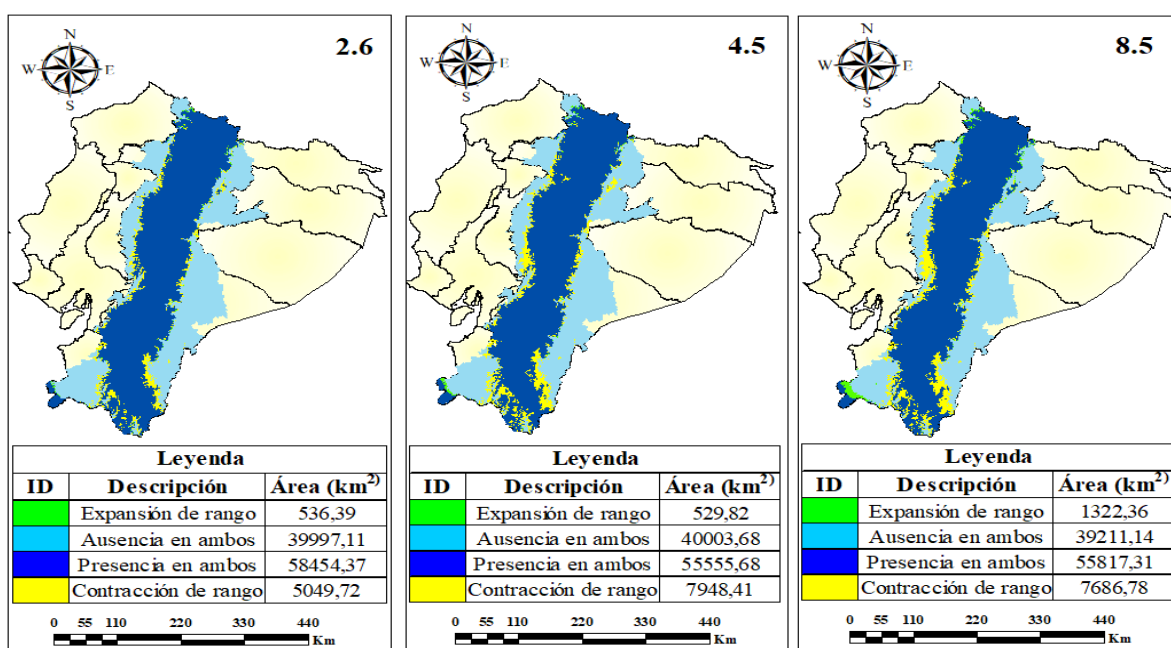
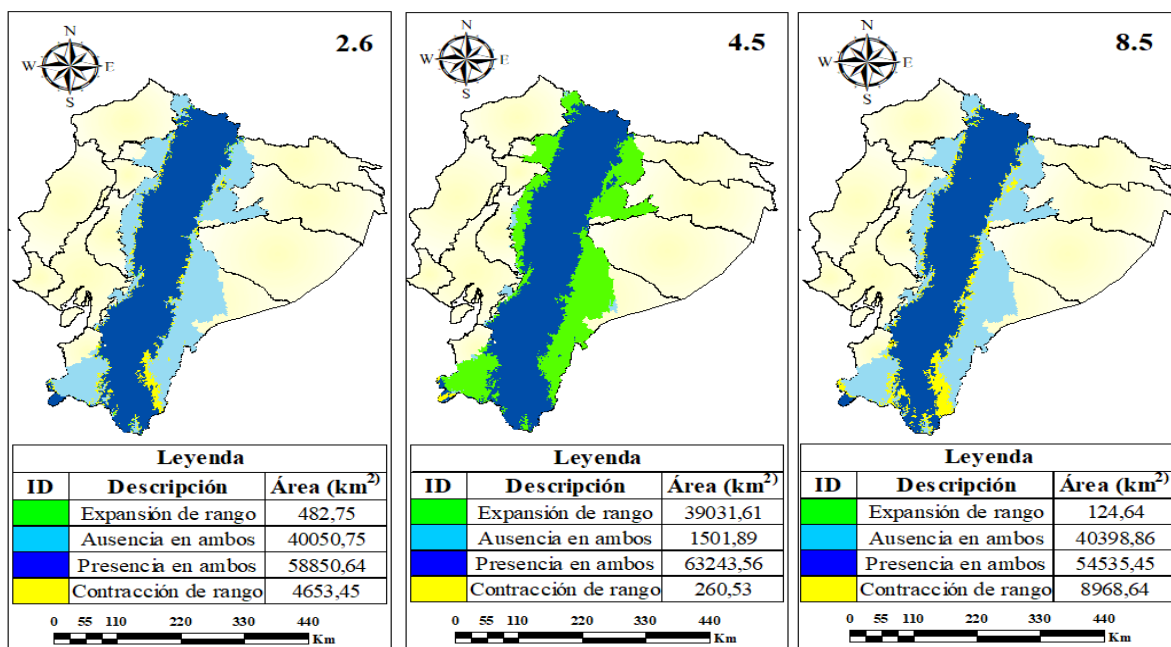


Figura 29. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio GISS-E2-R.

LABORATORIO MIROC-ESM (Integral)

Escenarios de cambio climático 2050



Escenarios de cambio climático 2070

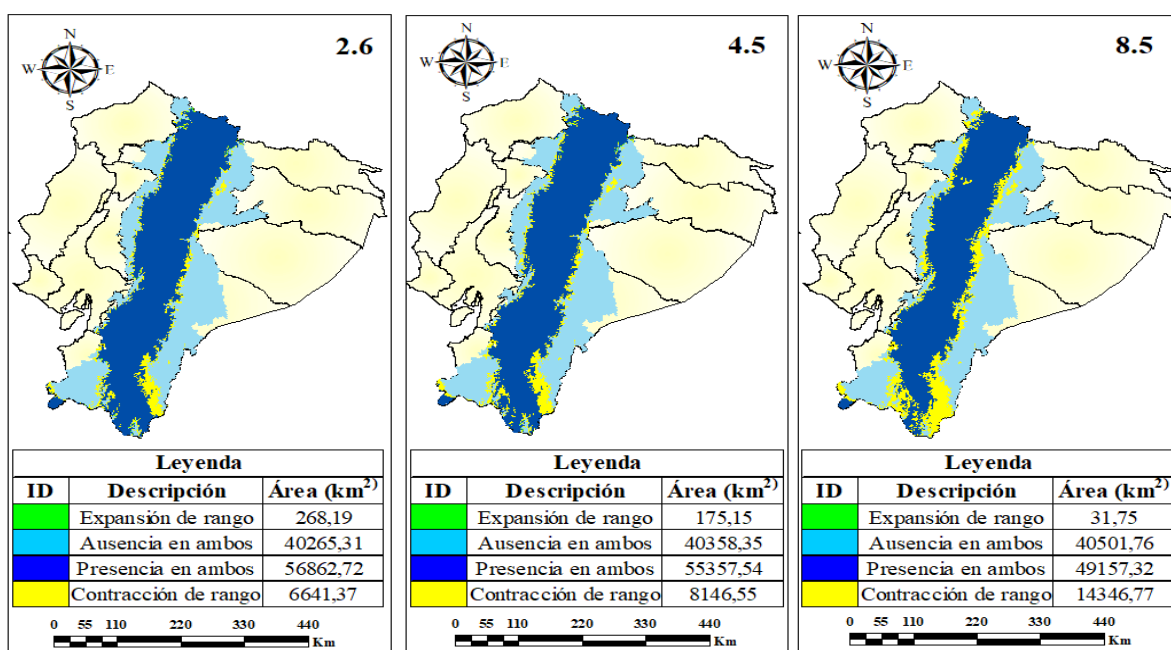
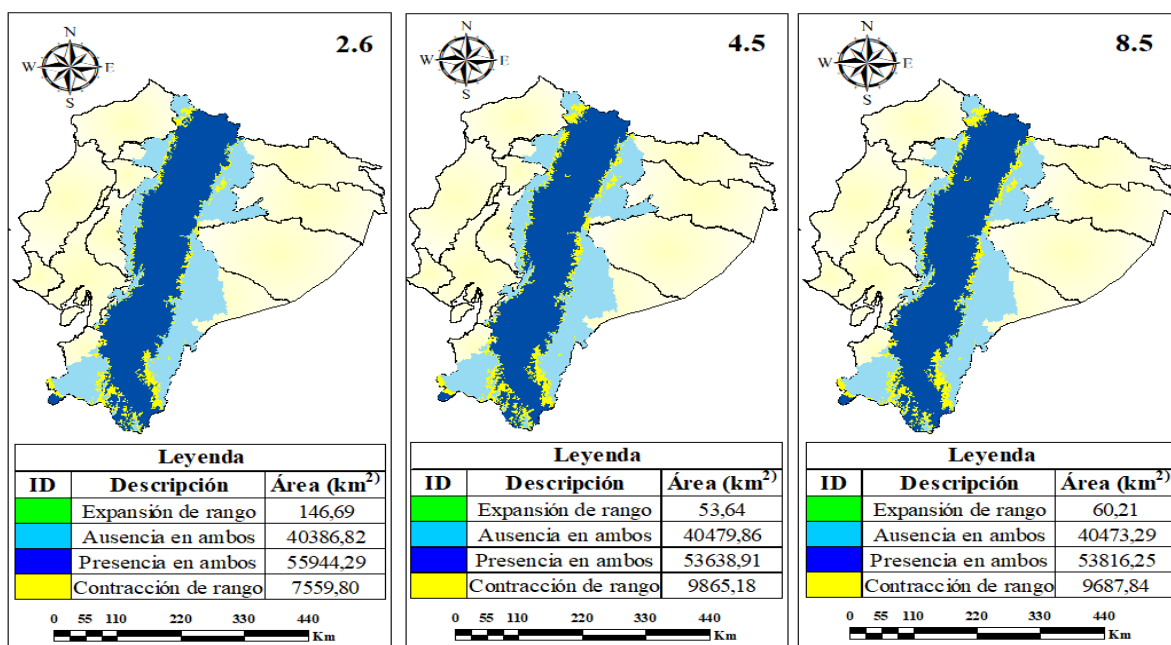


Figura 30. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio MIROC-ESM.

LABORATORIO NorESM1-ME (Integral)

Escenarios de cambio climático 2050



Escenarios de cambio climático 2070

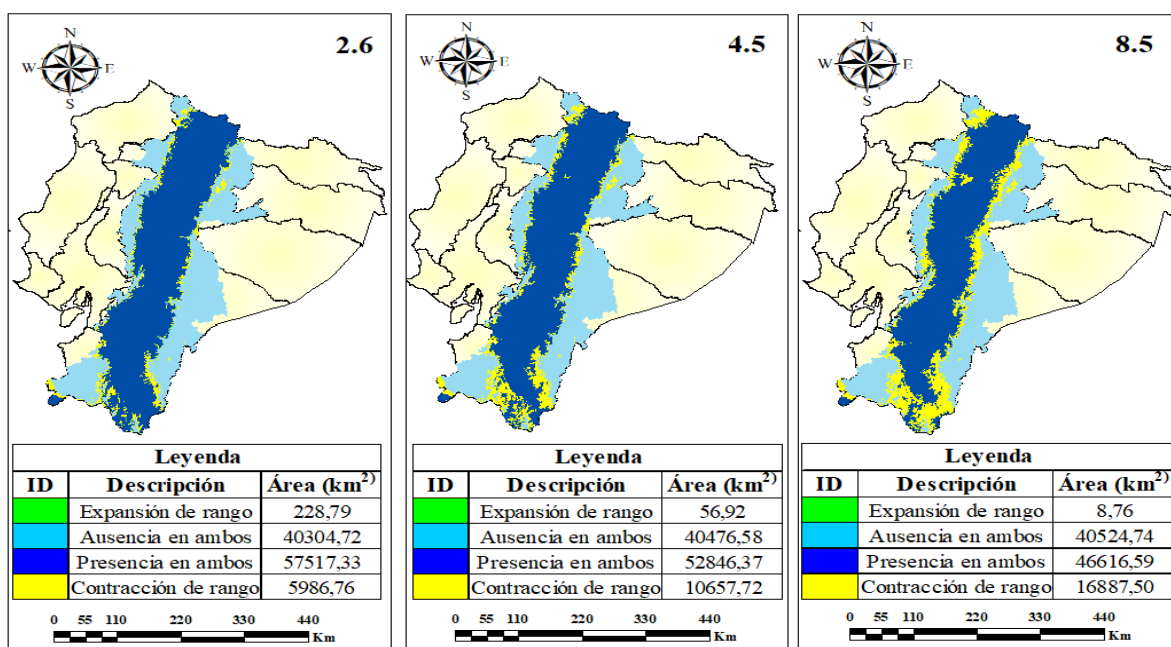


Figura 31. Cambios (expansión, contracción) en el rango de la distribución geográfica potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) ante condiciones de cambio climático de acuerdo al laboratorio NorESM1-ME.

4.3.4. Identificación de áreas frágiles para la conservación del Cóndor Andino dentro de la zona de estudio y en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador

4.3.4.1. Modelo para sitios de dormitorios

De acuerdo a las proyecciones realizadas respecto al laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR, se demostró que los porcentajes superiores se presentaron en condiciones actuales. En lo referente a los entornos futuros de cambio climático, se evidenció una tendencia, que a medida que los gases de efecto invernadero aumentaron, los sitios de idoneidad se redujeron, por lo cual el RCP 2,6 fue el que registró mayor idoneidad para los sitios de dormitorios en toda el área de estudio, tanto para el 2050 y 2070. Por el contrario, el RCP 8,5-2070 fue el peor escenario para el Cóndor Andino mostrando menor idoneidad en toda la zona de estudio, como se muestra en la figura 32.

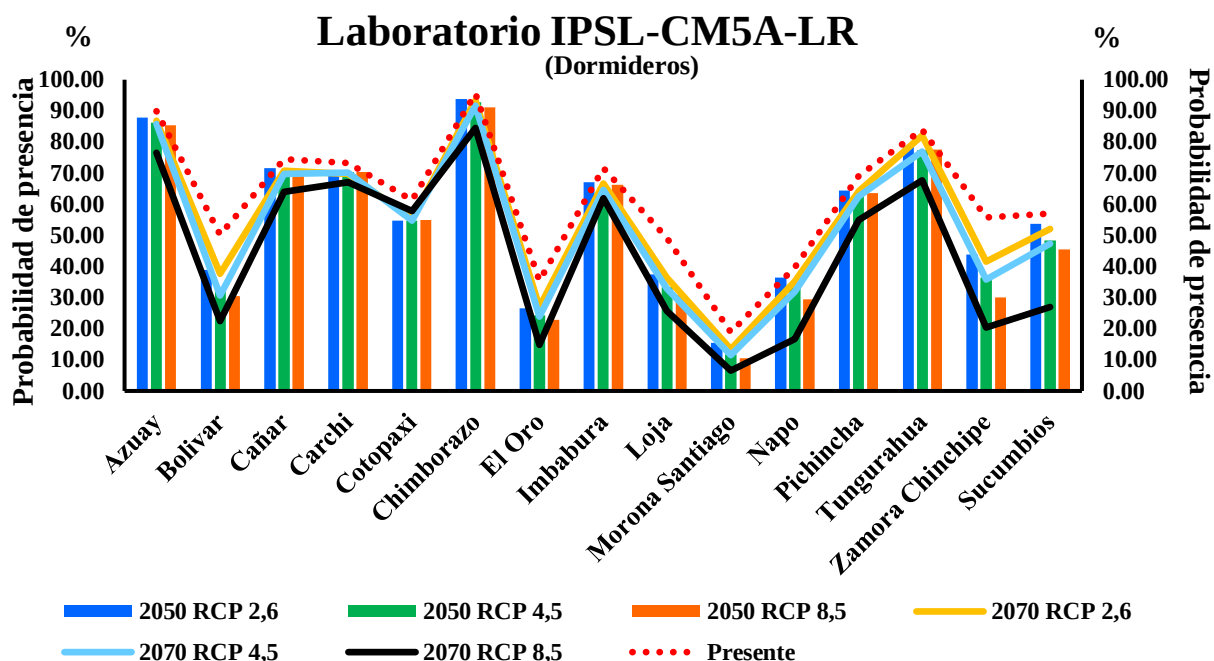


Figura 32. Porcentaje de la extensión territorial por provincias, con condiciones climáticas adecuadas para los dormitorios del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador, según el laboratorio IPSL-CM5A-LR.

En cuanto al laboratorio bioclimático GISS-E2-R, se determinó también que los porcentajes mayores se registraron para circunstancias actuales respecto a los demás escenarios. En contextos futuros de cambio climático, por su parte, el RCP 2,6 se emergió como el mejor escenario debido a que presentó para el 2050 y 2070 la mayor idoneidad para los lugares de dormideros en toda el área de estudio. Por otra parte, el RCP 4,5-2070 fue catalogado como el peor escenario para el Cóndor Andino ya que demostró la menor idoneidad en toda la zona de estudio, como se observa en la figura 33.

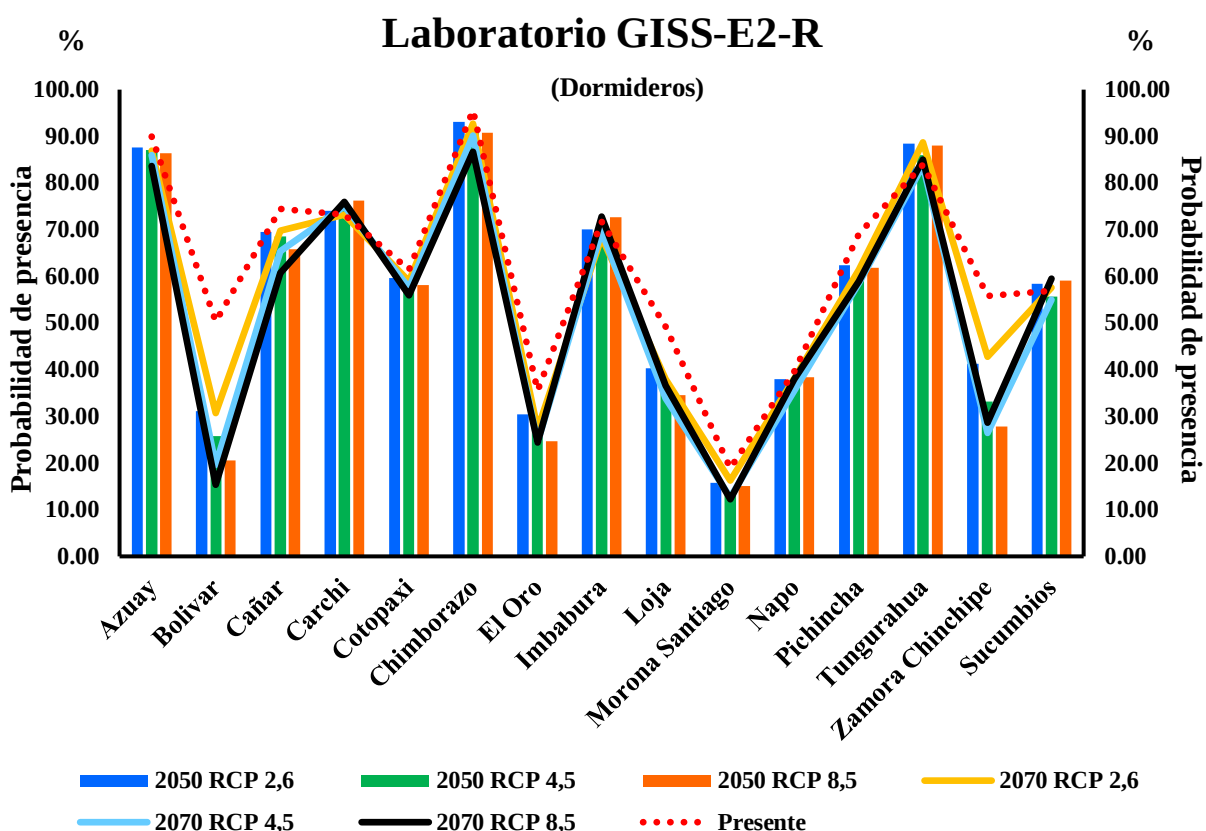


Figura 33. Porcentaje de la extensión territorial por provincias, con condiciones climáticas adecuadas para los dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador, según el laboratorio GISS-E2-R.

En relación al laboratorio bioclimático MIROC-ESM, se constató asimismo que para condiciones actuales, los porcentajes registrados fueron mayores respecto a los demás escenarios. Por su parte en condiciones futuras, el mejor escenario fue el RCP 2,6 ya que

presentó la mayor idoneidad para los sitios de dormideros en toda el área de estudio para el 2050 y 2070. En cambio, el RCP 4,5-2050 se destacó como el peor escenario para el Cóndor Andino debido a que ostentó la menor idoneidad en la zona estudiada, como se indica en la figura 34.

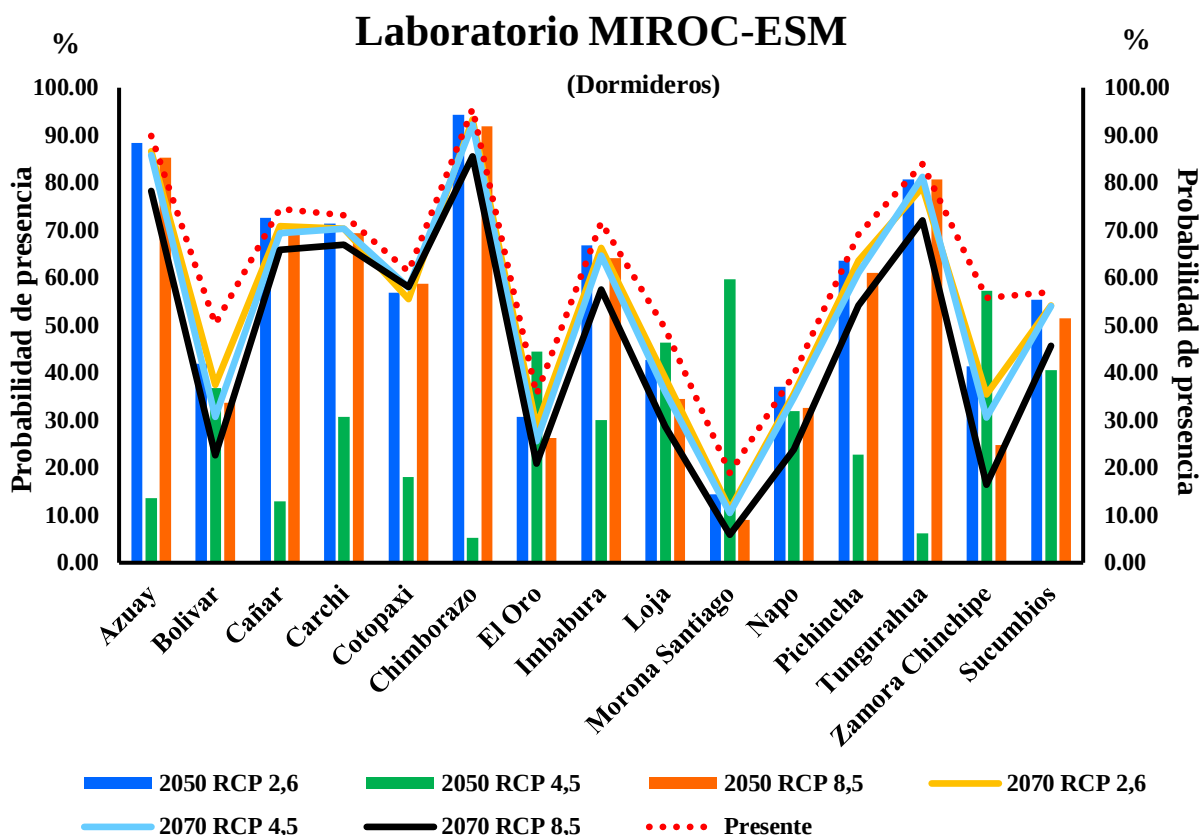


Figura 34. Porcentaje de la extensión territorial por provincias, con condiciones climáticas adecuadas para los dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador, según el laboratorio MIROC-ESM.

Respecto al laboratorio bioclimático Nor-ESM1-ME, se observó de manera similar que en entornos actuales, los porcentajes obtenidos fueron mayores en relación a los otros escenarios. En referencia a situaciones futuras de cambio climático, se presentó una tendencia, que a medida que los gases de efecto invernadero incrementaron, los lugares de idoneidad disminuyeron. El RCP 2,6 fue el que registró una idoneidad mayor para los lugares de dormideros, tanto en el 2050 y 2070. Al contrario, el peor escenario para el Cóndor Andino fue el RCP 8,5-2070, registrando menor idoneidad en toda la zona de estudio, como se observa en la figura 35.

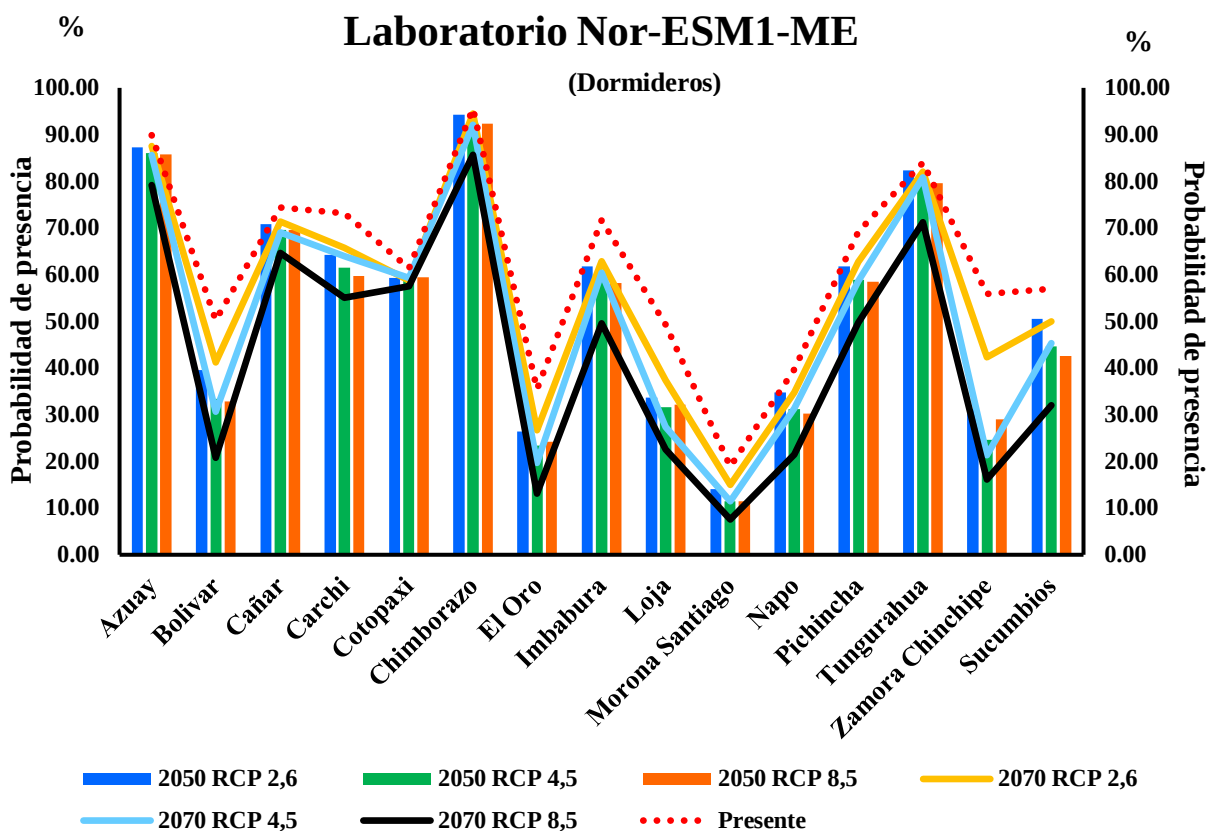


Figura 35. Porcentaje de la extensión territorial por provincias, con condiciones climáticas adecuadas para los dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador, según el laboratorio Nor-ESM1-ME.

Por otra parte, también se analizó la variabilidad de la idoneidad en cuanto al sistema nacional de áreas protegidas para el Cóndor Andino en relación a los cuatro modelos de circulación global escogidos para esta investigación, donde se pudo constatar que para los cuatro laboratorios, los porcentajes mayores de idoneidad en el SNAP para esta especie, se registraron en condiciones actuales en comparación a los escenarios de cambio climático.

En lo referente a los escenarios futuros de cambio bioclimático para el laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR, el RCP 2,6 fue el que registró mayor idoneidad para los sitios de dormideros dentro de las áreas protegidas situadas en la zona de estudio, tanto para el 2050 y 2070. Por el contrario, el RCP 8,5-2070 fue el peor escenario para el Cóndor Andino mostrando una menor idoneidad. Asimismo se evidenció una tendencia, que a medida que los gases de efecto

invernadero aumentaron, los sitios de idoneidad se redujeron, cabe mencionar además, que se observó que existen nueve áreas protegidas donde las condiciones favorables registraron el 100 % de idoneidad para dormideros y se mantuvieron constantes sin importar los escenarios de cambio climático, como se muestra en la figura 36.

En cuanto al laboratorio bioclimático GISS-E2-R en entornos futuros de cambio climático, el RCP 2,6-2070 se emergió como el mejor escenario, debido a que presentó mayor idoneidad para los sitios de dormideros. Por otra parte, el RCP 2,6-2050 fue catalogado como el peor escenario para el Cóndor Andino, ya que demostró la menor idoneidad. También se distinguió, que en diez áreas protegidas las condiciones favorables registraron el 100 % de idoneidad para dormideros y se mantuvieron constantes sin importar los escenarios de cambio climático, como se observa en la figura 37.

En relación al laboratorio climático MIROC-ESM, en condiciones futuras de cambio climático, el mejor escenario fue el RCP 2,6 ya que presentó la mayor idoneidad para los sitios de dormideros para el 2050 y 2070. En cambio, el RCP 4,5-2050 se destacó como el peor escenario para el Cóndor Andino debido a que ostentó la menor idoneidad, como se indica en la figura 38.

Respecto al laboratorio Nor-ESM1-ME, se observó, que en en situaciones futuras de cambio climático, El RCP 2,6 fue el que registró una idoneidad mayor para los lugares de dormideros, tanto en el 2050 y 2070. Al contrario, el peor escenario para el Cóndor Andino fue el RCP 8,5-2070, registrando menor idoneidad. De la misma forma se marcó una tendencia, que a medida que los gases de efecto invernadero incrementaron, los lugares de idoneidad disminuyeron, cabe mencionar también que se evidenció que existen nueve áreas protegidas donde las condiciones favorables presentaron el 100 % de idoneidad y se mantuvieron constantes sin importar los escenarios de cambio climático, como se demuestra en la figura 39.

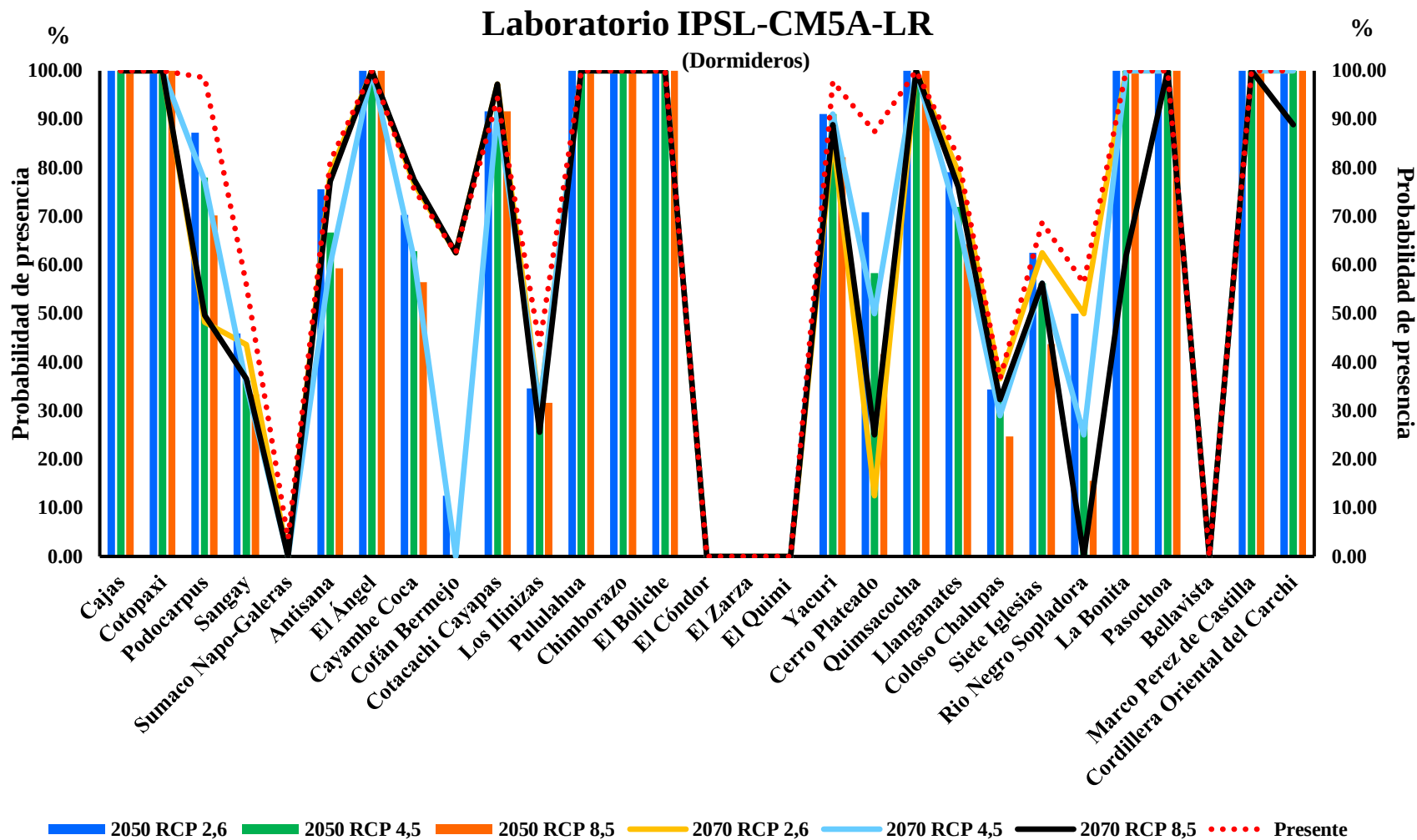


Figura 36. Porcentaje de extensión territorial con condiciones climáticas adecuadas para los dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio IPSL-CM5A-LR.

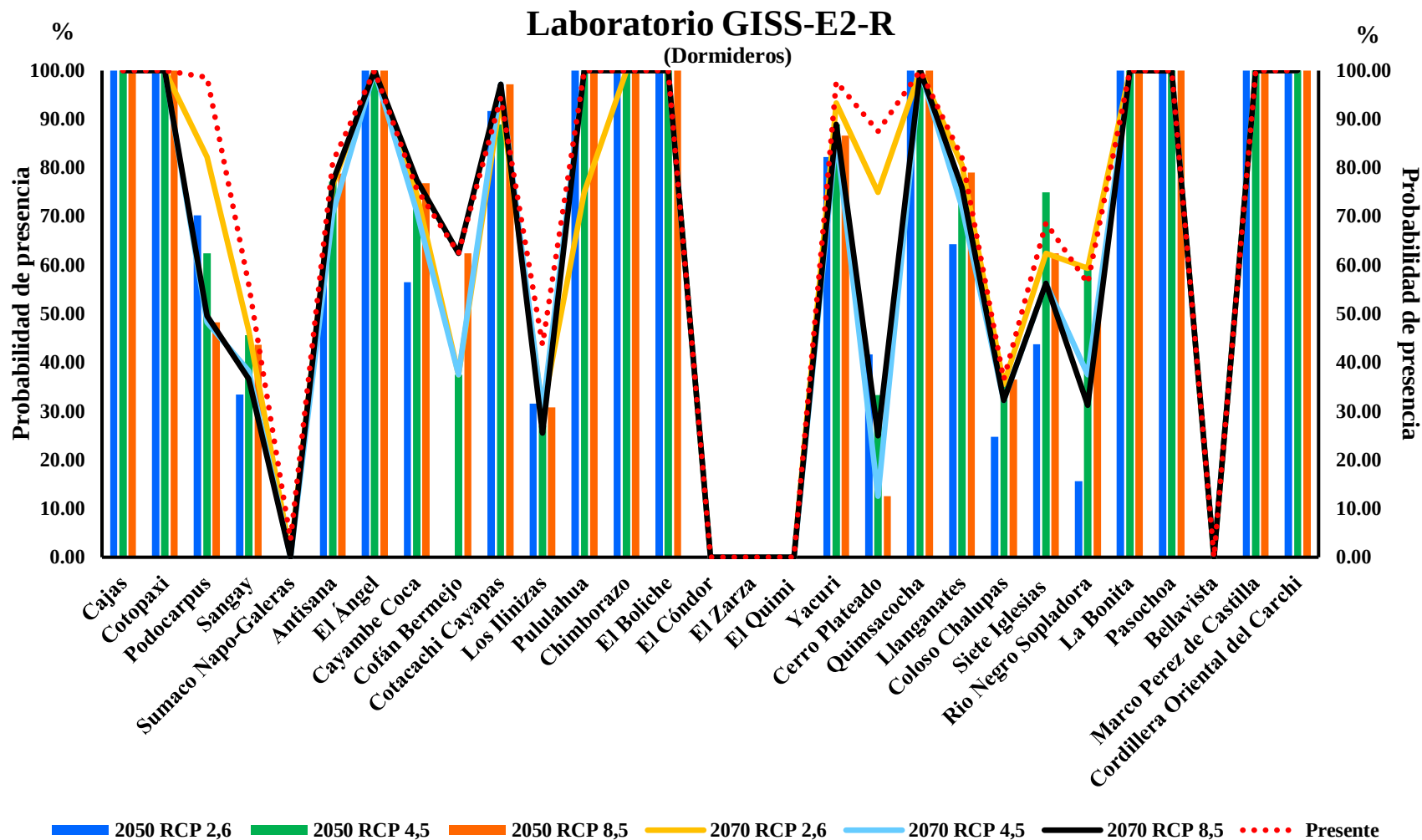


Figura 37. Porcentaje de extensión territorial con condiciones climáticas adecuadas para los dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio GISS-E2-R.

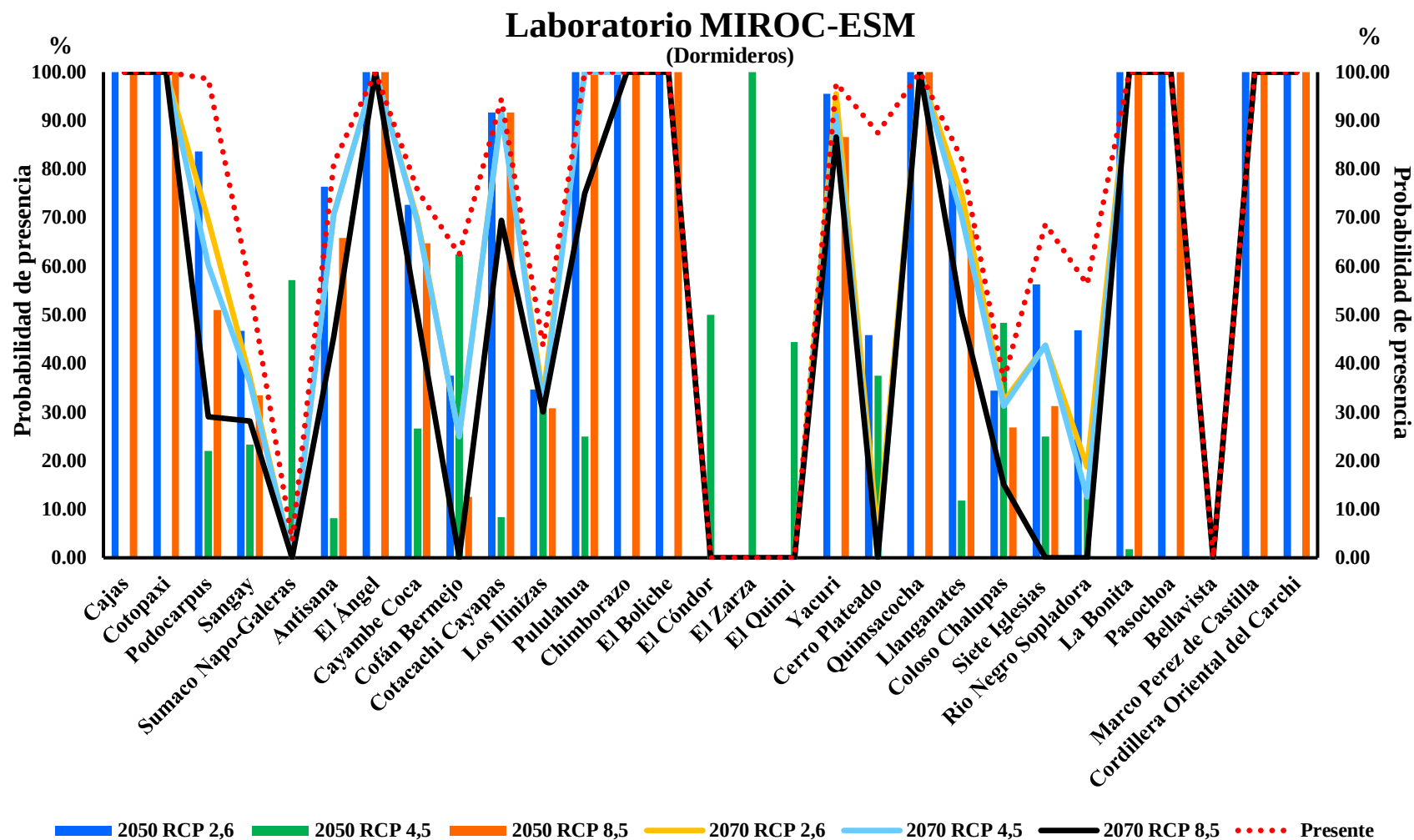


Figura 38. Porcentaje de extensión territorial con condiciones climáticas adecuadas para los dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio MIROC-ESM.

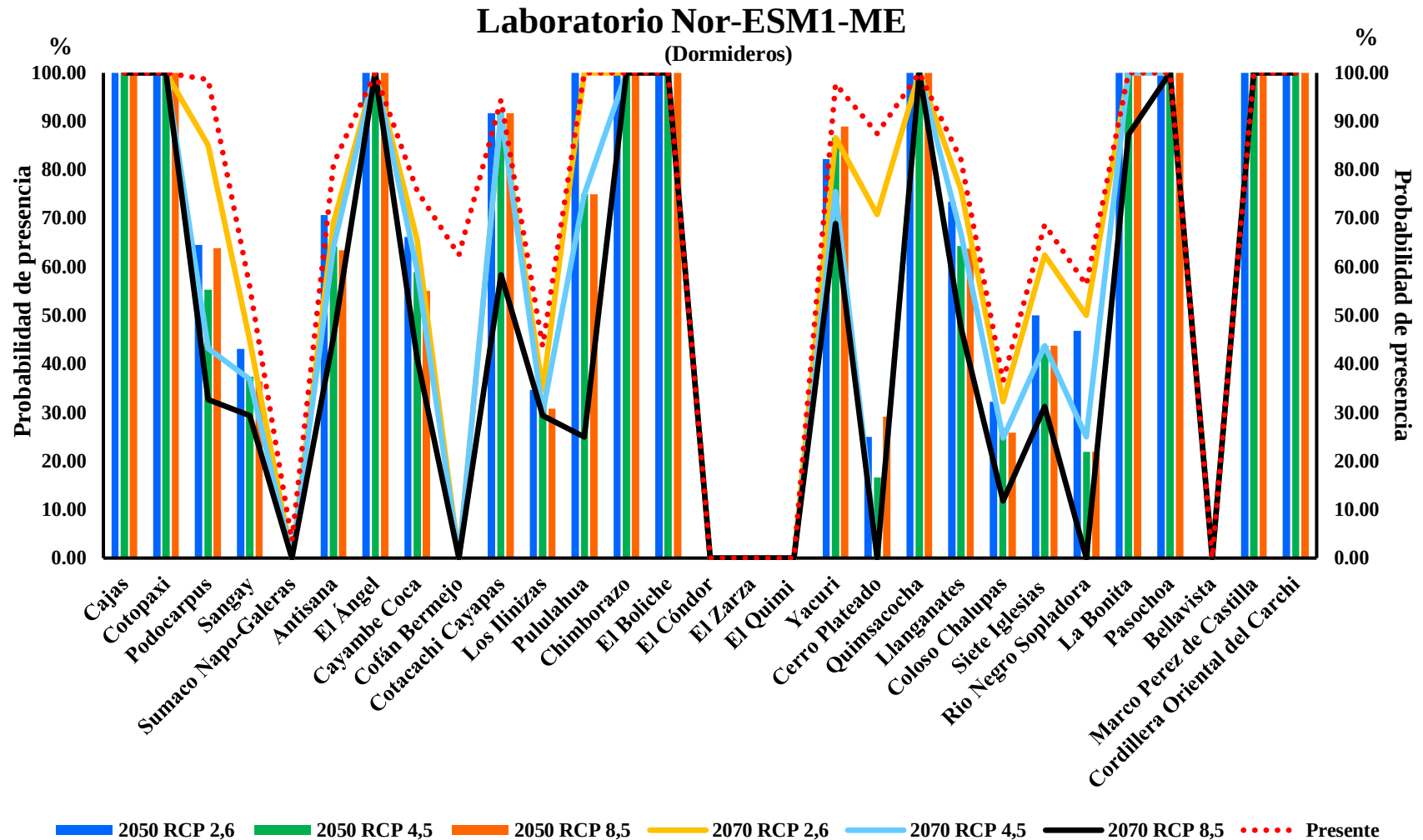


Figura 39. Porcentaje de extensión territorial con condiciones climáticas adecuadas para los dormideros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio NorESM1-ME.

4.3.4.2. Modelo para sitios de forrajeo

Las estimaciones ejecutadas en relación al laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR, demostraron, que los porcentajes mayores se registraron en circunstancias actuales respecto a los demás escenarios. En lo referente a los escenarios futuros de cambio climático, se evidenció una tendencia, que a medida que los gases de efecto invernadero aumentaron, los sitios de idoneidad se redujeron, por lo cual el RCP 2,6 fue el que registró mayor idoneidad para los lugares de alimentación en toda el área de estudio, tanto para el 2050 y 2070. Por el contrario, el RCP 8,5-2070 fue el peor escenario para el Cóndor Andino mostrando menor idoneidad para los sitios de forrajeo en la zona de estudio, como se muestra en la figura 40.

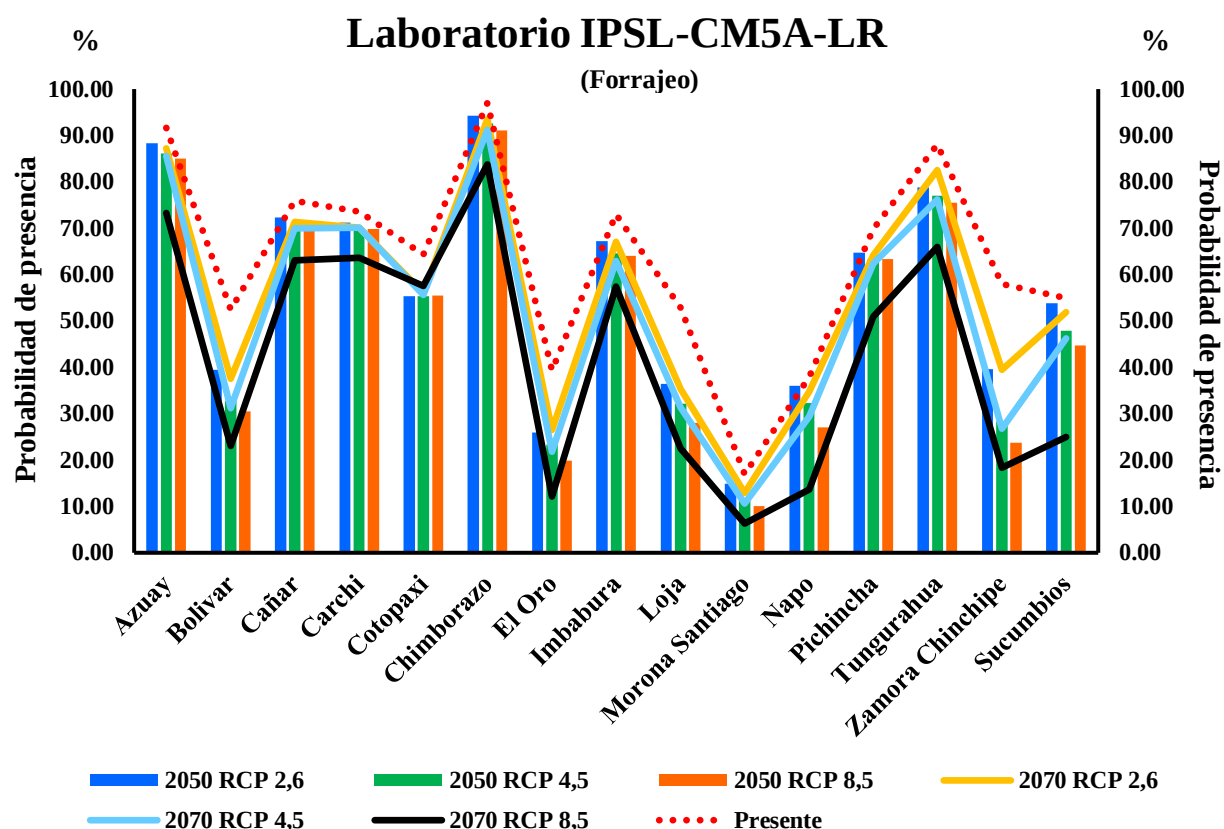


Figura 40. Porcentaje de la extensión territorial por provincias con condiciones climáticas adecuadas para los sitios de forrajeo del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador, según el laboratorio IPSL-CM5A-LR.

En relación al laboratorio bioclimático GISS-E2-R, se determinó asimismo, que en entornos actuales, los porcentajes obtenidos fueron mayores. En referencia a situaciones futuras, se presentó la misma tendencia que el laboratorio anterior. El RCP 2,6 fue el que registró una idoneidad mayor para los sitios de forrajeo, tanto en el 2050 y 2070. Al contrario, el peor escenario para el Cóndor Andino fue el RCP 8,5-2070, registrando la menor idoneidad para los sitios de alimentación en toda la zona de estudio, como se observa en la figura 41.

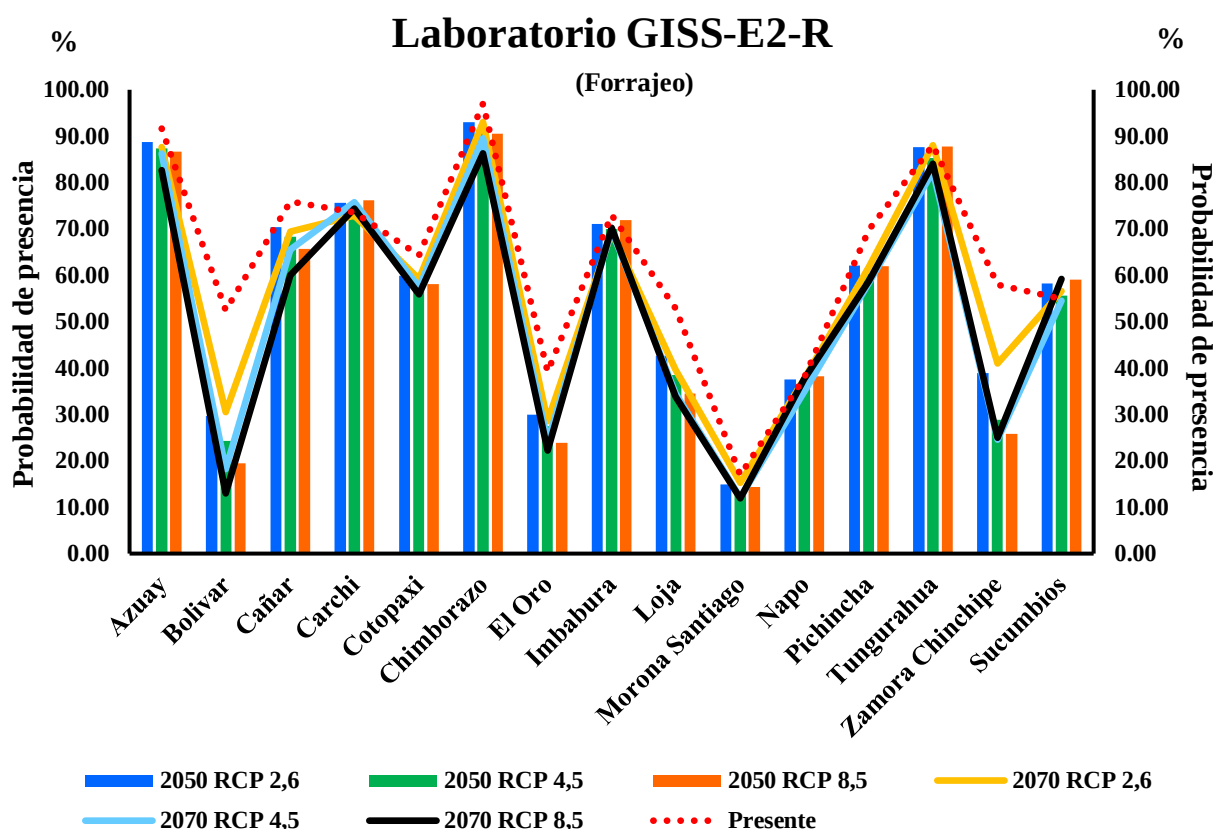


Figura 41. Porcentaje de la extensión territorial por provincias con condiciones climáticas adecuadas para los sitios de forrajeo del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador, según el laboratorio GISS-E2-R.

Respecto al laboratorio bioclimático MIROC-ESM, se constató que para condiciones actuales, los porcentajes registrados también fueron mayores que los demás escenarios. Por su parte en condiciones futuras de cambio climático, el mejor escenario fue el RCP 2,6 ya que presentó la mayor idoneidad para los sitios de alimentación para el 2050 y 2070. En cambio, el RCP 4,5-

2050 se destacó como el peor escenario para el Cóndor Andino debido a que ostentó la menor idoneidad de lugares de forrajeo en la zona estudiada, como se indica en la figura 42.

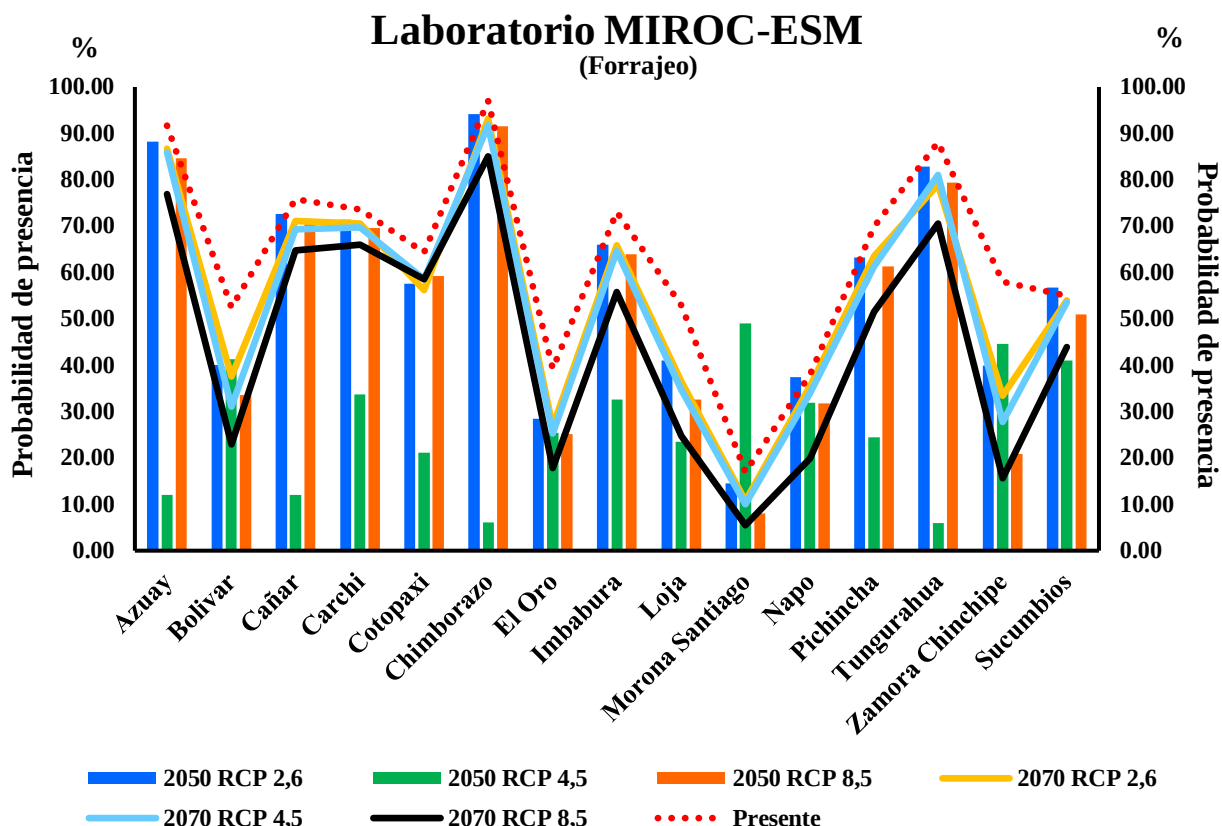


Figura 42. Porcentaje de la extensión territorial por provincias con condiciones climáticas adecuadas para los sitios de forrajeo del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador, según el laboratorio MIROC-ESM.

De acuerdo al laboratorio bioclimático Nor-ESM1-ME, se observó, que los porcentajes mayores se registraron para circunstancias actuales en relación a los otros escenarios. En referencia a situaciones futuras, se presentó una tendencia, que a medida que los gases de efecto invernadero se incrementaron, los lugares de idoneidad disminuyeron. El RCP 2,6 fue el que registró una idoneidad mayor para los lugares de forrajeo en el área de estudio, tanto en el 2050 y 2070. Al contrario, el peor escenario para el Cóndor Andino fue el RCP 8,5-2070, registrando la menor idoneidad, como se demuestra en la figura 43.

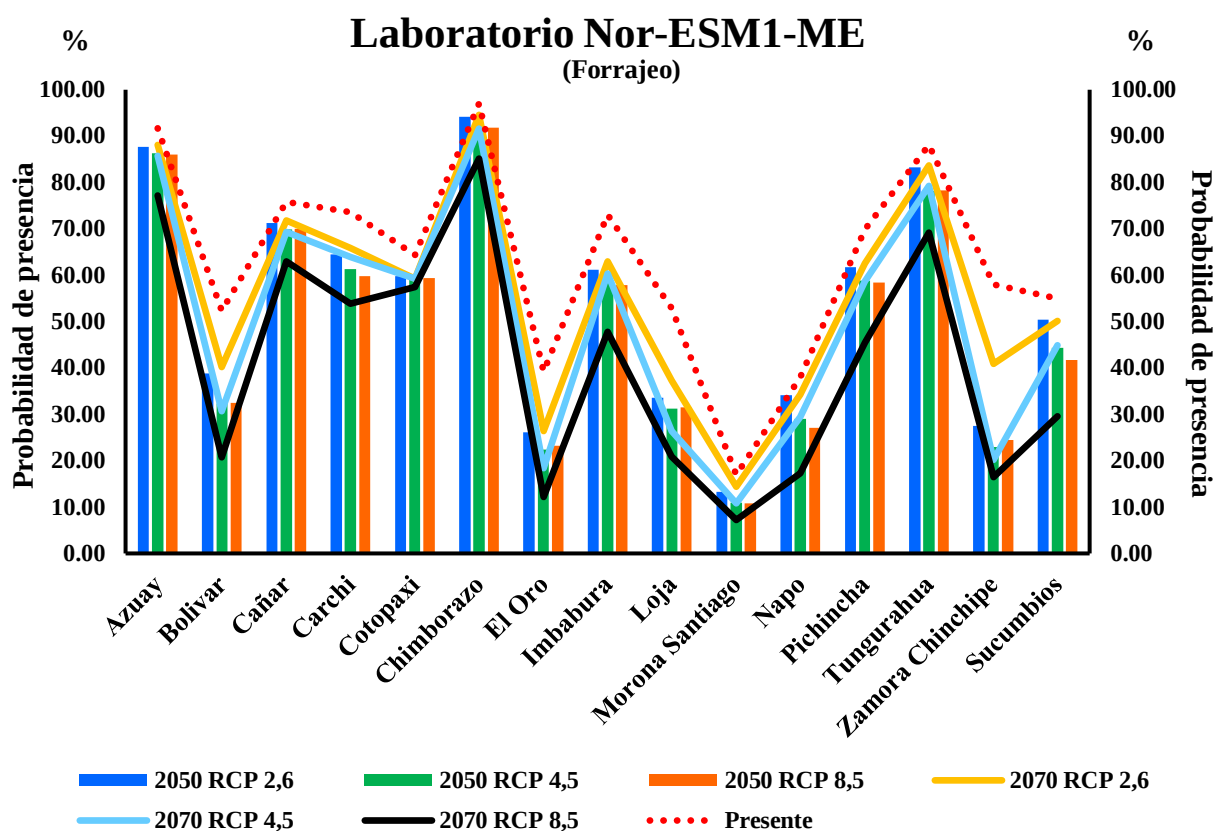


Figura 43. Porcentaje de la extensión territorial por provincias con condiciones climáticas adecuadas para los sitios de forrajeo del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador, según el laboratorio Nor-ESM1-ME.

Por otra parte, se analizó el comportamiento de la idoneidad de los lugares de forrajeo en cuanto al sistema nacional de áreas protegidas para el Cóndor Andino de acuerdo a los cuatro modelos de circulación global escogidos, donde se determinó que en los cuatro laboratorios, los porcentajes mayores de idoneidad en el SNAP, fueron en condiciones actuales respecto a los escenarios de cambio climático.

En relación a los escenarios futuros de cambio climático para el laboratorio climático IPSL-CM5A-LR, se constató, que el RCP 2,6 fue el que registró mayor idoneidad para los sitios de forrajeo dentro de las áreas protegidas situadas en la zona de estudio, tanto para el 2050 y 2070. Por el contrario, el RCP 8,5-2070 fue el peor escenario para el Cóndor Andino mostrando la

menor idoneidad. Asimismo se evidenció una tendencia, que a medida que los gases de efecto invernadero aumentaron, los sitios de idoneidad se redujeron, cabe mencionar también que se observó que existen ocho áreas protegidas donde las condiciones favorables registraron el 100 % de idoneidad y se mantuvieron constantes sin importar los escenarios de cambio climático, como se muestra en la figura 44.

En cuanto a los entornos futuros de cambio climático para laboratorio bioclimático GISS-E2-R, el RCP 2,6 se emergió como el mejor escenario debido a que presentó mayor idoneidad para los sitios de alimentación en los años 2050 y 2070. Por otra parte, el RCP 4,5-2070 fue catalogado como el peor escenario para el Cóndor Andino ya que demostró tener la menor idoneidad. Además se distinguió que existen once áreas protegidas donde las condiciones favorables presentaron el 100 % de idoneidad y se conservaron constantes sin importar los escenarios de cambio climático, como se observa en la figura 45.

Por su parte en condiciones futuras según el laboratorio bioclimático MIROC-ESM, el mejor escenario fue el RCP 2,6 ya que presentó una idoneidad superior para los sitios de forrajeo en las áreas protegidas de la zona de estudio para el 2050 y 2070. En cambio, el RCP 4,5-2050 se destacó como el peor escenario para el Cóndor Andino debido a que ostentó la menor idoneidad. Del mismo modo, se distinguió tres áreas protegidas donde las condiciones favorables registraron el 100 % de idoneidad para lugares de alimentación y se mantuvieron sin importar los escenarios de cambio climático, como se indica en la figura 46.

De acuerdo al laboratorio bioclimático Nor-ESM1-ME, en situaciones futuras, el RCP 2,6 fue el que registró los lugares de alimentación más idóneos en las áreas protegidas de la zona de estudio, tanto en el 2050 y 2070. Al contrario, el peor escenario para el Cóndor Andino fue el RCP 8,5-2070. De la misma forma se demostró una tendencia, en la cual los gases de efecto invernadero incrementaron y los lugares de idoneidad disminuyeron, cabe mencionar también que se evidenció ocho áreas protegidas donde las condiciones favorables registraron el 100 % de idoneidad y se conservaron sin importar los escenarios de cambio climático, como se demuestra en la figura 47.

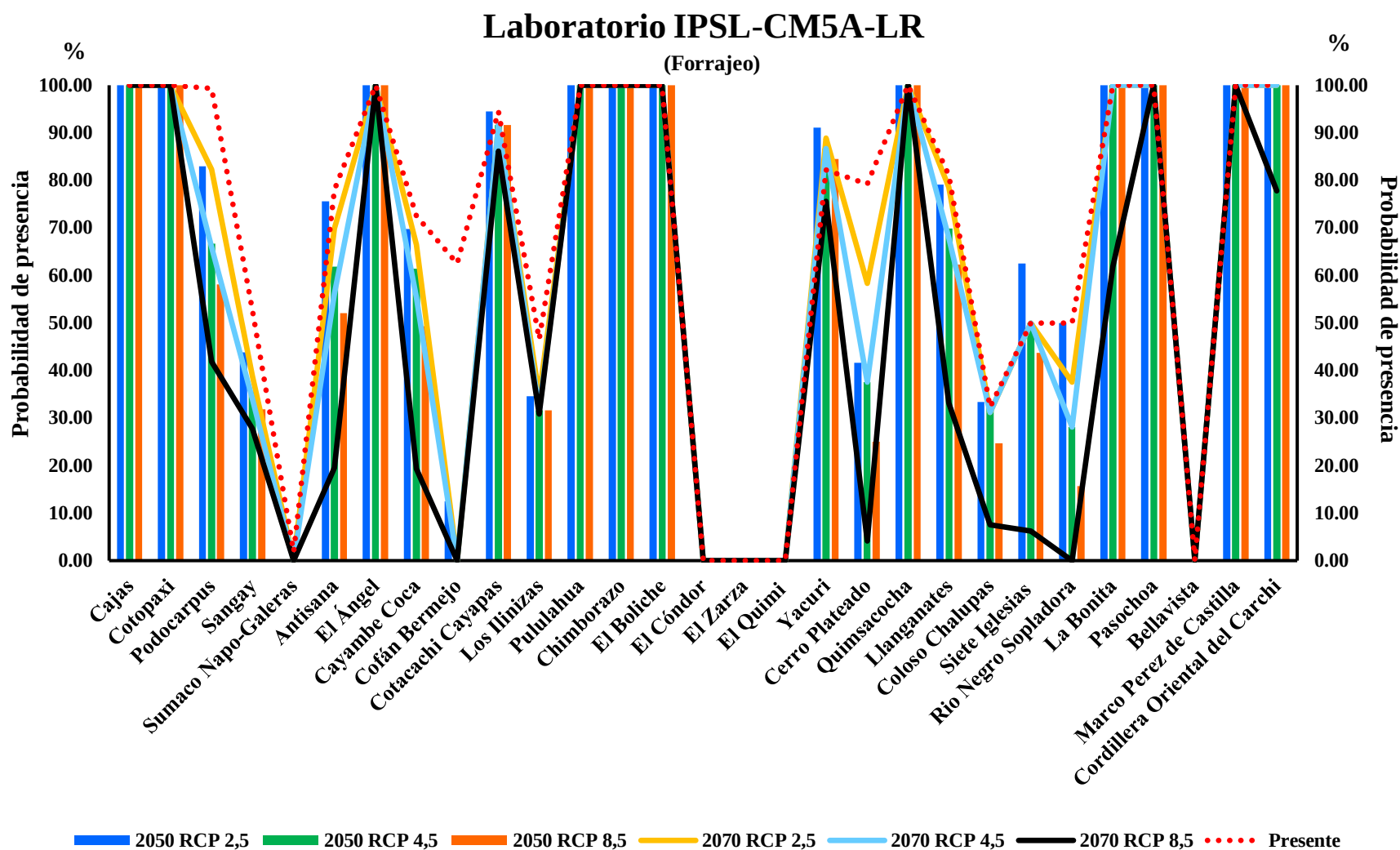


Figura 44. Porcentaje de extensión territorial con condiciones adecuadas para sitios de forrajeo del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio IPSL-CM5A-LR.

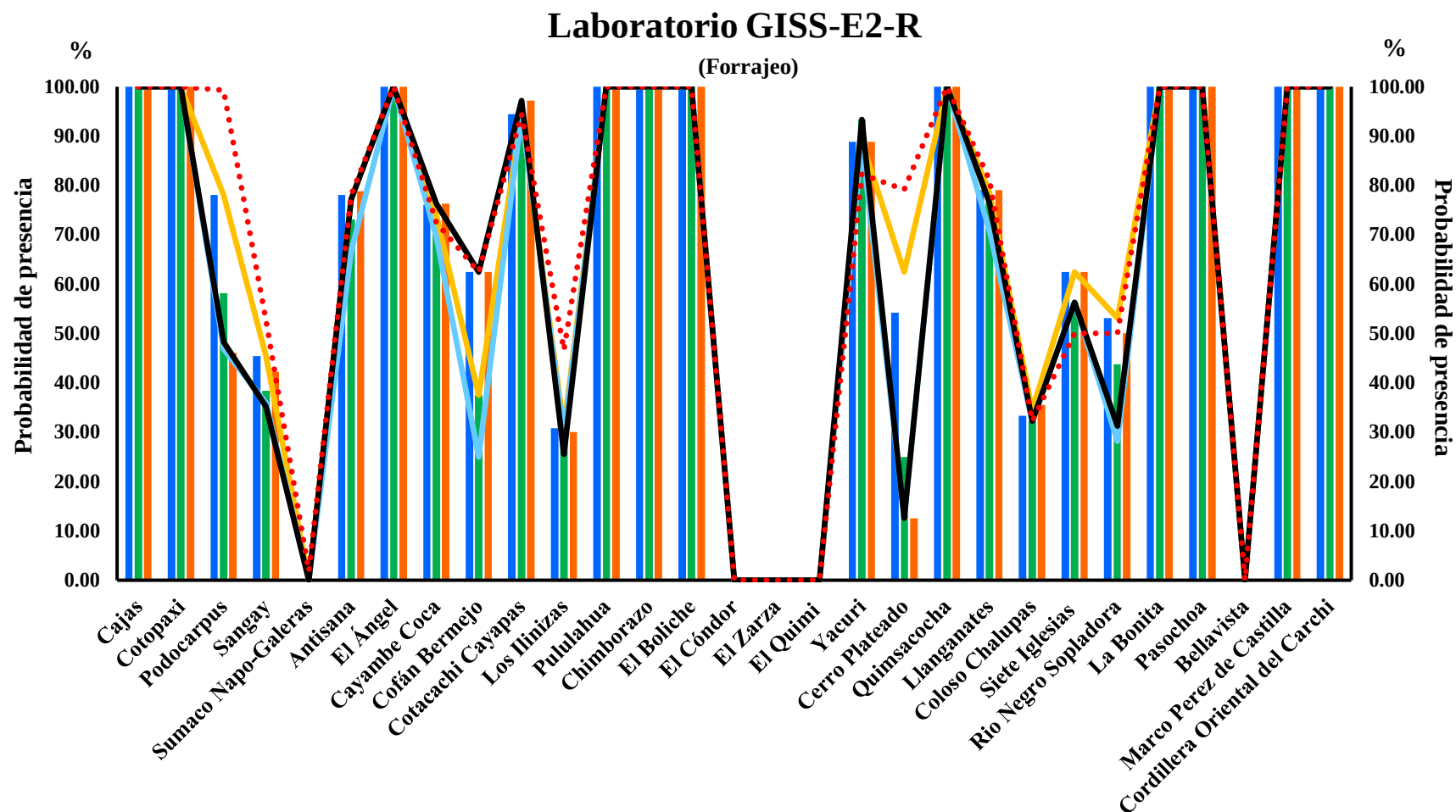


Figura 45. Porcentaje de extensión territorial con condiciones adecuadas para sitios de forrajeo del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio GISS-E2-R.

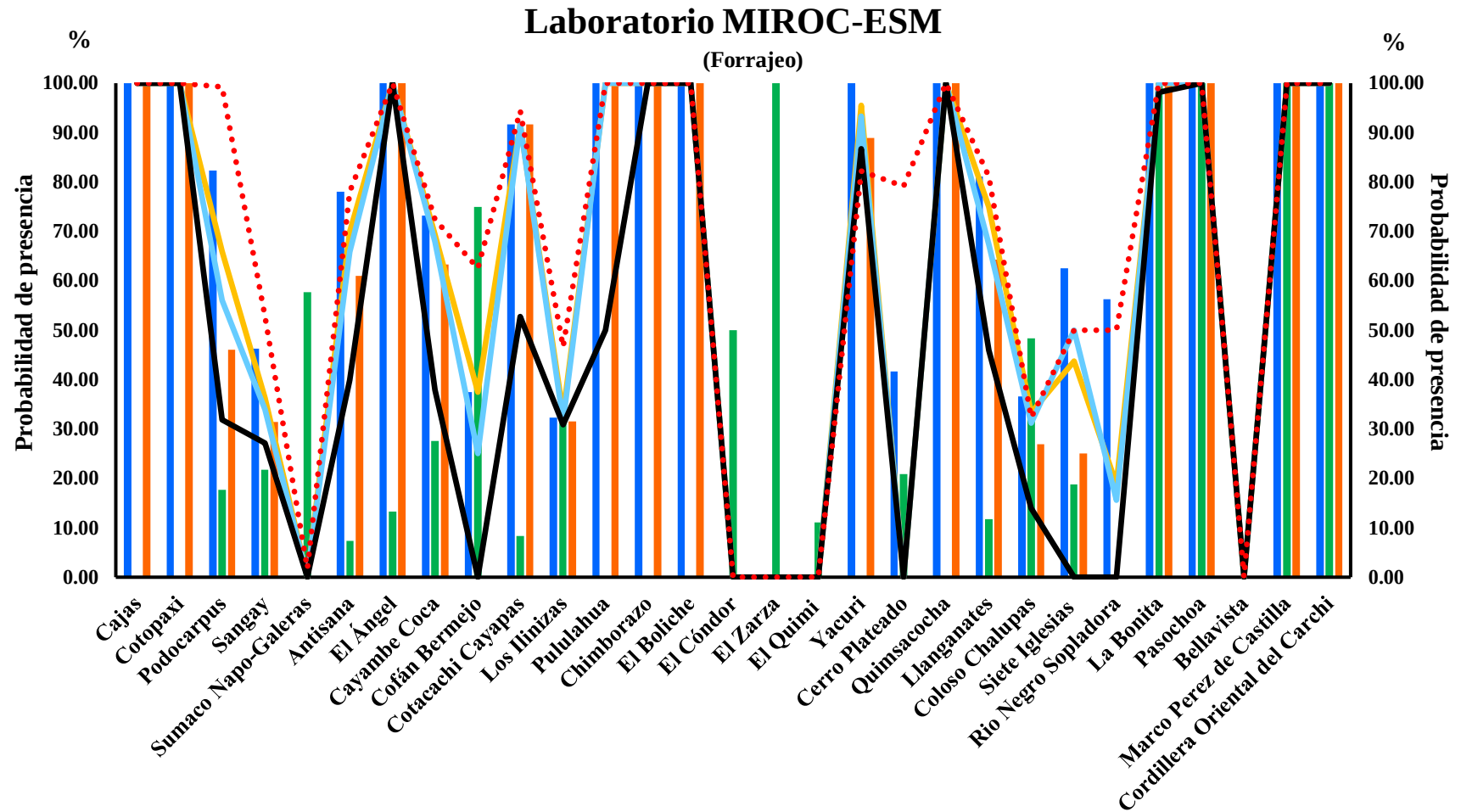


Figura 46. Porcentaje de extensión territorial con condiciones adecuadas para sitios de forrajeo del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio MIROC-ESM.

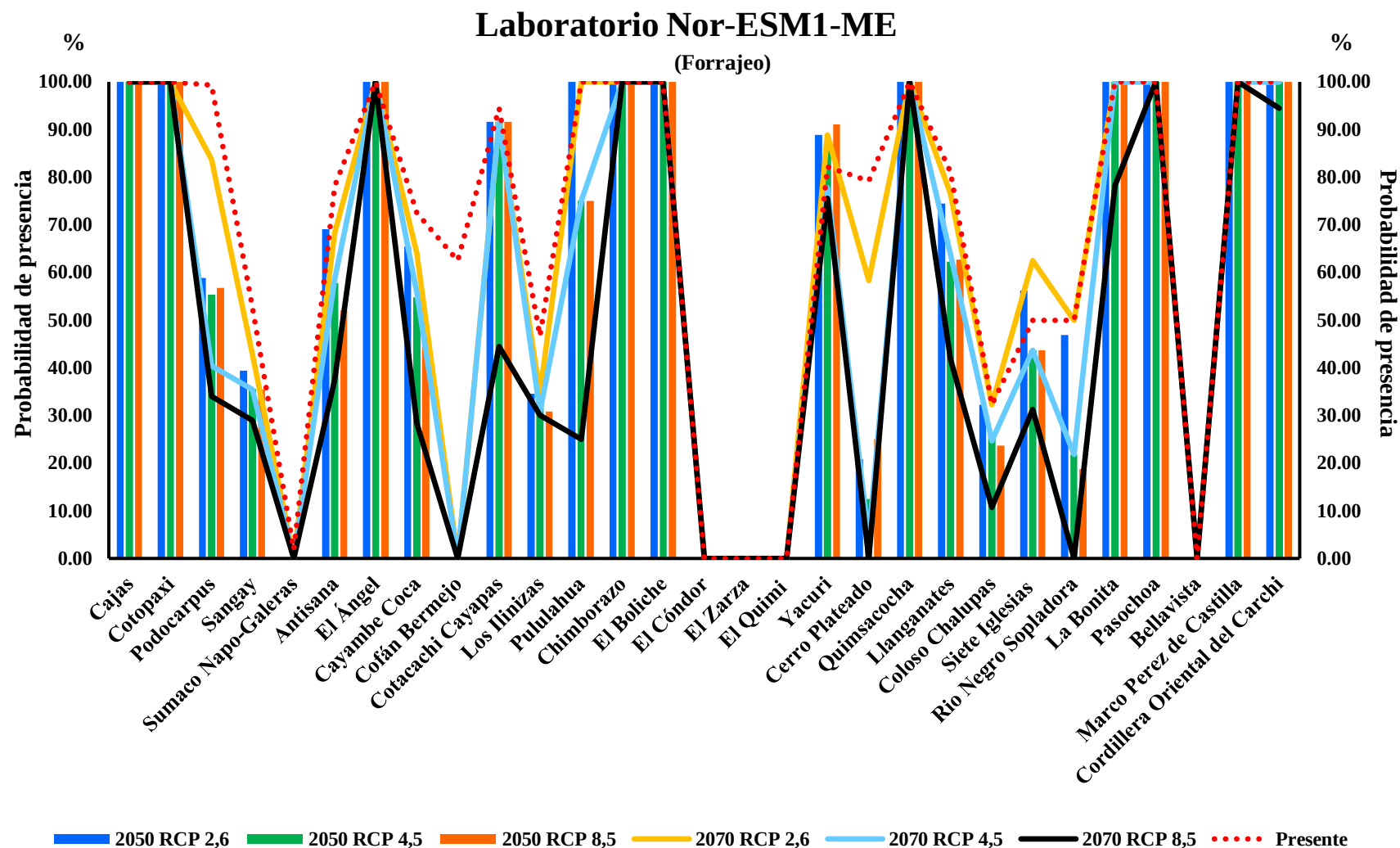


Figura 47. Porcentaje de extensión territorial con condiciones adecuadas para sitios de forrajeo del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, según el laboratorio Nor-ESM1-ME.

4.3.4.3. Modelo integral

En relación de las proyecciones elaboradas de acuerdo al laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR, se determinó que para situaciones actuales, los porcentajes registrados fueron mayores respecto a los demás escenarios. Por su parte en condiciones futuras de cambio climático, los mejores escenarios fueron el RCP 2,6-2070 y RCP 4,6-2050 ya que presentaron la mayor idoneidad para la distribución de la especie en toda el área de estudio. En cambio, el RCP 8,5-2070 se destacó como el peor escenario para el Cóndor Andino debido a que ostentó la menor idoneidad en la zona estudiada, como se muestra en la figura 48.

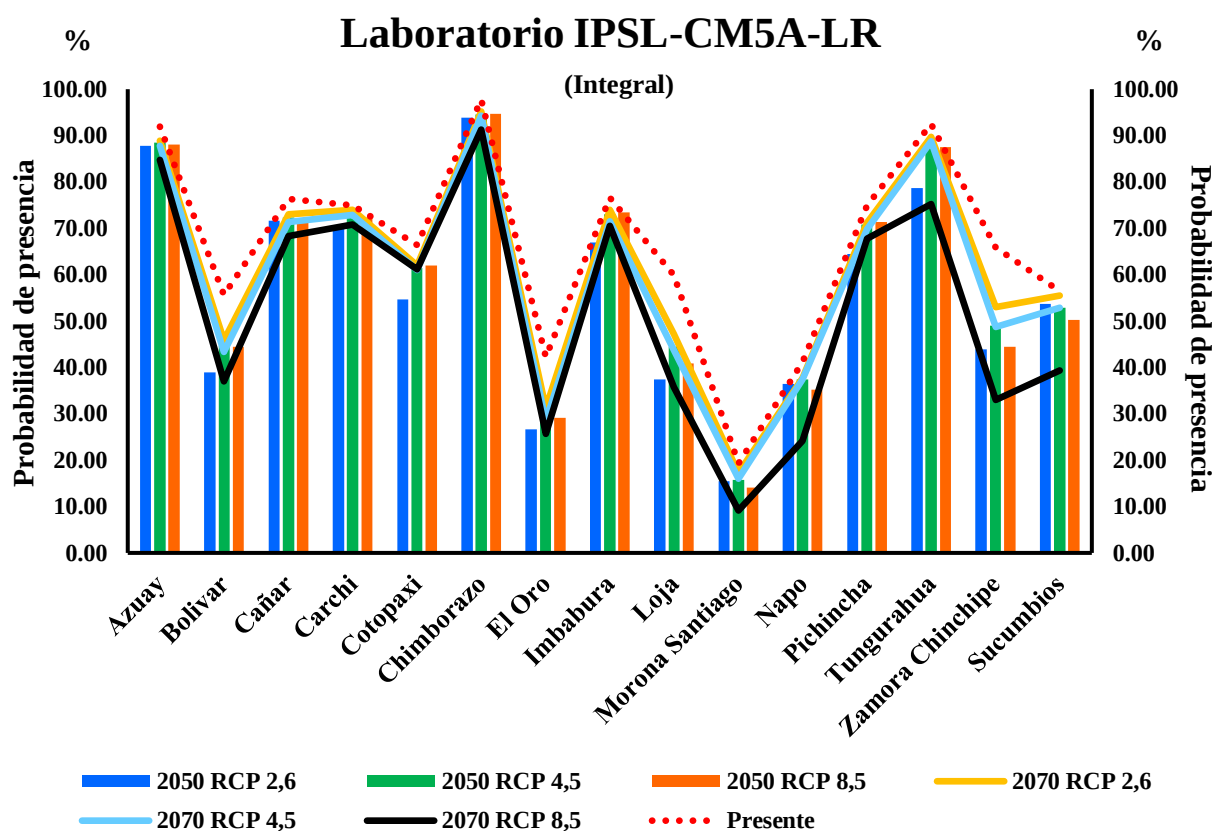


Figura 48. Porcentaje de extensión territorial por provincia, con condiciones climáticas adecuadas para a distribución potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador, según el laboratorio IPSL-CM5A-LR.

Respecto al laboratorio bioclimático GISS-E2-R, se constató, que los porcentajes mayores se presentaron en entornos actuales, en relación a los otros escenarios. En cuanto a los contextos futuros de cambio climático, el RCP 2,6 se emergió como el mejor escenario debido a que registró para el 2050 y 2070 la mayor idoneidad para la distribución de la especie. Por otra parte, el RCP 4,5-2070 fue catalogado como el peor escenario para el Cóndor Andino ya que demostró la menor idoneidad en toda la zona de estudio, como se observa en la figura 49.

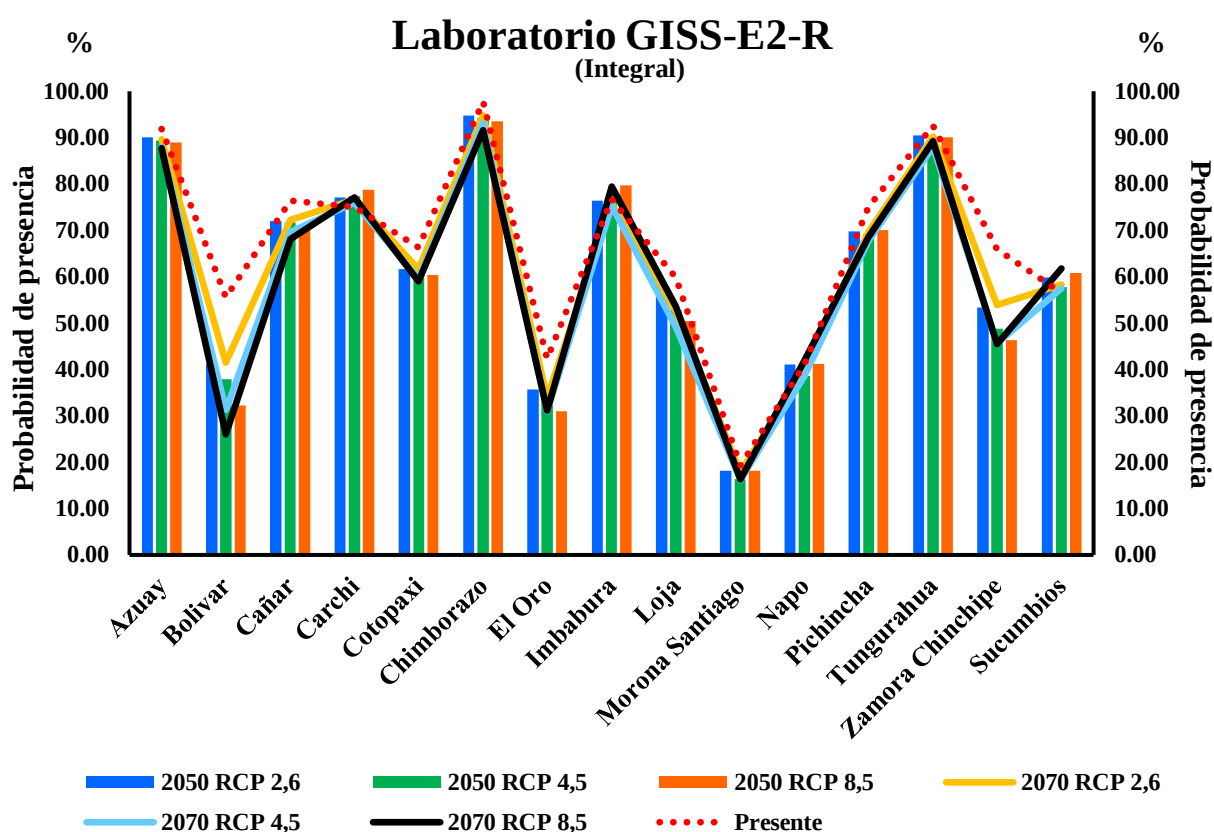


Figura 49. Porcentaje de extensión territorial por provincia, con condiciones climáticas adecuadas para a distribución potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador, según el laboratorio GISS-E2-R.

De acuerdo al laboratorio climático MIROC-ESM, en condiciones futuras de cambio climático, el escenario con mayor idoneidad para la distribución de la especie fue RCP 4,5-2050, el cual registró una diferencia significativa sobre los otros escenarios comparados, incluso fue mayor

que el de entornos actuales. Por el contrario, el RCP 8,5-2070 fue el peor escenario para el Cóndor Andino mostrando menor idoneidad en toda la zona de estudio, como se indica en la figura 50.

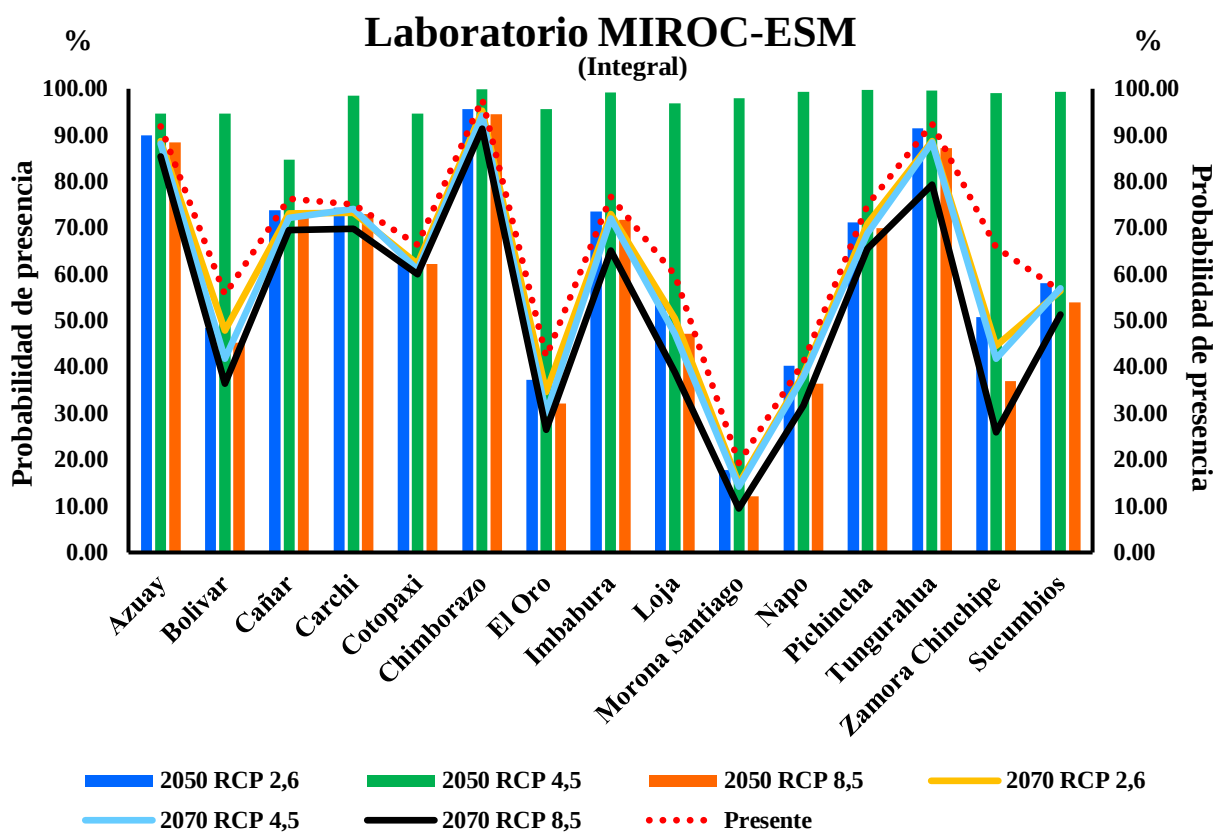


Figura 50. Porcentaje de extensión territorial por provincia, con condiciones climáticas adecuadas para a distribución potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador, según el laboratorio MIROC-ESM.

En cuanto al laboratorio bioclimático Nor-ESM1-ME, los porcentajes mayores se registraron para circunstancias actuales respecto a los demás escenarios. En referencia a situaciones futuras de cambio climático, el RCP 2,6 fue el que registró una idoneidad mayor para la distribución de la especie, tanto en el 2050 y 2070. Al contrario, el peor escenario para el Cóndor Andino, fue el RCP 8,5-2070, registrando una idoneidad minúscula en toda la zona de estudio, como se demuestra en la figura 51.

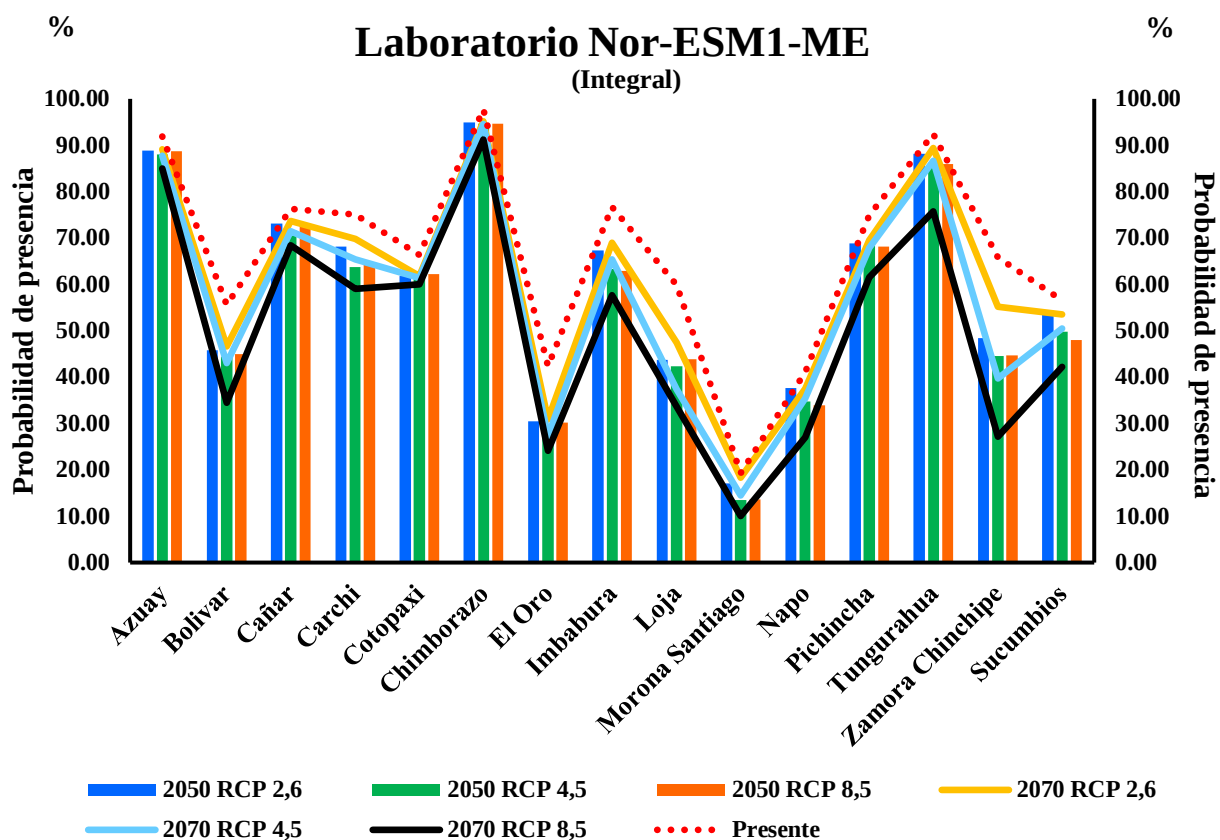


Figura 51. Porcentaje de extensión territorial por provincia, con condiciones climáticas adecuadas para a distribución potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador, según el laboratorio Nor-ESM1-ME.

Por otra parte, el análisis el comportamiento de la idoneidad de los sitios de distribución del Cóndor Andino en cuanto al sistema nacional de áreas protegidas de acuerdo a los cuatro modelos de circulación global escogidos, permitió establecer que en los cuatro laboratorios, los mayores porcentajes de idoneidad, fueron en circunstancias actuales respecto a los escenarios de cambio climático. Asimismo se pudo constatar que condiciones futuras de cambio climático, el RCP 2,6 se emergió como el mejor escenario debido a que presentó la mayor cantidad de sitios para la distribución de la especie en los años 2050 y 2070, en relación a los cuatro laboratorios analizados.

En cuanto a escenarios futuros de cambio climático para el laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR, el RCP 8,5-2070 fue el peor escenario para el Cóndor Andino mostrando la menor idoneidad. Asimismo se evidenció una tendencia, en la cual los gases de efecto invernadero aumentaron y los sitios de idoneidad disminuyeron, cabe mencionar además, que diez áreas protegidas registraron el 100 % de idoneidad para la distribución y se mantuvieron constantes sin importar los escenarios de cambio climático, como se muestra en la figura 52.

Respecto al laboratorio bioclimático GISS-E2-R, se determinó, que en entornos futuros de cambio climático, el RCP 2,5-2070 fue catalogado como el peor escenario para el Cóndor Andino ya que demostró una minúscula idoneidad. Asimismo, se distinguieron once áreas protegidas donde las condiciones favorables registraron el 100 % de idoneidad para la distribución y se conservaron constantes ante eventuales escenarios de cambio climático, como se observa en la figura 53.

Por su parte en condiciones futuras de cambio climático para el laboratorio climático MIROC-ESM, se destacó el RCP 4,5-2050, como el peor escenario para el Cóndor Andino debido a que ostentó la menor idoneidad. Por otra parte se evidenciaron, seis áreas protegidas con condiciones favorables del 100 % de idoneidad para la distribución, manteniéndose constantes en todos los escenarios de cambio climático analizados, como se indica en la figura 54.

De acuerdo al laboratorio climático Nor-ESM1-ME, se observó, que en situaciones futuras de cambio climático, el peor escenario para el Cóndor Andino fue el RCP 8,5-2070, registrando una minúscula idoneidad. De la misma forma se demostró una tendencia, que a medida que los gases de efecto invernadero incrementaron, los lugares de idoneidad disminuyeron, cabe mencionar que además, que once áreas protegidas tuvieron el 100 % de idoneidad para la distribución de la especie y se conservaron constantes sin importar los escenarios de cambio climático, como se demuestra en la figura 55.

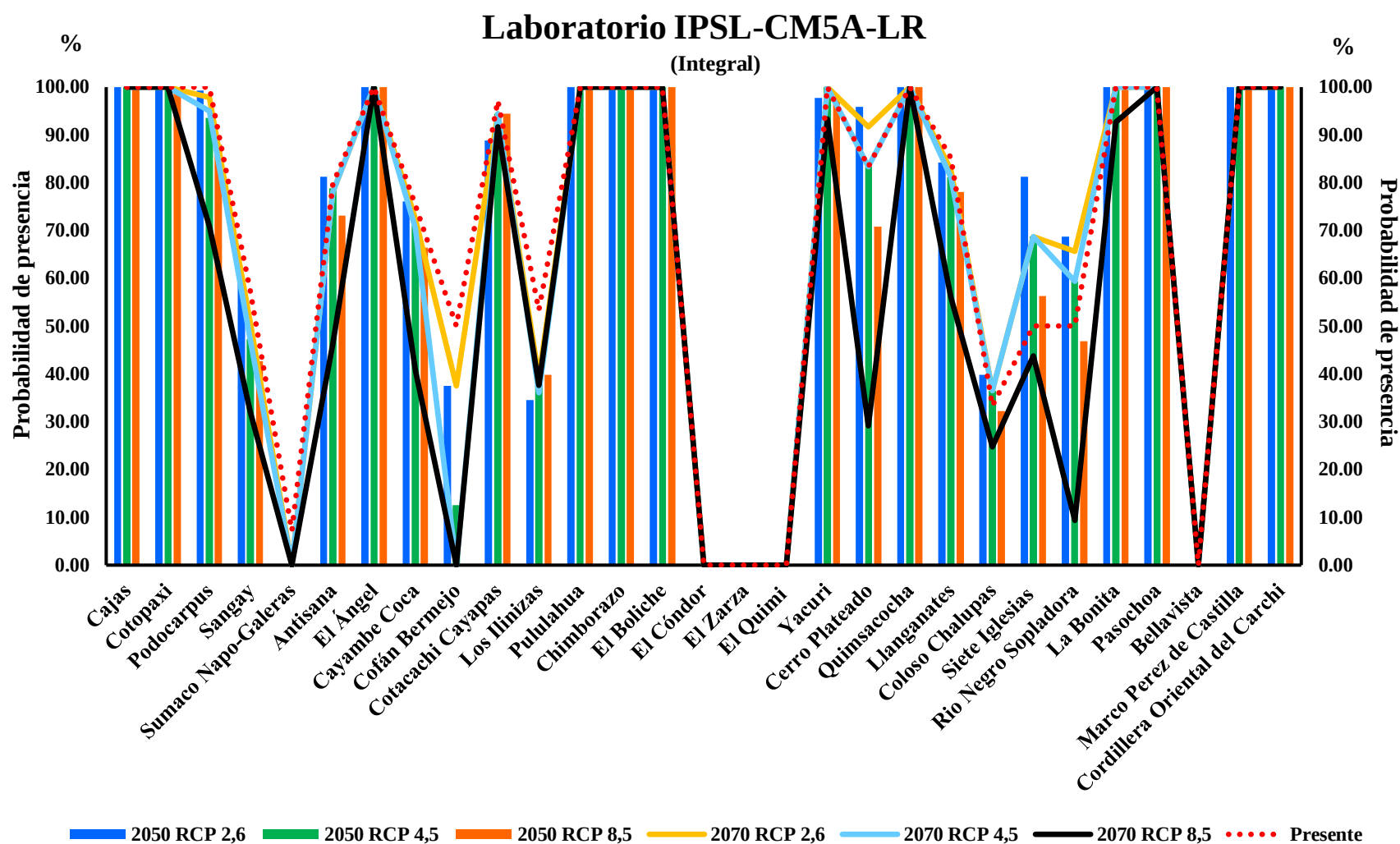


Figura 52. Porcentaje de extensión territorial con condiciones adecuadas para la distribución potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador, según el laboratorio IPSL-CM5A-LR.

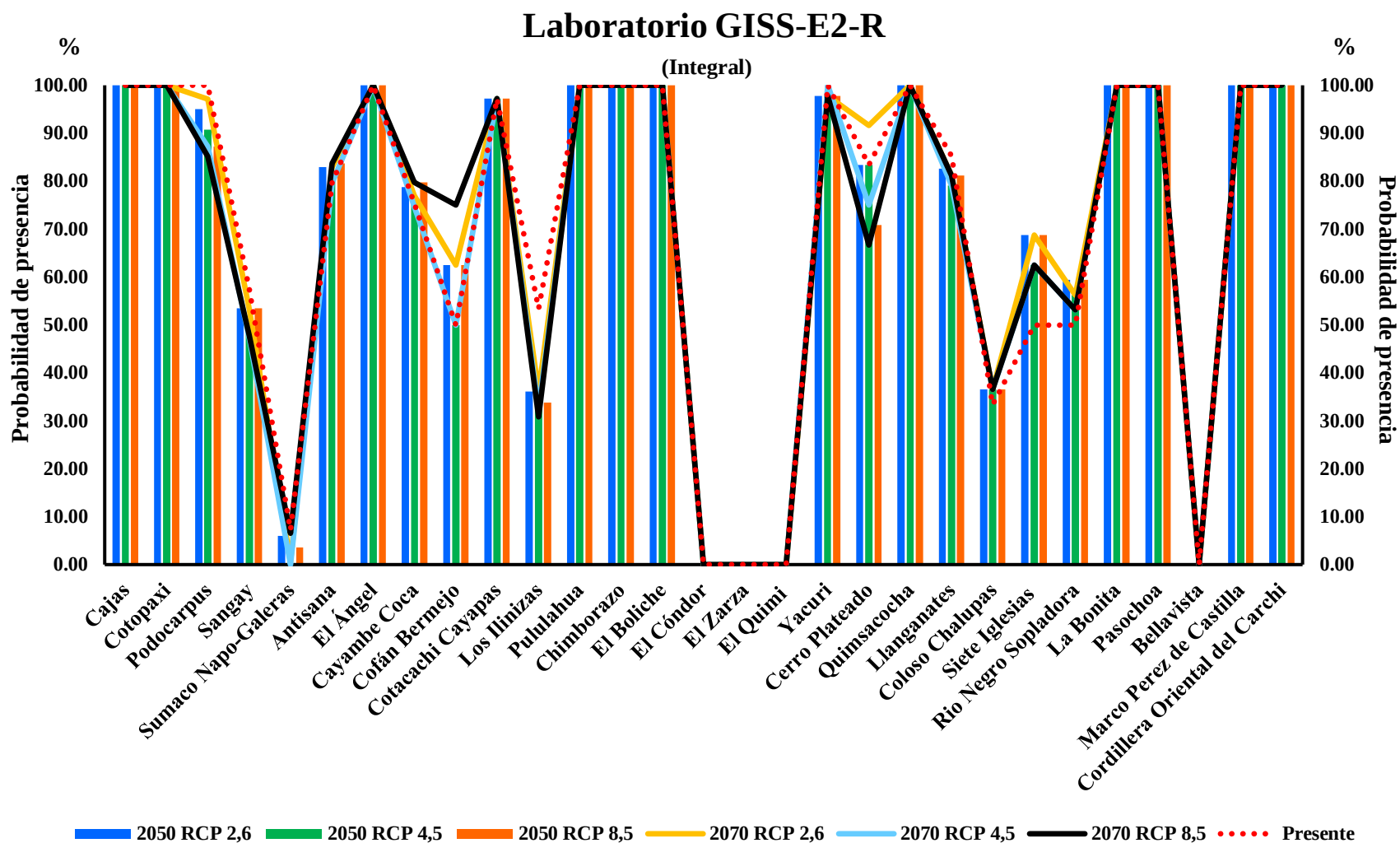


Figura 53. Porcentaje de extensión territorial con condiciones adecuadas para la distribución potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador, según el laboratorio GISS-E2-R.

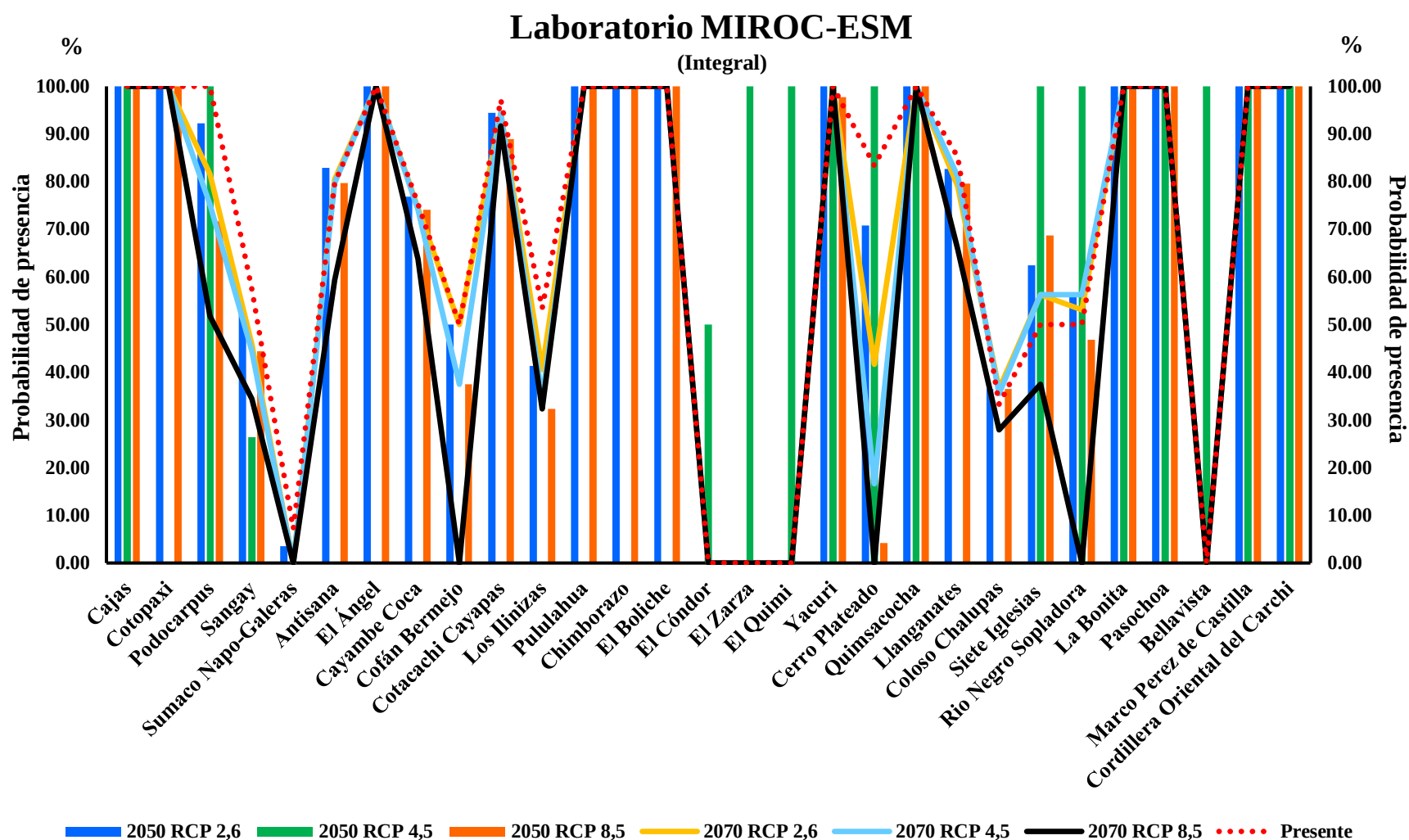


Figura 54. Porcentaje de extensión territorial con condiciones adecuadas para la distribución potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador, según el laboratorio MIROC-ESM.

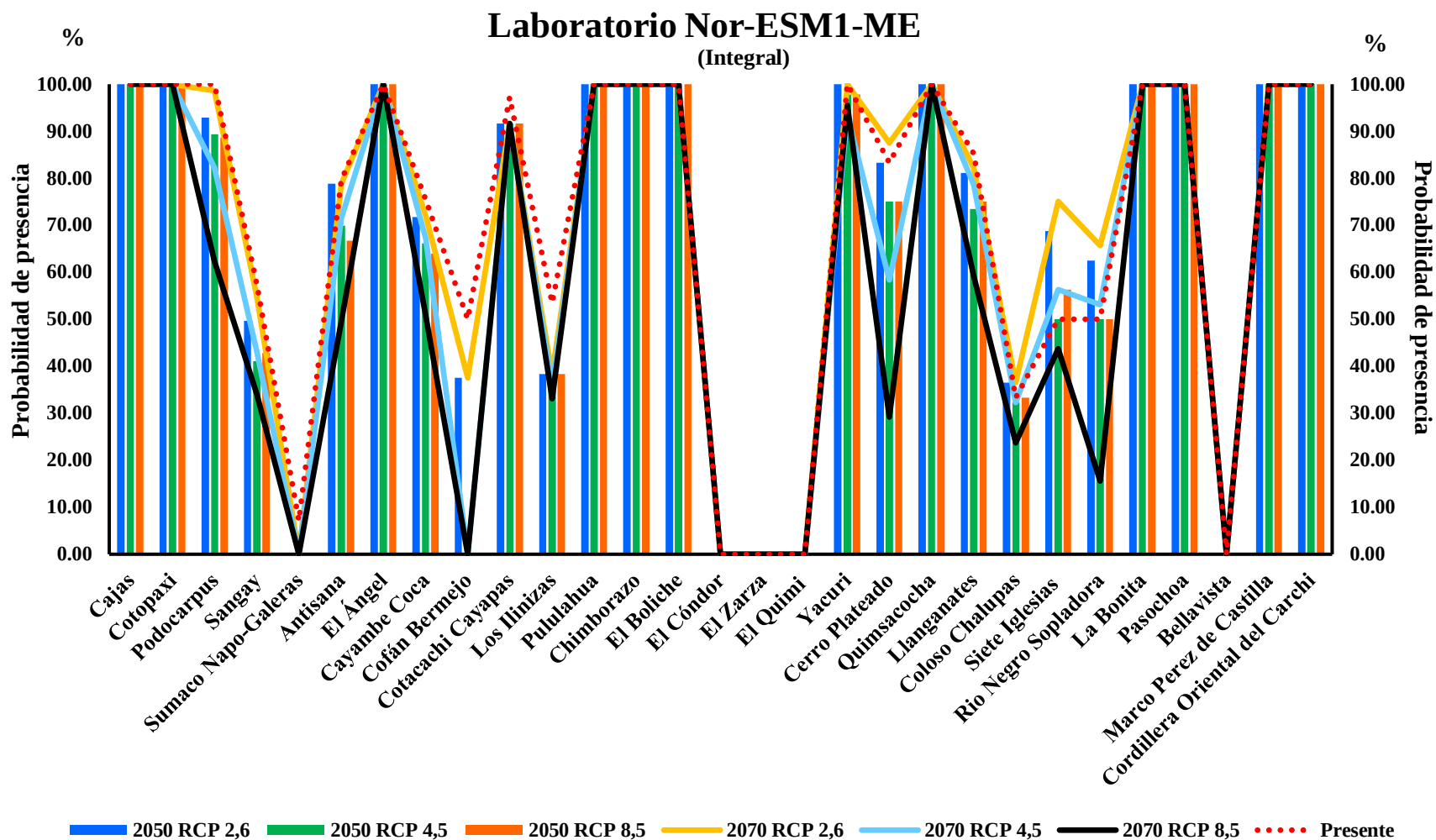


Figura 55. Porcentaje de extensión territorial con condiciones adecuadas para la distribución potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador, según el laboratorio Nor-ESM1-ME.

4.4. Discusión

Fuentes científicas como el IPPC (100), afirman que las temperaturas mundiales aumentaron entre 0,65 y 1,06°C durante el período comprendido entre 1880 Y 2012. Posiblemente, según diversos escenarios, las temperaturas mundiales podrían aumentar entre 1,4 y 4,5°C durante el período 2085-2100 (100). A pesar de la escasez de información, el cambio climático se incluyó recientemente en evaluaciones del riesgo de extinción (108). Estos cambios en el clima mundial podrían desencadenar alteraciones potenciales en los ciclos biológicos, las pautas geográficas y los procesos ecológicos de las especies (109) (110).

Actualmente existen estimaciones que indican cambios en rangos latitudinales o altitudinales en más de 1000 especies, especialmente en las que tienen una gran capacidad de adaptación al cambio climático (111). Sin embargo, hay que considerar que dicho proceso podría implicar una reducción de las poblaciones y un aumento del riesgo de extinción. La probable reducción del alcance geográfico de un carroñero podría tener implicaciones ecológicas y económicas relacionadas con los servicios de los ecosistemas que los carroñeros proporcionan a las comunidades humanas (112). Se ha estimado que las poblaciones de buitres españoles podrían eliminar más de 200 toneladas de huesos y más de 8000 toneladas de carne cada año, lo que representa un ahorro económico de eliminación de carroña natural estimado de 907679 a 1488719 euros (113).

En este contexto, en el 2006 y 2014, Pimm *et al.*, (114) y Dirzo *et al.*, (115), respectivamente, confirmaron que las especies de gran tamaño corporal y con bajas tasas de reproducción serán más propensas a extinción por causa de este fenómeno climático, como es el caso del Cóndor Andino. *Vultur gryphus* se distribuye en toda la Cordillera de los Andes; actualmente las poblaciones en el país se ubican en la parte centro y norte, mientras que en el sur casi han desaparecido debido a la persecución y la presión directa e indirecta sobre su hábitat (11). Se calcula que la población mínima actual de cóndores en Ecuador es de 150 individuos en estado silvestre de acuerdo al último censo nacional realizado en el 2018. Sus amenazas son principalmente antropogénicas por la cacería y pérdida de hábitat, esto último contribuye significativamente el aumento del cambio climático (97). A esta problemática se suma su baja

tasa de reproducción y su sistema monogámico, que según análisis de viabilidad de las poblaciones llevarán a la extinción de la especie en un periodo próximo a los 63 años, como lo menciona en el 2016 Naveda-Rodríguez *et al.*, (12).

Adicionalmente, es importante mencionar que el cóndor posee necesidades ambientales y ecológicas específicas (116). Los resultados de esta investigación corroboraron lo mencionado respecto a las condiciones ambientales de esta especie, determinando que los climas primordiales en el país fueron el clima oceánico templado y el de tundra, los cuales se caracterizaron particularmente por ser ambientes fríos y de estibaciones montañosas de páramo, idóneos para la distribución del Cóndor Andino.

En el 2002, Castaño (117) manifestó que el calentamiento global afecta con mayor fuerza los ecosistemas pequeños, como los páramos donde persiste la fragilidad y las condiciones de suelo no permiten migrar altitudinalmente a las especies, convirtiéndolo en un foco de vulnerabilidad para el cambio climático (118). Es por ello que, el modelado de especies fundamentado en nichos ecológicos se ha convertido en la principal herramienta para intentar predecir la futura distribución de especies en escenarios de cambios ambientales (84).

Ante esta afirmación, en este estudio se ejecutaron tres modelos de nicho ecológico (dormideros, forrajeo e integral) que sirvieron para estimar el comportamiento de la distribución del Cóndor Andino en condiciones actuales y futuras de cambio climático, para aquello, las variables bioclimáticas utilizadas fueron la temperatura media anual (Bio 1) y precipitación del trimestre más lluvioso (Bio 16), además se incluyó la altitud debido a la importancia ecológica para la especie, lo que concuerda con la investigación realizada en el 2016 por Astudillo *et al.*, (17) donde usó las mismas variables bioclimáticas, por tener un aporte significativo para la especie.

Los modelos de nicho permitieron determinar que el área idónea para la distribución del Cóndor Andino en condiciones actuales fue 71159 Km², en lo que concierne a las proyecciones en escenarios de cambio climático futuro, se predijo que esta área disminuyó un 16% (59989 Km²) para el 2050 y 19% (58143 Km²) para el 2070. El escenario de cambio climático de mayor afectación para la especie fue el 8,5-2070 donde se observó reducciones de hasta del 27 %

(52234 Km²) en las áreas con condiciones favorables, lo que demuestra el gran impacto de los gases de efecto invernadero en el habitat del Cóndor Andino. Estos resultados se asemejan a los obtenidos en el estudio realizado en el 2020 por Sáenz-Jiménez *et al.*, (116), en donde todos los modelos de nicho registraron disminuciones entre el 14% y el 37% (2050) y entre el 21% y el 35% (2070), de la misma forma determinaron, que la mayoría de los modelos, mostraron mayores reducciones de la distribución geográfica a lo largo del tiempo, en particular con los escenarios de mayores emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente en los escenarios del 2070 (116).

La proyección de los modelos predijo además, que los sitios con mayor idoneidad para la conservación del cóndor en el futuro están comprendidas entre las provincias de Pichincha, Napo, Cotopaxi, Azuay, Cañar y Chimborazo, lo que coincide con el estudio del 2014 por Dávalos (18), donde menciona que la mayor concentración de áreas óptimas para el establecimiento de nidos y dormideros se encuentra a lo largo de la cordillera oriental, especialmente entre las provincias de Pichincha y Cotopaxi (18). En cuanto al SNAP las áreas con mayores condiciones favorables para la especie se situaron en la Área Ecológica de conservación La Bonita y los Parques Nacionales Cayambe-Coca, Cajas y Cotopaxi, concordando con lo establecido en el 2018 por el Ministerio del Ambiente y The Peregrine Fund (47), respecto a la presencia confirmada del Cóndor Andino dentro de estas áreas protegidas.

Por otra parte, las áreas de mayor reducción de acuerdo a la distribución del cóndor en futuros escenarios de cambio climático, se localizaron en las zonas limítrofes, en las provincias de Azuay, Loja, EL Oro y Zamora Chinchipe específicamente. En lo que concierne al SNAP las áreas más propensas al cambio climático fueron la Reserva Biológica Cerro Plateado y el parque nacional Rio Negro Sopladora. En el estudio realizado en el 2020 por Sáenz-Jiménez *et al.*, (116), se estimó que las principales zonas de reducción de la distribución del Cóndor Andino serán las de la región septentrional de los Andes (Venezuela, Colombia y Ecuador) y las del sudeste andino en la Argentina (116). Lo que demuestra, que las zonas colindantes son las más susceptibles al riesgo de pérdida de condiciones ambientales para la distribución del Cóndor Andino debido a que son lugares de menor elevación, con zonas menos empinadas y cañones sin profundidad que limitan al cóndor a no poder desarrollarse.

De forma general se puede mencionar que el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero tiene mayor implicación en los sitios de dormideros y forrajeo, ya que de acuerdo a las predicciones, son estas zonas las que sufren contracciones de forma más pronunciada, especialmente en climas extremos de cambio climático, en lo que se refiere al modelo de distribución, se evidenciaron reducciones del nicho para la especie, en menos proporción. Por lo que se puede determinar, que para evaluación de los sitios de importancia del Cóndor Andino, los análisis y modelamientos se los debe realizar con registros de los microhábitats específicos, donde se desarrolla la especie, ya que de esta manera se tendrá una apreciación más concreta del estado de los sitios analizados.

Es importante tener en cuenta que el modelamiento espacial emerge como una herramienta útil para predecir la distribución geográfica de una especie, el impacto de los efectos de la intervención antropogénica futura y el cambio climático en especies amenazadas como el Cóndor Andino, pero siempre se deberán tener presentes las características cambiantes del entorno y los factores externos que continuamente influyen en los procesos ecológicos (116).

Todo antes mencionado, demuestra la importancia del Cóndor Andino dentro del plano ecológico y de conservación. Por lo cual, los resultados de esta investigación aportan de manera significativa a este ámbito. Está información contrastada con la recabada por entidades afines como Ministerio del Ambiente y Agua, Fundación Cóndor Andino, The Peregrine Fund entre otros, permitirán establecer lineamientos estratégicos que garanticen la permanencia de sitios esenciales de distribución para la subsistencia de este símbolo de los andes ecuatorianos ante eventuales escenarios futuros de cambio climático.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Los climas con mayor incidencia en la distribución actual del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) de acuerdo a los registros de presencia confirmada fueron ocho diferentes tipos de climas, de los cuales resaltan el clima oceánico templado (CFB) y el clima de tundra (ET). Por otra parte, entre las variables bioclimáticas más representativas para esta especie, destacaron la temperatura media anual, precipitación del trimestre más lluvioso y altitud, con promedios de 7,77°C; 347,5 mm y 3586 msnm respectivamente. No existen diferencias de acuerdo a los tres tipos de registros analizados (dormideros, forrajeo e integral), ya que se encuentran dentro del mismo rango de estimación de acuerdo a las variables bioclimáticas. Asimismo, se estableció que las condiciones climáticas ambientales en relación a la temperatura del país, presentaron un intervalo más restringido en comparación con los de la zona andina (Venezuela, Colombia, Perú, Chile y Argentina), y la precipitación mostró una tendencia mayor en los sitios de distribución del Cóndor Andino en Ecuador.
2. El área adecuada para los sitios de dormideros y forrajeo fue de 68935 y 70097 km² respectivamente. El área con condiciones climáticas adecuadas para la distribución potencial del Cóndor Andino fue de 74445 km², y las zonas con mayor idoneidad se localizan hacia la parte centro-norte de Ecuador. En cuanto a escenarios futuros de cambio climático, se observó una reducción severa de las condiciones adecuadas a medida que los RCP son más extremos, tanto para los dormideros y lugares de forrajeo. Por el contrario, para la distribución potencial general, la extensión de estas zonas adecuadas tiende a reducirse ligeramente en situaciones extremas.
3. Las proyecciones realizadas en escenarios de cambio climático indicaron que el área de dormideros podría disminuir en un 17% (57483 km²) para el 2050 y 19% (55853 km²) para el 2070. Los sitios de forrajeo también podrían decrecer en un 20% (56161 km²) y 22% (54711 km²) para el 2050 y 2070. En cuanto al área de distribución, las predicciones indicaron posibles reducciones del 11% (66324 km²) para el 2050 y 14% (63865 km²) en el 2070. Asimismo, se determinó que el escenario 8,5 para el año 2070, registró la

mayor pérdida de condiciones favorables para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*), en los sitios de dormitorios la reducción fue del 28% (49848 km²), en las áreas forrajeo osciló en un 32 % (47819 km²) y en la distribución fue el 21% (59034 km²), por lo cual se lo catalogó como el peor escenario de cambio climático para la especie. Por otra parte, el laboratorio bioclimático MIROC-ESM, se emergió como el que presentó mayores contracciones en los lugares de dormitorios y forrajeo, con descensos del 20% (54867 km²) y 24% (52966 km²) respectivamente. En tanto para el área de distribución, el laboratorio bioclimático NorESM1-ME fue donde se evidenció deterioros de habitat más acentuados con disminuciones del 16% (47819 km²).

4. En situaciones futuras de cambio climático, las zonas limítrofes podrían ser seriamente afectadas, principalmente en la parte centro-sur del sitio de estudio, comprendidas por las provincias Bolívar, Loja, El Oro y Zamora Chinchipe. En cuanto a las áreas protegidas con mayor peligro, destacaron entre las de mayor importancia Sangay, Rio Negro Sopladora y Cerro Plateado, en aquellos lugares se podría reducir de manera significativa las condiciones favorables de los sitios de dormitorios, forrajeo y distribución, lo que afectaría gravemente las poblaciones del Cóndor Andino ante este fenómeno climático.

5.2. Recomendaciones

- Desarrollar una base de datos general de actualización constante, la cual contenga toda la información generada por el campo investigativo respecto al Cóndor Andino. Asimismo, reforzar las relaciones con instituciones nacionales e internacionales dedicadas a la conservación del Cóndor Andino, ONG's sin fines de lucro, con el objetivo de elaborar lineamientos de interés integrales para toda la zona andina, enfocadas en la preservación de los sitios de esencial importancia donde se distribuye esta especie.
- Incluir dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador los sitios esenciales con presencia del Cóndor Andino, ya que estudios realizados afirman que

aproximadamente solo el 20% del hábitat de esta especie en el país, se encuentra dentro del SNAP, a fin de salvaguardar aquellos entornos de posibles ataques antropogénicos o aumento de la frontera agrícola.

- Considerar la información proporcionada por este estudio para el establecimiento de estrategias de conservación, planes de manejo y de acción para la especie, ya que en el mismo se indica los sitios con mayor susceptibilidad para la disminución del hábitat del cóndor, así como también los sitios de mayor importancia en el Ecuador, ante eventuales situaciones de cambio climático. Además, que este trabajo investigativo marque la pauta para la ejecución de próximos estudios, en el campo de la modelación de nicho ante escenarios de cambio climático futuros en especies representativas que se encuentran en peligro de extinción.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

1. Forética. El Vínculo Biodiversidad-Cambio Climático:Un elefante en la habitación.; 2016.
2. Vié J, Hilton-Taylor C, Stuart S. Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008 IUCN ed List of Threatened Species Gland, Suiza: IUCN; 2008.
3. Seppälä R, Buck A, Katila P. Adaptation of forests and people to climate change: a global assessment report. IUFRO World Series. 2009.
4. Böhning-Gaese K, Jetz W, Schaefer H. Impact of climate change on migratory birds:community reassembly versus.. Global Ecology and Biogeography. 2008;; p. 38-49.
5. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Species and climate change: More than just the polar bear. ; 2009.
6. Uribe E. El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en America Latina Santiago, Chile: Naciones Unidas ; 2015.
7. Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). Estrategia Nacional para la Conservación del Cóndor Andino. Grupo de trabajo para la conservación del Cóndor Andino.. Quito; 2005. Available from: www.miniesteriodelambiente.gob.ec.
8. BirdLife International. Species factsheet: Vultur gryphus.; 2019 [cited 26 11 2019. Available from: <http://www.birdlife.org>.
9. Jácome L, Astore V. Proyecto de conservación Cóndor Andino. Jardín Zoológico de la Ciudad de Buenos Aires y Fundación Bioandina. 2004;; p. 70.
10. Kusch A. Distribución y Uso de Dormideros por el Cóndor Andino Vultur gryphus en Patagonia Chilena ornitología neotropical. 2004; 15: p. 313-317.
11. Meza et al.. Salvando al Cóndor Andino de la Extinción: En el Ecuador Censo Nacional de Cóndores Andinos Región Centro Norte Enero 2008 Marzo 2009. Quito; 2009.
12. Naveda-Rodríguez A, Vargas , Kohn S, Zapata-Rios G. Andean Condor (Vultur gryphus) in Ecuador: Geographic Distribution, Population Size and Extinction Ris. RESEARCH. 2016.
13. Russo R, Kohlmann B. Cambio Climático: efectos sobre la Biodiversidad. Materiales de Enseñanza..; 2013.
14. Greenpeace. Imágenes y datos: Así nos afecta el cambio climático.; 2018.
15. Greenpeace. Cambio Climático: Futuro negro para los páramos. Colombia;; 2009.

16. Fundación Cóndor Andino Ecuador. Cóndor Andino (*Vultur gryphus*).; 2018.
17. Astudillo P, Siddons D, Barros-Quito S, Orellana J, Lata S. La Distribución potencial del condor andino (*Vultur gryphus*) revela sitios prioritarios para la conservación en los andes sur de Ecuador. *El Hornero*. 2016; 31(2): p. 89-95.
18. Dávalos I. Aplicación de un modelo predictivo de ocurrencia de sitios de anidación dormideros del cóndor andino(*Vultur gryphus*) como aporte a la conservación de la especie en Ecuador. Quito; 2014.
19. Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO). Agenda nacional de investigación sobre la biodiversidad MAE , SENESCYT , INABIO , editors. Quito; 2017.
20. Naciones Unidas. Convenio sobre la Diversidad Biológica.; 1992.
21. Dorado A. ¿Qué es la biodiversidad? España : Fundación Biodiversidad; 2010.
22. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Diversidad Biológica. Manual de ciudadanía global.; 2005.
23. Tomas D. Los Ecosistemas. Valencia; 2016.
24. Aguilera A. Valoración de servicios ecosistémicos de la vegetación urbana en una ciudad desértica Antofagasta; 2014.
25. Millenium Ecosystem Aseessment. Ecosystem and human well-being: A framework for assessment Washington D.C.: Island Press; 2003.
26. Millenium Ecosystem Assessment. Ecosystem and human well-being: A framework for assessment Washington. D.C.: Island Press; 2005.
27. Mayr E. Populations, species and Evolution: Harvard University Press; 1970.
28. Frankham R, Ballou J, Dudash M, Eldridge M, Fenster C, Lacy R, et al. Implications of different species concepts for conserving biodiversity: *Biological Conservation*; 2012.
29. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species. Gland (Suiza); 2000.
30. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Especies.; 2011.
31. Jácome N. Registro Nacional de Cóndor Andino en Cautiverio.. Argentina: Jardin Zoológico de la Ciudad Buenos Aires; 1998.

32. Wallace M, Temple S. Competitive interactions within and between species in a guild of avian scavengers.; 1987.
33. Houston D. New World Vultures to Guineafowl, Family Cathartidae.; 1994.
34. Lasaffre G. Proyecto Kuntur Salvando al Cóndor andino de la extinción en el Ecuador. Quito; 1999.
35. Estévez A, Reyec C. El Cóndor Andino. Universidad Nacional de Colombia. Santa Fe.
36. Wallace M, Temple S. Impacts of the 1982-1983 El niño on population dynamics of Andean Condors in Perú. Biotropical. 1988; 20(1): p. 144-150.
37. Lambertucci S. Biología y conservación del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Argentina. Hornero. 2007; 22(2): p. 149-158.
38. Olivares A. Se está extinguiendo el cóndor en Colombia Bogotá: Voluntad; 1963.
39. Fundación Cóndor Andino Ecuador. Estudio de amenazas para las poblaciones silvestres de cóndor andino en el área de influencia del PROCCA E Quito; 2012.
40. Fundación Zoológica del Ecuador. Guía para el establecimiento y manejo de áreas de alimentación suplementaria (ASS) para cóndor andino (*Vultur gryphus*) en el Ecuador; 2011.
41. Pavéz E. La Herencia de los Glaciares; Proyecto Cóndor Santiago: Antartida; 2000.
42. Profauna. El cóndor de los andes Bogotá; 1995.
43. Feliciano C. Como Salvar Una especie en Peligro de Extinción, Resultados y experiencias del Programa Cóndor Andino Colombia.; 2001.
44. Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J. Handbook of the birds of the world-New World vultures to guinea fowl Barcelona: Lynx Editions; 1994.
45. Calchi R, Vilorio A. Occurrence of the Andean Condor in the Perijá mountains of Venezuela. Wilson Bulletin. 1991; 103(1): p. 720-722.
46. Murphy R. Bird Islands of Peru New York: Putnam's Sons; 1925.
47. Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE) & The Peregrine Fund. Plan de acción para la conservación del cóndor andino en Ecuador Quito: Ministerio del Ambiente y The Peregrine Fund; 2018.

48. Calispa A. Análisis de la estructura poblacional de los cóndores silvestres en el centro-norte del Ecuador. Tesis de licenciatura no publicada Quito: Universidad Central del Ecuador; 2009.
49. Wallace M, Temple S , Torres W. Ecología del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Norte del Perú. I Simposio de Ornitología Neotropical. 1983;(Perú): p. 69-76.
50. Meza Saltos. Repatriación de un cóndor (*Vultur gryphus*) macho juvenil en el Parque Nacional Cajas Cuenca; 2003.
51. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1.. Gland, Suiza; 2012.
52. Bueno A, Morrone J, Luna M, Pérez C. Raíces históricas del concepto de centro de origen en la biogeografía dispersionista: Del Edén Bíblico al modelo Darwin-Wallace; 1999.
53. Meave J, Martínez L. La biogeografía, disciplina integradora de las ciencias biológicas. Revista de la Universidad de México. 2002;; p. 66-71.
54. López L. Diccionario de geografía aplicada y profesional : terminología de análisis, planificación y gestión del territorio. Diccionario de geografía aplicada y profesional. 2015;; p. 1-677.
55. Espinoza D, Aguilar C, Escalante T. Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. 2001;; p. 31-37.
56. Silva G, Abarca L. Distribución geográfica de las especies animales. Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana. 2009; XXII(3).
57. Llorente J, Morrone J. Introducción de la Biogeografía en Latioamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Primera ed. Mexico: Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM; 2001.
58. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Anexo II: Glosario [Mach, K.J., S. Planton y C. von Stechow (eds.)]. En: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra;; 2014.
59. Useros JL. El cambio climático: Sus causas y efectos medioambientales. Anales de la real academia de medicina y cirugía de Valladolid. 2013;; p. 72-98.

60. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Cambio climático y biodiversidad. ; 2007.
61. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Cambio Climático-Bases Físicas. Estados Unidos;; 2013.
62. United Nations Environment Programme (UNEP). Estado de la Biodiversidad en América Latina y el Caribe; 2010.
63. Thomas C, Cameron A, Green R, Bakkenes M, Beaumont I, Collingham Y, et al. Extinction risk from climate change: Nature; 2004.
64. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). El IPCC y el sexto ciclo de evaluación. Ginebra; 2017. Available from: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/09/AC6_brochure_es.pdf.
65. Vargas R, Sánchez , Rólon JC. Proyecciones de cambio en la precipitación mediante vías de concentración representativas a nivel cuenca. Mexico; 2013.
66. Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN). Metodología para la Estimación de Vulnerabilidad en Ecuador, Perú y Bolivia, Proyecto Información de cambio climático y biodiversidad para el fomento de políticas públicas de conservación y adaptación en la región de los Andes Tropicales; 2014.
67. García J, Menéndez M, Méndez F. Habilidad de los modelos climáticos globales para el desarrollo de proyecciones regionales.; 2016.
68. Flato G, Marotzke J, Abiodun B, Braconnot P, Chou SC, Collins , et al. Evaluación de modelos climáticos. En Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribución del Grupo de Trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del IPCC. Cambridge University Press. 2013;; p. 741-882.
69. Soberón J, Nakamura M. Niches and distributional areas: Concepts, methods, and assumptions. ResearchGate. 2009;; p. 19644-19650.
70. Nuñez C. Modelación del nicho ecologico de Grs Candensis nesiototes(Aves:Gruidae) en la isla de la Juventud y el Gran Humedal del Norte del Ciego de Ávila. Habana; 2013.
71. López M. Descripción y caracterización de nichos ecológicos: una visión mas cuantitativa del espaci ambiental. Guanajuato; 2007.

72. Mijail P, Poveda C, Siria I, Aburto L, Arets E, Sotelo M. Modelos de nichos potenciales de especies de interés para tomadores de decisión, y su relación con el cambio climático en Nicaragua y América Central.: Encuentro; 2009.
73. Dudik M, Phillips SJ, Schapire RE. Maximum entropy density estimation with generalized regularization and application to species distribution modelling. *Journal of Machine Learning Research* 8. 2007;; p. 1217-1260.
74. Franklin J. Mapping Species Distributions. Spatial Inference and Prediction. Cambridge: Cambridge University Press; 2009.
75. Peterson AT, Soberón J, Pearson RG, Anderson R, Martínez-Meyer E, Nakamura M, et al. Ecological Niches and Geographic Distributions. Princeton: Princeton University Press; 2011.
76. Soberón J, Nakamura M. Niches and distributional areas: concepts, methods and assumptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 2011; 106(19644-19650): p. 19644-19650.
77. Soberón J. Nichos y Áreas de Distribución. Diagrama BAM. 2015; 2.
78. Gaston K. The structure and dynamics of geographic ranges: Oxford University Press; 2003.
79. Soberón J, Peterson AT. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics*. 2015; 2: p. 1-10.
80. Soberón J, Osorio-Olvera L, Peterson T. Diferencias conceptuales entre modelación de nichos y modelación de áreas de distribución. *Elsevier*. 2017; 88(2).
81. McGill BJ, Enquist BJ, Weiher E, Westoby M. Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology and Evolution*. 2006; 21: p. 179-185.
82. Svenning JC, Skov F. Limited filling of the potential range in European tree species. *Ecology Letters*. 2004; 7: p. 565-573.
83. de Castro M. Fundamentos, escenarios y estrategias de mitigación del cambio climático. *Cambio climático: un reto social inminente*. 2009;; p. 5-9.
84. Phillips S, Anderson R, Schapire R. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. 2006;; p. 231-259.
85. Herrera A. Aplicación de tecnologías de información para modelar la distribución de plagas. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio; 2012.

86. Anderson PR, Lew A, Peterson T. Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological modeling*. 2003;; p. 211-232.
87. Soberon J. Nichos y áreas de distribución.: Comisión Nacional de Biodiversidad. University of Kansas; 2011.
88. Kass M, Vilela B, Aiello E, Muscarella , Merow , Anderson RP. Wallace : una plataforma flexible para el modelado reproducible de nichos de especies y distribuciones construidas para la expansión de la comunidad. *Methods in Ecology and Evolution*. 2017;; p. 1151-1156.
89. Busby JR. BIOCLIM - A Bioclimatic Analysis and Prediction System. *Nature conservation: cost effective biological surveys and data analysis*. Camberra; 1991.
90. Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jone PG, Jarvis A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 2005; 25: p. 1965-1978.
91. Qiao H, Escobar L, Townsend A, Ji L, Soberón J, Campbell L. Nicho: crear especies virtuales y nichos ecologicos en escenarios ambientales multivariados. *Ecografía*. 2016;; p. 805-813.
92. Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica (GAFILAT). Documentos de Ecuador. Buenos Aires ; 2015.
93. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Ecuador.; 2015. Available from: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/ECU/printesp1.stm.
94. Global Biodiversity Information Facility (GBIF). GBIF. [Online]. [cited 26 Noviembre 2019. Available from: <https://doi.org/10.15468/dl.byylad>.
95. Osorio-Olvera L. NicheToolBox R. [Online].; 2016. Available from: <https://github.com/luismurao/nichetoolbox>.
96. Armenta GE, Villa Cedeño JL, Jácome PS. Proyecciones climáticas de precipitación y temperatura para Ecuador, bajo distintos escenarios de cambio climático. Quito: Ministerio del Ambiente ; 2016.
97. Vargas H, Narváez F, Naveda-Rodríguez A, Carrasco L, Kohn S, Utreras V, et al. Segundo censo nacional del cóndor andino en Ecuador. Informe Técnico.. Quito;; 2018.

98. Environmental Systems Research Institute (ESRI). ESRI. 2011. ArcGIS Desktop: Release 10.1. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA.; 2011.
99. Fick SE, Hijmans RJ. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 2017; 37(12): p. 4302-4315.
100. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático...: Cambridge University Press; 2013.
101. Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 2007; 11: p. 1633–1644.
102. Kottek M, Grieser J, Beck C, Rudolf B, Rubel F. World Map of the Köppen–Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*. 2006; 15(3): p. 259–263.
103. Phillips SJ, Anderson RP, Dudík M, Schapire RE, Blair ME. Opening the black box: an open-source release of Maxent. *Ecography*. 2017; 40: p. 887-893.
104. Jeschke JM, Stray DL. Usefulness of bioclimatic models for studying climate change and invasive species. *Acad Sci*. 2008; 1134(1): p. 1-24.
105. Felding AH, Bell JF. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*. 1997; 24: p. 38-49.
106. Peterson AT, Papes M, Soberón J. Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. *Ecological Modelling*. 2008; 213: p. 63-72.
107. San Martín P. Aplicación de la estadística no paramétrica en el área de rehabilitación. *Artículo de Bioestadística*. 2011; 6(2): p. 93-99.
108. Maclean IM, Wilson RJ. Recent ecological responses to climate change support predictions of high extinction risk. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011;; p. 12337-12342.
109. Bellard C, Bertelsmeier C, Leadley P, Thuiller W, Courchamp F. Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*. 2012; 15: p. 365-377.
110. Roth T, Plattner M, Amrhein V. Plants, birds and butterflies: Short-term responses of species communities to climate warming vary by taxon and with altitude. *PLoS ONE*. 2014; 9(1).

111. Parmesan C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Ecology, Evolution and Systematics*. 2006; 37: p. 637-669.
112. Moleón M, Sánchez-Zapata JA, Margalida A, Carrete M, Owen-Smith N, Donazar JA. Humans and scavengers: The evolution of interactions and ecosystem services. *BioScience*. 2014; 64: p. 394-403.
113. Margalida A, Colomer MA. Modelling the effects of sanitary policies on European vulture conservation. *Scientific Reports*. 2012; 2: p. 753.
114. Pimm S, Raven P, Peterson A, Şekercioğlu Ç, Ehrlich PR. Human impacts on the rates of recent, present, and future bird extinctions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2006; 103: p. 10941-10946.
115. Dirzo R, Young H, Galetti M, Ceballos G, Isaac N, Collen B. Defaunation in the Anthropocene. *Science*. 2014; 345: p. 401-406.
116. Sáenz-Jiménez F, Rojas-Soto O, Pérez-Torres J, Martínez-Meyer E, Sheppard J. Effects of climate change and human influence in the distribution and range overlap between two widely distributed avian scavengers. *Bird Conservation International*. 2020;; p. 1-19.
117. Castaño C. Páramos y Ecosistemas Altoandinos de Colombia en condición hotspot y Global Climatic Tensor Bogotá: IDEAM; 2002.
118. Kappelle M, Horn S. Páramos de Costa Rica Distribución, impacto humano y conservación de los Páramos neotropicales Santo Domingo de Heredia: Instituto Nacional de Biodiversidad; 2005.
119. Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci*. 2007; 11: p. 1633–1644.
120. Zúñiga I, Crespo E. Meteorología y climatología: UNED; 2010.
121. De la Lanza G, Cáceres , Adame S, Hernández S. Diccionario de hidrología y ciencias afines México: Plaza y Valdéz; 1999.
122. McKnight TL, Hess D. Climate Zones and Types: The Köppen System. *Physical Geography: A Landscape Appreciation*. Prentice Hall. 2000;; p. 226–235.
123. Pardo Abad CJ. Territorio y recursos turísticos: Análisis geográfico del turismo en España España: Universitaria Ramón Areces; 2013.
124. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del Estado de México.; 1981.

125. Ministerio de Agricultura y Riego. Clasificación de tipos de climas en el Perú.; 2015.
126. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Perú: Mapa de Clasificación Climática.; 2002.
127. The Editors of Encyclopaedia Britannica. Tundra climate. [Online].; 2019. Available from: <https://www.britannica.com/science/tundra-climate>.
128. Köppen W. Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Clasificación de climas según temperatura, precipitación y ciclo estacional.): Petermanns Geogr. Mitt.; 1918.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Clasificación climática de Köppen-Geiger.

Tabla 9. Descripción de la clasificación climática de Köppen-Geiger.

Clima	Abreviatura	Definición
Ecuatorial o tropical húmedo	AF	Es un subtipo de clima tropical que se caracteriza por las temperaturas altas (la media anual siempre es superior a 27 °C a nivel del mar) y también es un clima isotérmico por sus constantes precipitaciones durante todo el año (amplitud térmica anual inferior a 3 °C), además de lluvias abundantes y regulares siempre superiores a 2500 mm por año (en las zonas más húmedas se superan los 6000 mm), y se localiza en las zonas cercanas al ecuador terrestre, en muy bajas latitudes donde se encuentran los vientos alisios del noreste y sureste (119).
Tropical de sabana con invierno seco	AW	Es el clima tropical subhúmedo y monzónico, con invierno seco y verano lluvioso. Es el clima de sabana propiamente dicho, en donde la estación seca coincide con los meses más fríos del invierno y las lluvias con los más cálidos. Se da en África, Centroamérica, Brasil, Colombia, Cuba, Bolivia y México. Por lo general, es un clima isotérmico, con una oscilación térmica anual entre 2 y 6 °C, aproximadamente. La temperatura media anual está mayormente entre los 20 y 28 °C, mientras que las lluvias anuales promedio dan unos 800 a 1800 mm (120).
Oceánico templado	CFB	Es un clima propio de latitudes templadas que es típico de las regiones próximas al océano e islas donde el viento sopla constantemente hacia el continente, caracterizado por pequeñas o moderadas oscilaciones térmicas diurnas y anuales que lo diferencian del clima continental, además de poseer humedad relativa elevada. Hay abundantes precipitaciones a causa de la proximidad al océano, en las costas occidentales u orientales de los continente (121).
Subpolar oceánico	CFC	Se lo describe como un clima de tipo templado, húmedo todo el año, y con verano frío, las temperaturas medias mensuales superan los 10 °C (50° F) solo en uno a tres meses, Ningún mes posee temperaturas medias por debajo de -3°C (26,6° F). Tal es lo persistente del frío que en pleno verano se registran eventuales nevadas, o temperaturas de solo -6°C. Las precipitaciones, que en invierno suelen ser en forma de nieve, están repartidas equitativamente a lo largo del año (122).
Mediterráneo oceánico	CSB	Es un subtipo de clima templado junto con otros como el subtropical húmedo y el oceánico. Se caracteriza por inviernos templados y lluviosos y veranos secos y calurosos o templados, con

Clima	Abreviatura	Definición
		otoños y primaveras variables, tanto en temperaturas como en precipitaciones. Se da en la mayor parte de Portugal, Galicia, oeste de Castilla y León y, fuera de Europa (123).
Templado de montaña con invierno seco	CWB	Es un clima de montaña de altitud importante, aproximadamente entre 1200 y 3700 msnm, dependiendo de la latitud. Ocupa una buena extensión de tierras altas y se encuentra una población importante característica de las regiones de sierra. La temperatura media ronda los 14°C y las precipitaciones unos 700 mm anuales (124); las medias máximas sobrepasan frecuentemente los 20°C y las lluvias pueden pasar los 1200 mm (125)
Subalpino con invierno seco	CWC	Es un clima subalpino (frío) de alta montaña que en la clasificación climática de Köppen que se encuentra especialmente en pequeñas zonas del Altiplano andino en Perú y Bolivia, aproximadamente entre 3200 o 3700 y 4200 msnm (dependiendo de la latitud), y con una temperatura media anual aproximada entre 8 y 9°C. En general está limitado a un área reducida entre el clima templado Cwb y el alpino ETH (126).
Clima de tundra	ET	Es un subtipo de clima polar característico de la tundra, que por lo general presenta escasas precipitaciones y temperaturas por debajo de los 10 grados Celsius y de los 0 grados Celsius en invierno (127). Los climas de tundra se ajustan a la clasificación climática de Köppen ET, lo que significa un clima local en el que al menos un mes tiene una temperatura promedio lo suficientemente alta como para derretir nieve (0 °C), pero ningún mes con una temperatura promedio superior a 10 °C (128).

Anexo 2. Comparación de las variables en cada escenario de cambio climático futuro respecto al presente en los laboratorios elegidos.

1. IPSL-CM5A-LR

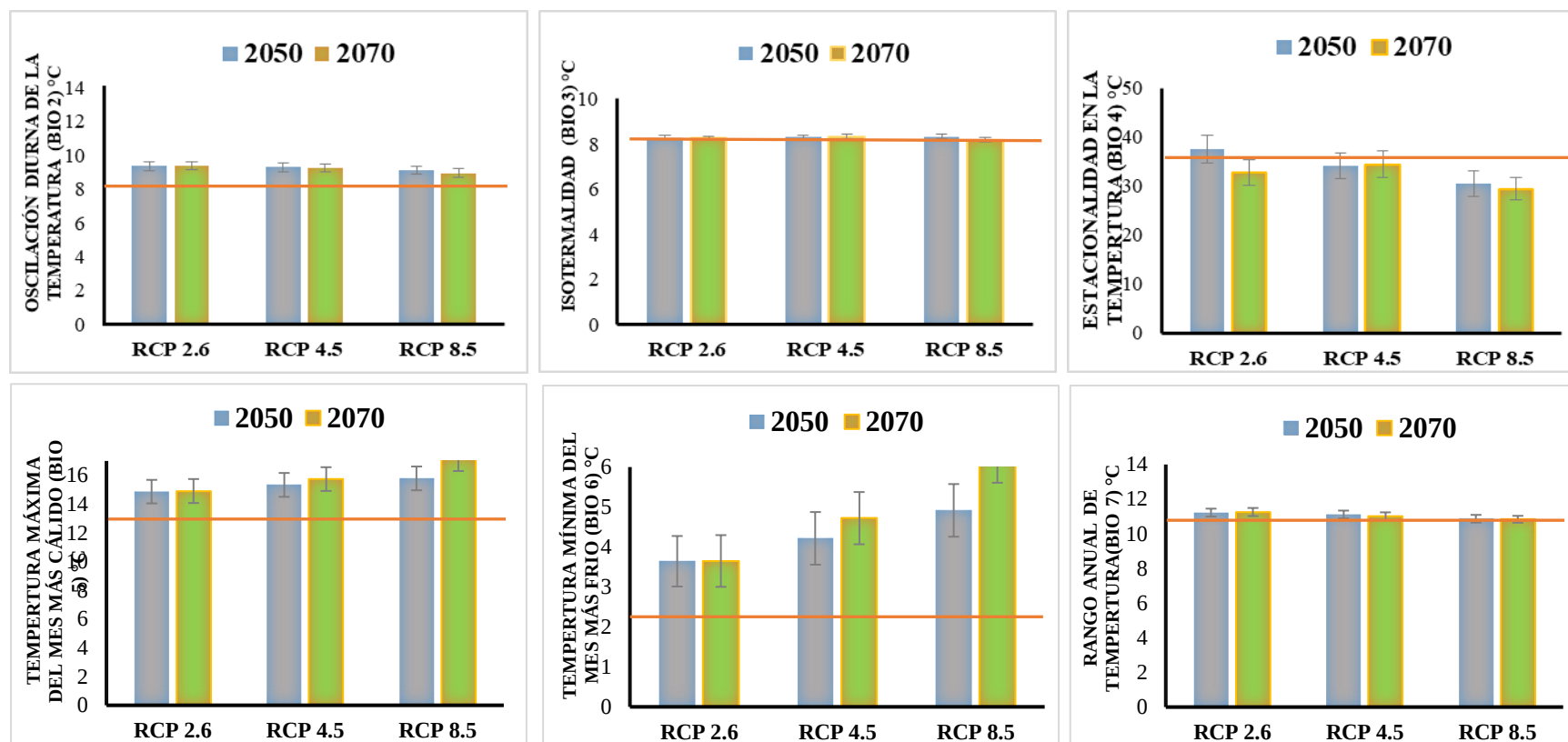


Figura 56. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura: Bio 2 (rango de temperaturas diurnas), Bio 3 (isotermalidad), Bio 4 (estacionalidad en la temperatura), Bio 5 (temperatura máxima del mes más cálido) Bio 6 (temperatura mínima del mes más frío), Bio 7 (rango anual de temperatura) el para laboratorio IPSL-CM5A-LR en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.

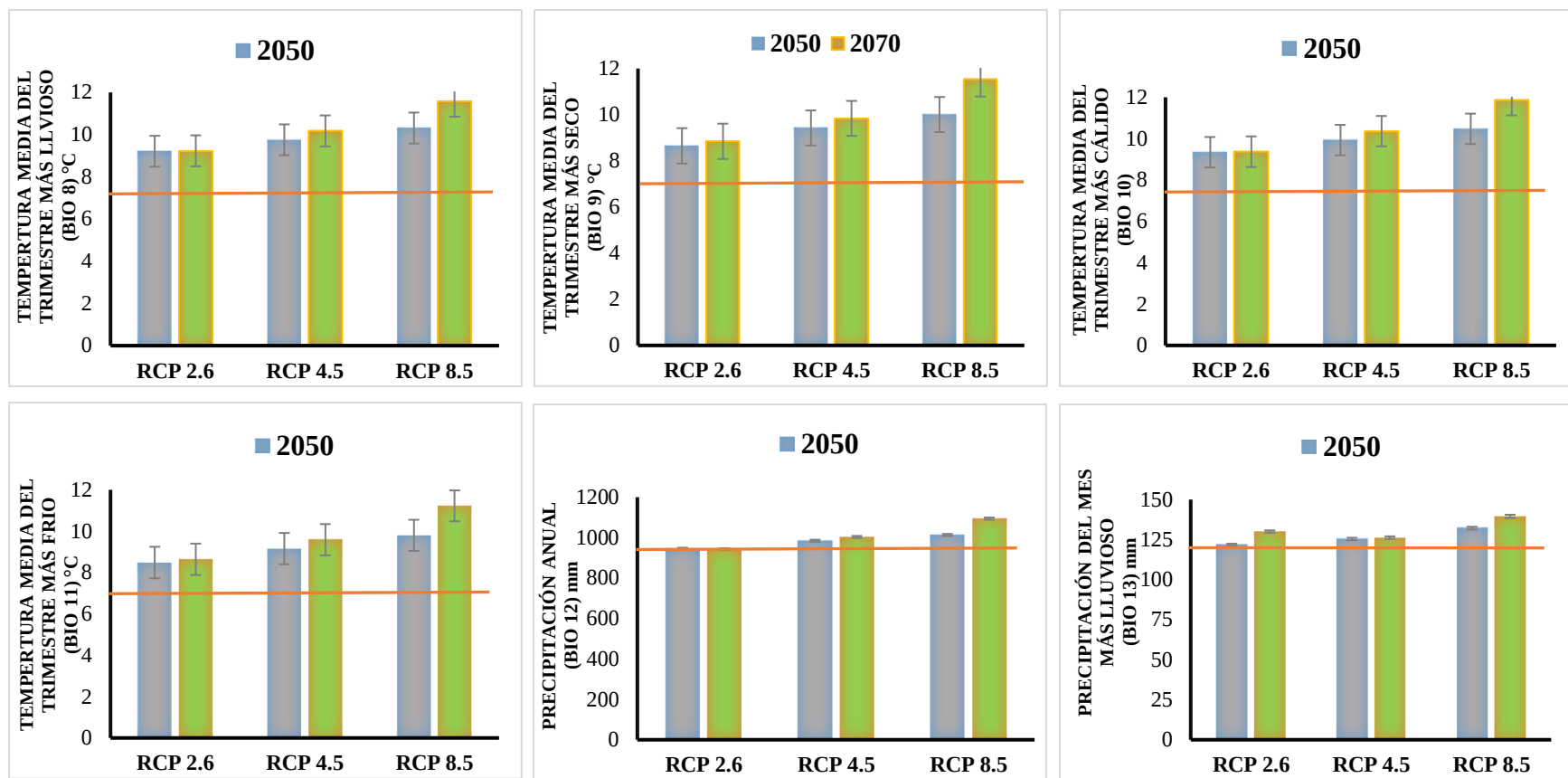


Figura 57. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 8 (temperatura media del trimestre más lluvioso), Bio 9 (temperatura media del trimestre más seco), Bio 10 (temperatura media del trimestre más cálido), Bio 11 (temperatura media del trimestre más frío) y las variables de precipitación Bio 12 (precipitación media anual) y Bio 13 (precipitación del mes más lluvioso) para el laboratorio IPSL-CM5A-LR en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.

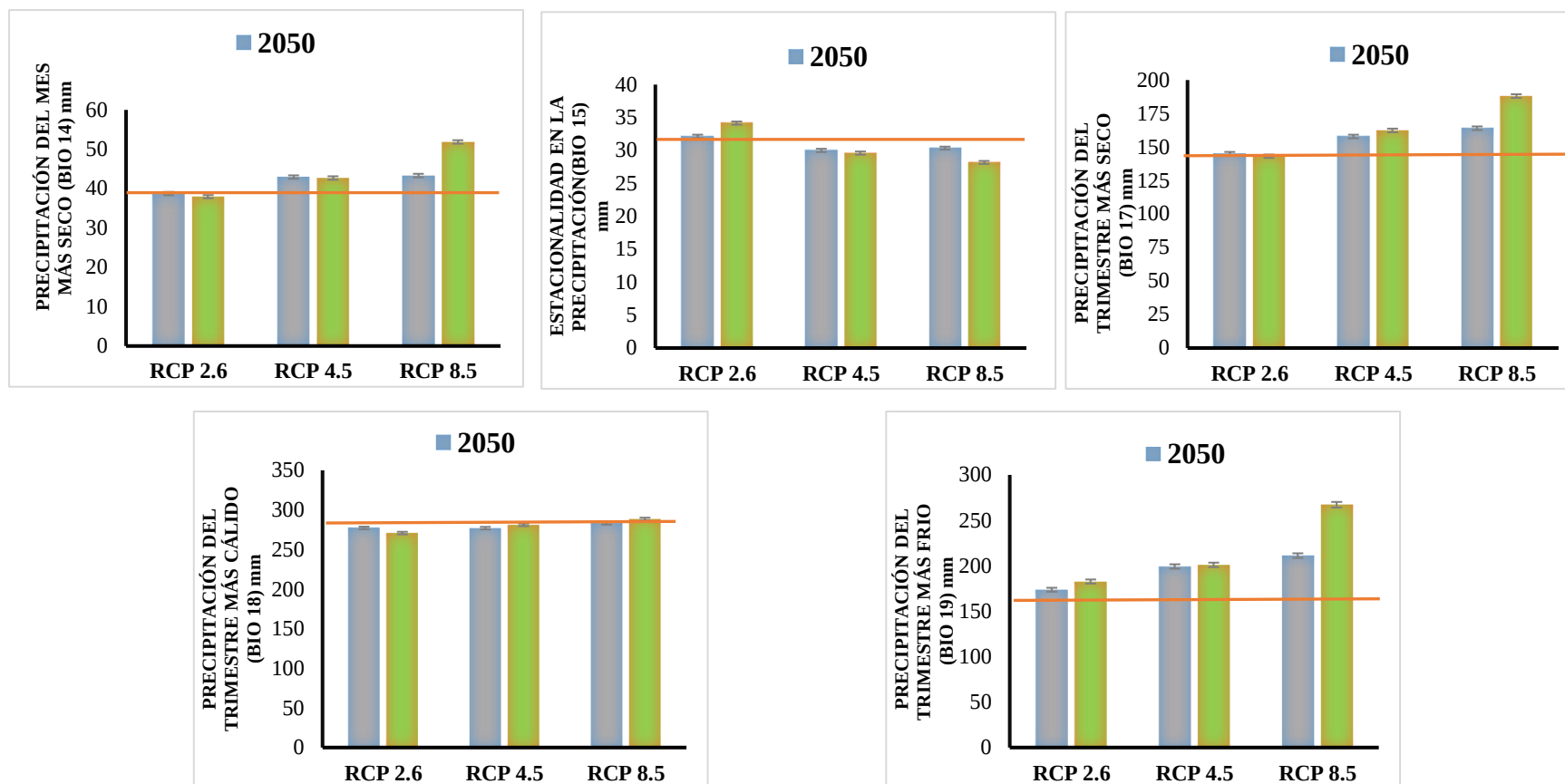


Figura 58. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 14 (precipitación del mes más seco) Bio 15 (estacionalidad en la precipitación), Bio 17 (precipitación del trimestre más seco) y Bio 18 (Precipitación del trimestre más cálido) y Bio 19 (Precipitación del trimestre más frío) para el laboratorio IPSL-CM5A-LR en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.

2. GISS-E2-R

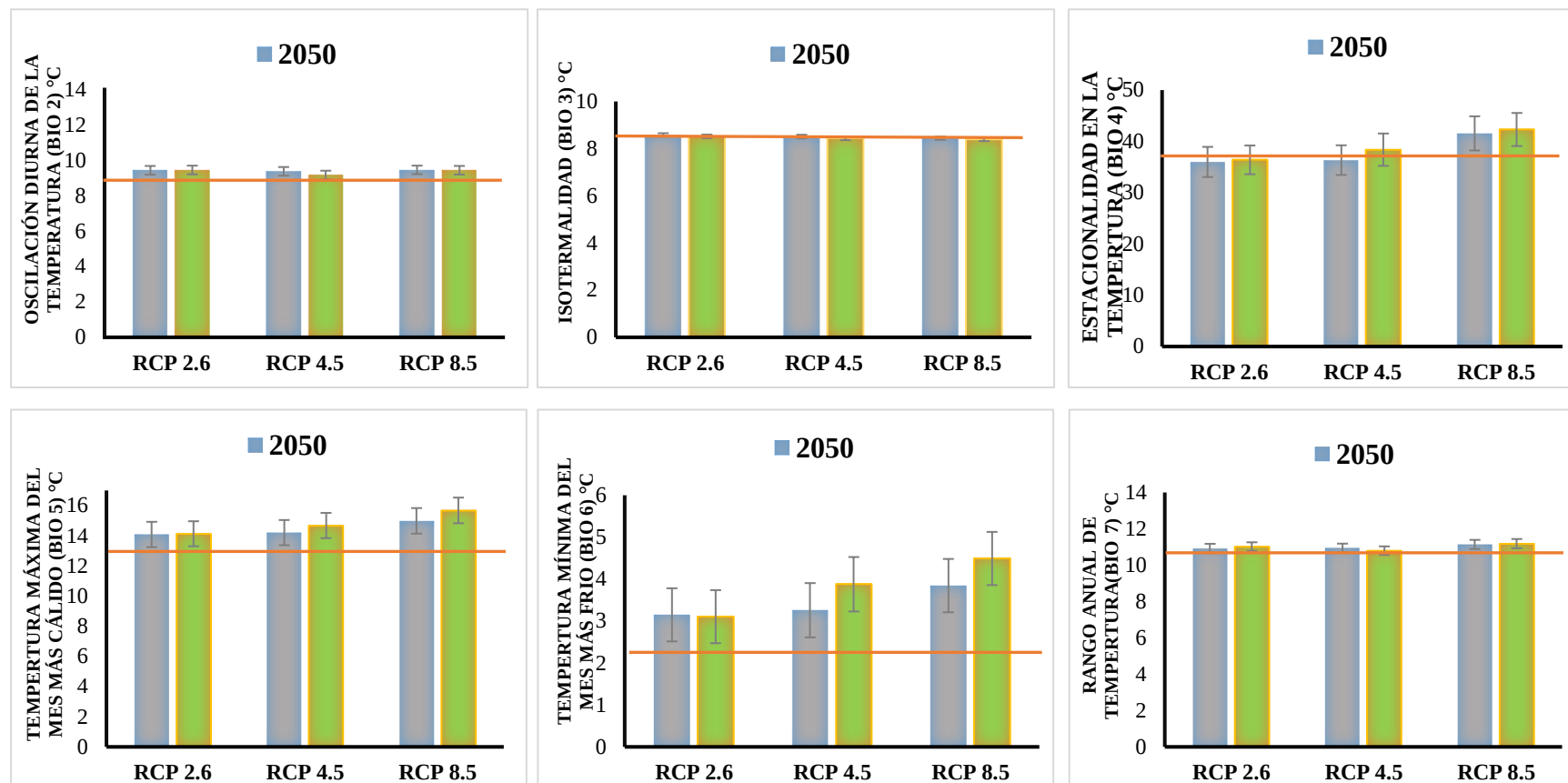


Figura 59. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura: Bio 2 (rango de temperaturas diurnas), Bio 3 (isotermalidad), Bio 4 (estacionalidad en la temperatura), Bio 5 (temperatura máxima del mes más cálido) Bio 6 (temperatura mínima del mes más frío), Bio 7 (rango anual de temperatura) para el laboratorio GISS-E2-R en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.

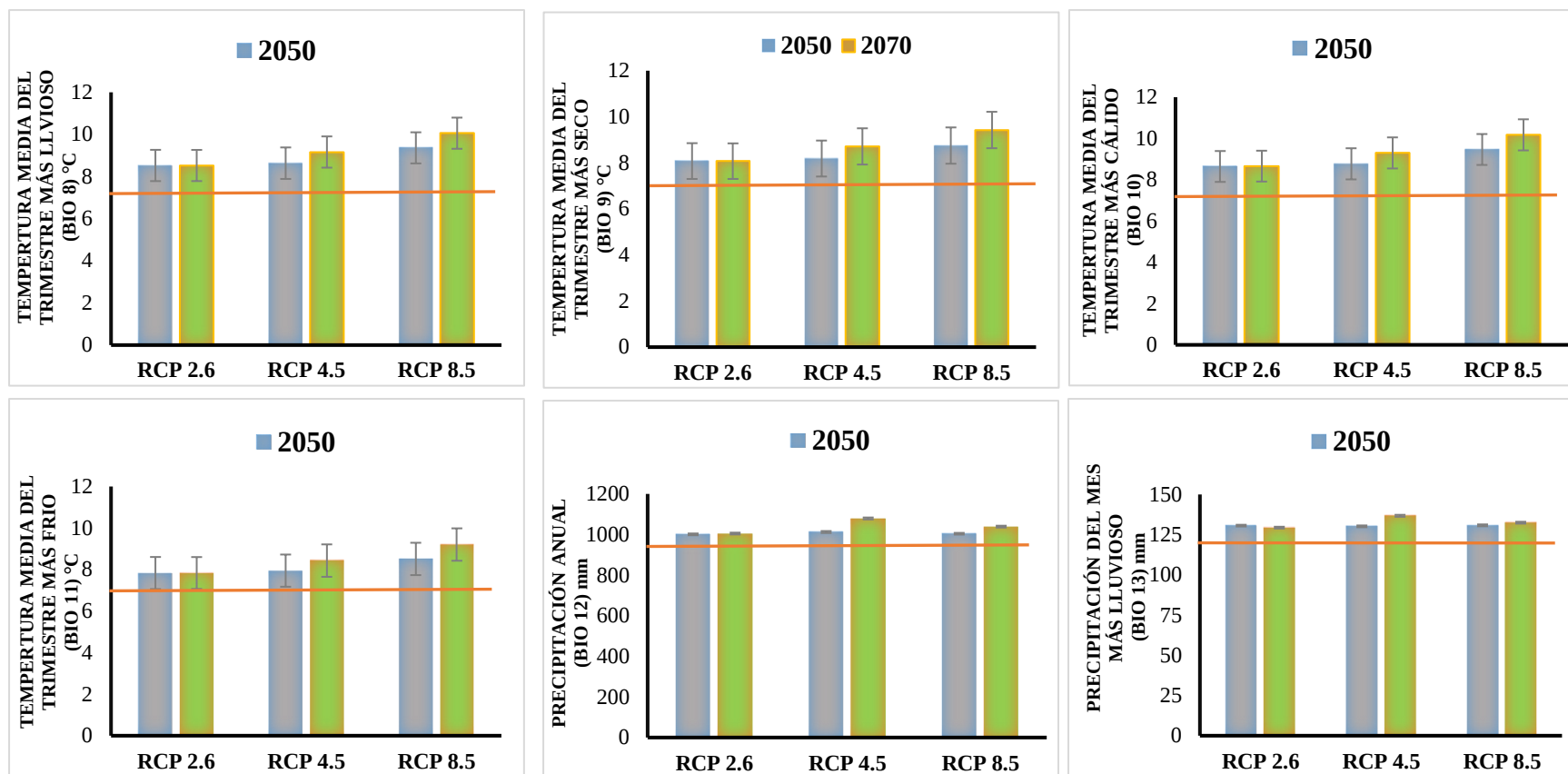


Figura 60. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 8 (temperatura media del trimestre más lluvioso), Bio 9 (temperatura media del trimestre más seco), Bio 10 (temperatura media del trimestre más cálido), Bio 11 (temperatura media del trimestre más frío) y las variables de precipitación Bio 12 (precipitación media anual) y Bio 13 (precipitación del mes más lluvioso) para el laboratorio GISS-E2-R en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.

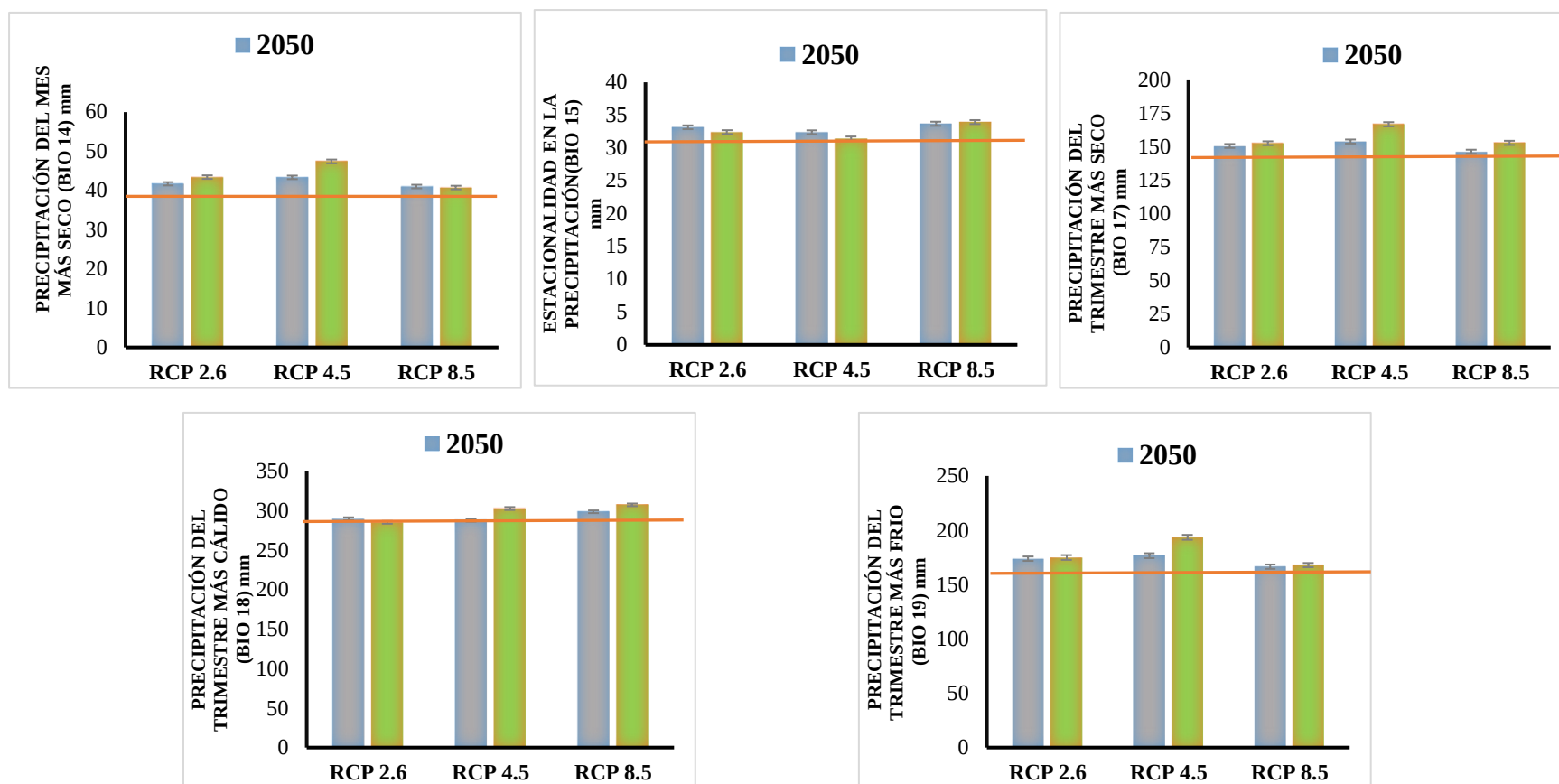


Figura 61. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 14 (precipitación del mes más seco) Bio 15 (estacionalidad en la precipitación), Bio 17 (precipitación del trimestre más seco) y Bio 18 (Precipitación del trimestre más cálido) y Bio 19 (Precipitación del trimestre más frío) para el laboratorio GISS-E2-R en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.

3. MIROC-ESM

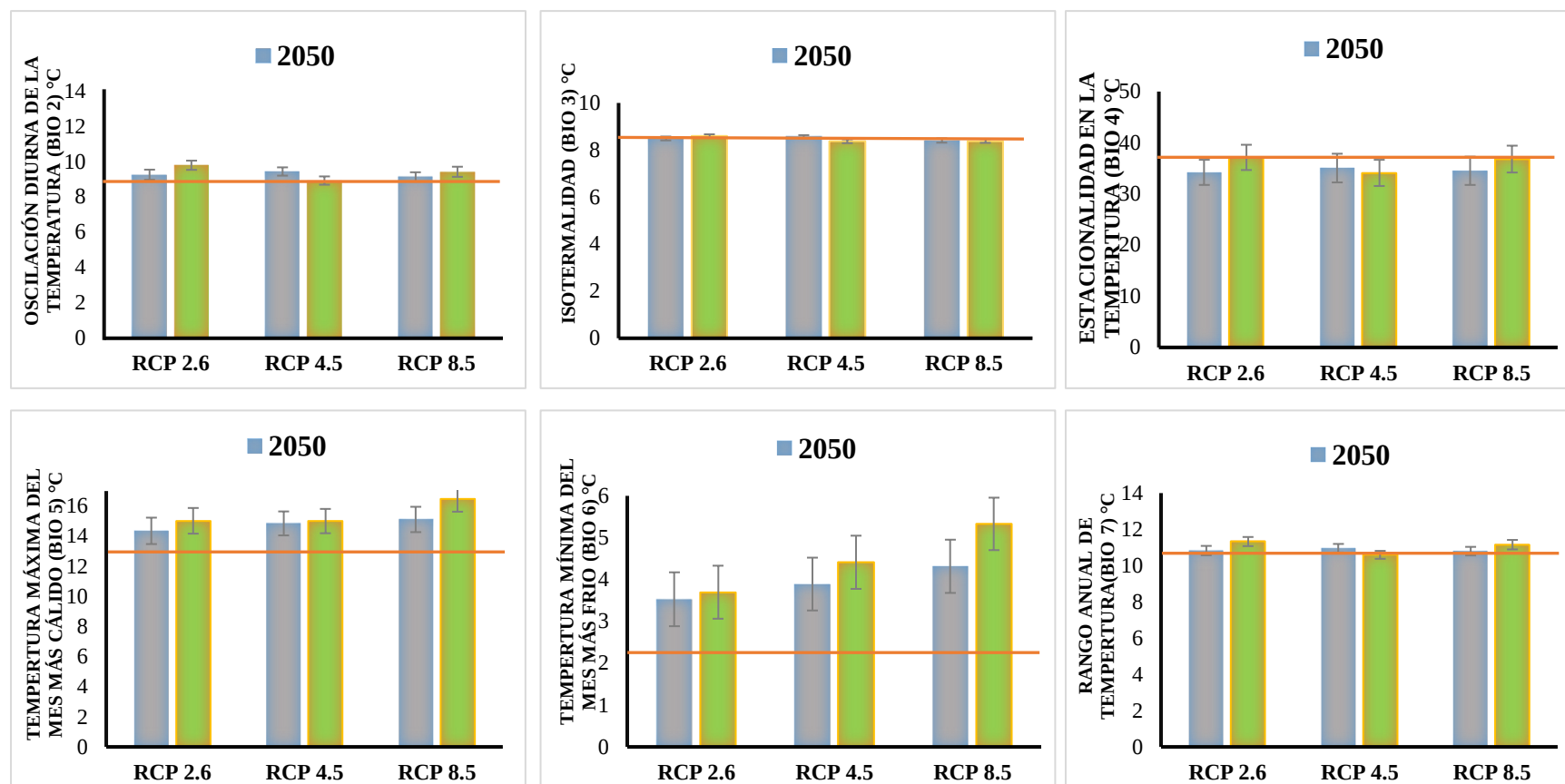


Figura 62. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura: Bio 2 (rango de temperaturas diurnas), Bio 3 (isotermalidad), Bio 4 (estacionalidad en la temperatura), Bio 5 (temperatura máxima del mes más cálido) Bio 6 (temperatura mínima del mes más frío), Bio 7 (rango anual de temperatura) para el laboratorio MIROC-ESM en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.

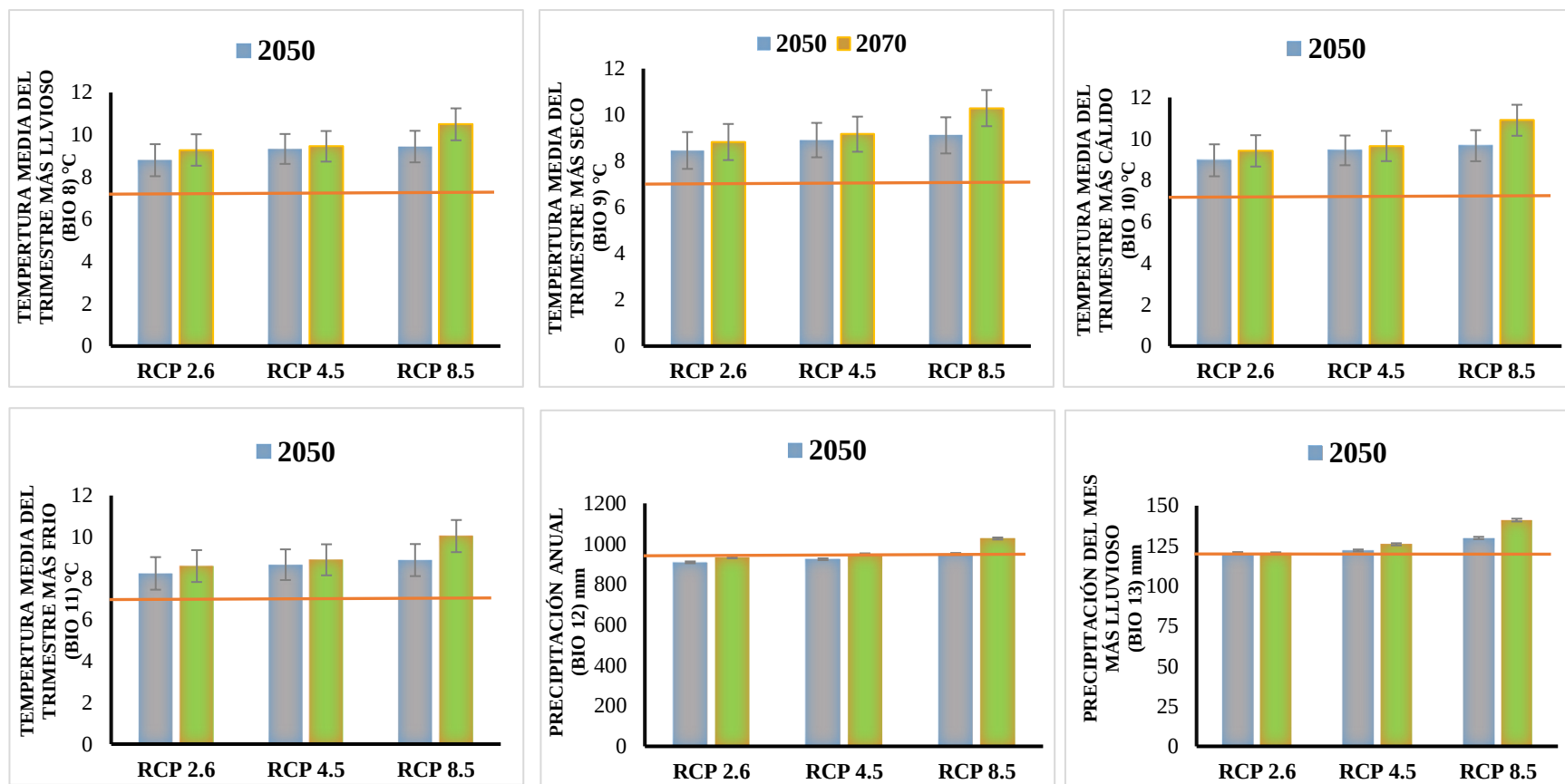


Figura 63. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 8 (temperatura media del trimestre más lluvioso), Bio 9 (temperatura media del trimestre más seco), Bio 10 (temperatura media del trimestre más cálido), Bio 11 (temperatura media del trimestre más frío) y las variables de precipitación Bio 12 (precipitación media anual) y Bio 13 (precipitación del mes más lluvioso) para el laboratorio MIROC-ESM en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.

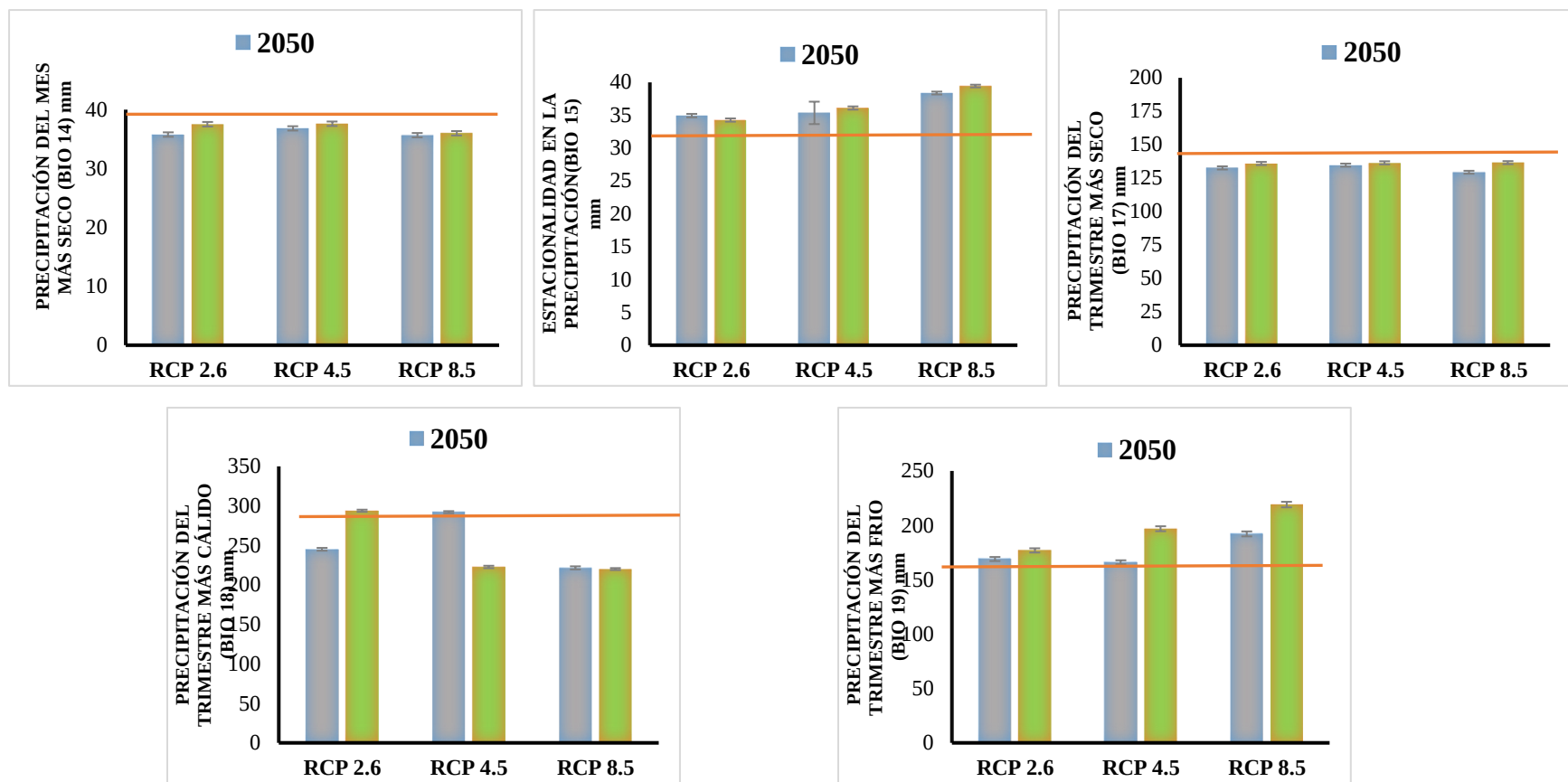


Figura 64. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 14 (precipitación del mes más seco) Bio 15 (estacionalidad en la precipitación), Bio 17 (precipitación del trimestre más seco) y Bio 18 (Precipitación del trimestre más cálido) y Bio 19 (Precipitación del trimestre más frío) para el laboratorio MIROC-ESM en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.

4. NorESM1-ME

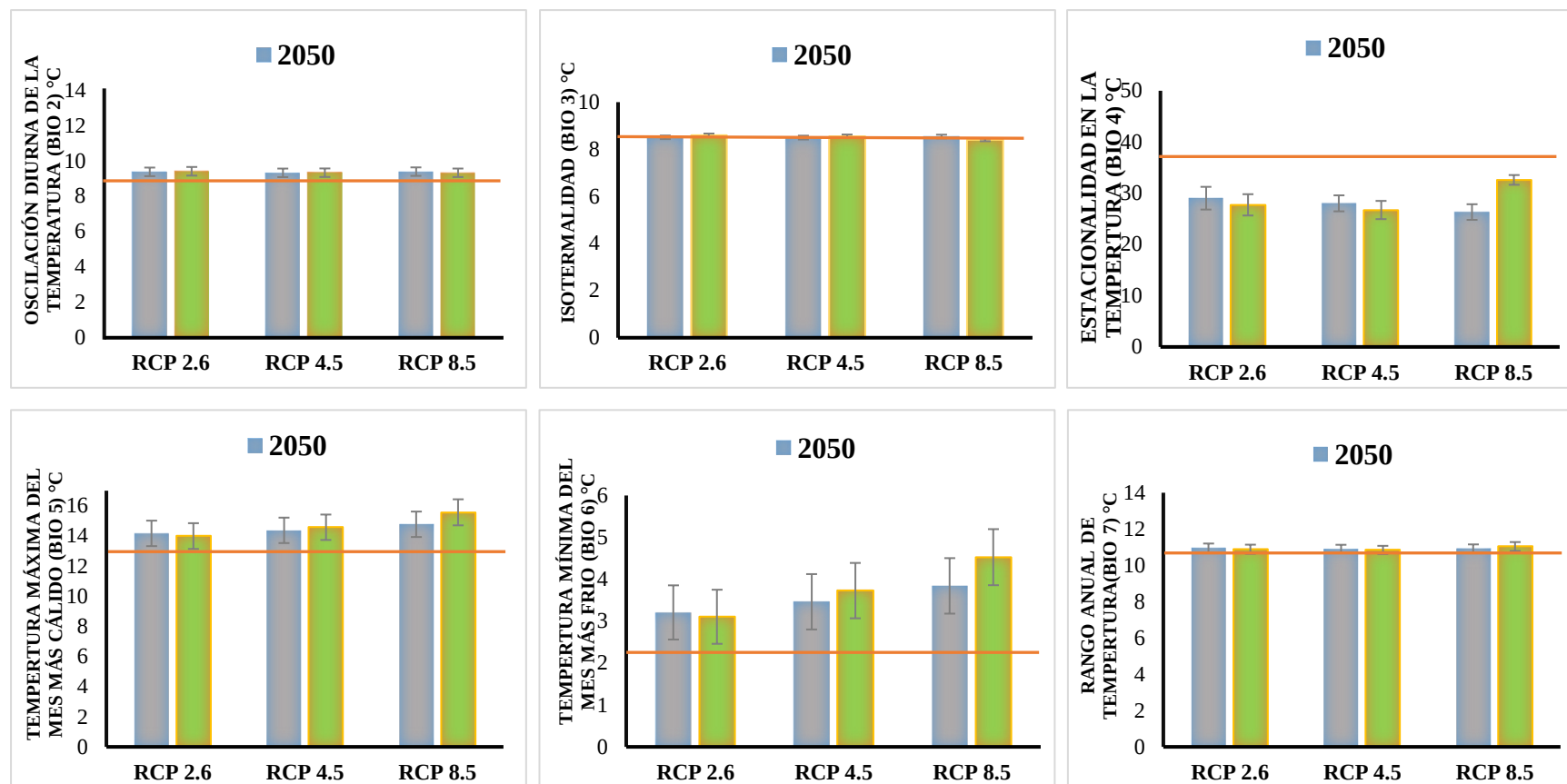


Figura 65. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura: Bio 2 (rango de temperaturas diurnas), Bio 3 (isotermalidad), Bio 4 (estacionalidad en la temperatura), Bio 5 (temperatura máxima del mes más cálido) Bio 6 (temperatura mínima del mes más frío), Bio 7 (rango anual de temperatura) para el laboratorio NorESM1-ME en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.

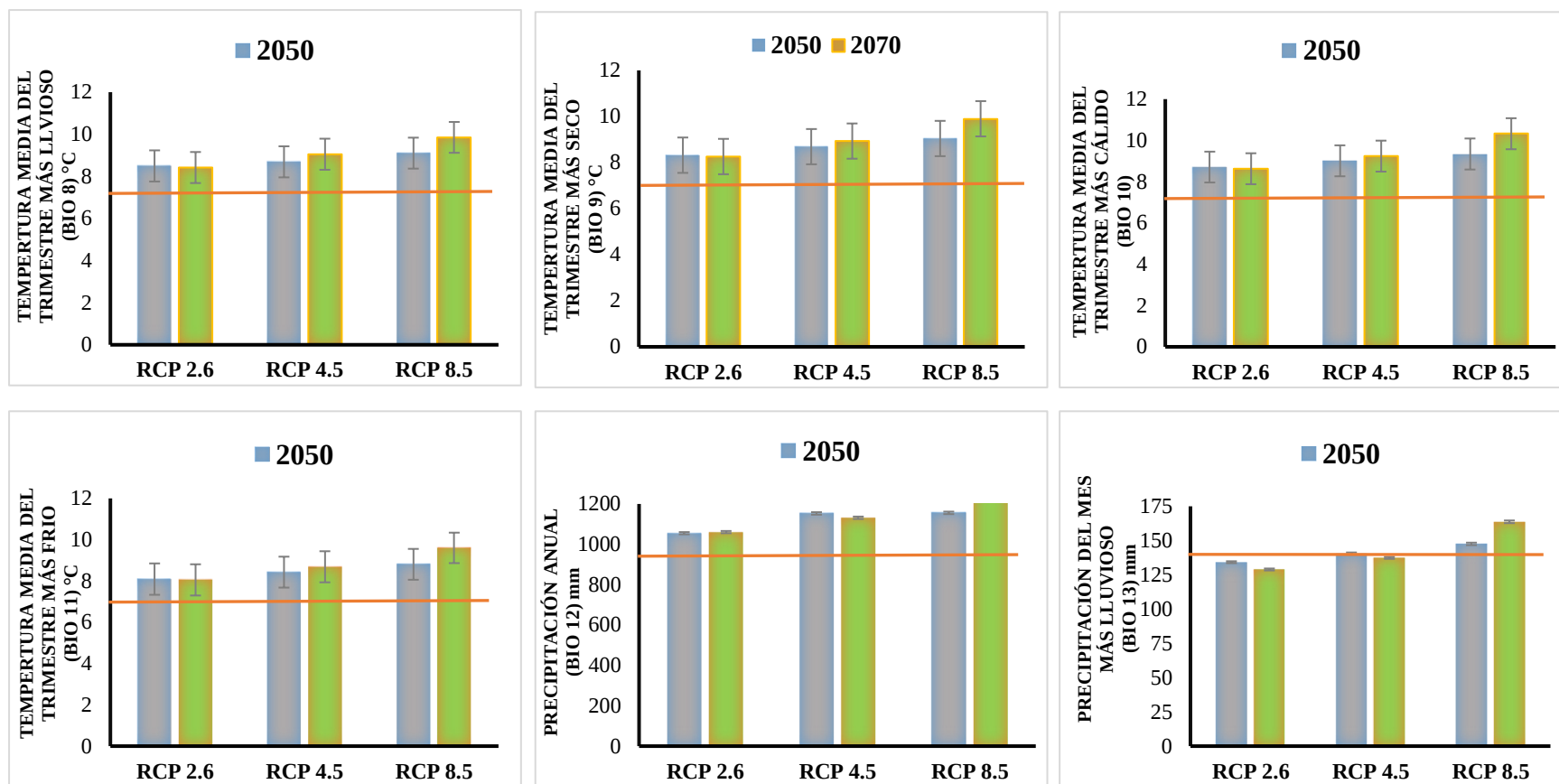


Figura 66. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 8 (temperatura media del trimestre más lluvioso), Bio 9 (temperatura media del trimestre más seco), Bio 10 (temperatura media del trimestre más cálido), Bio 11 (temperatura media del trimestre más frío) y las variables de precipitación Bio 12 (precipitación media anual) y Bio 13 (precipitación del mes más lluvioso) para el laboratorio NorESM1-ME en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente.

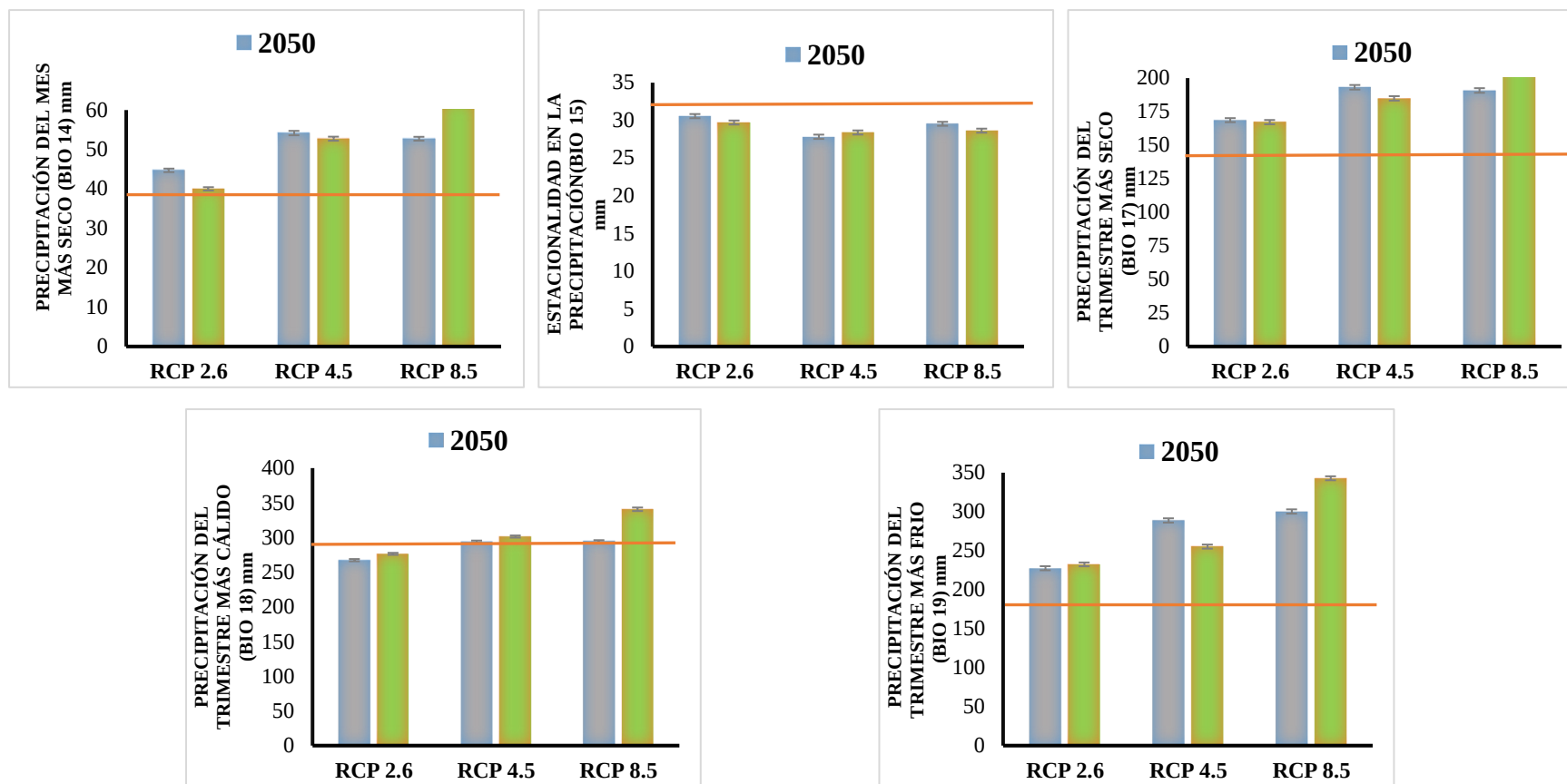


Figura 67. Comportamiento de las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación: Bio 14 (precipitación del mes más seco) Bio 15 (estacionalidad en la precipitación), Bio 17 (precipitación del trimestre más seco) y Bio 18 (Precipitación del trimestre más cálido) y Bio 19 (Precipitación del trimestre más frío) para el laboratorio NorESM1-ME en cada escenario de cambio climático 2050 y 2070 respecto al presente

Anexo 3. Extensión territorial en los sitios de dormideros, forrajeo y distribución, en la zona de estudio y en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en escenarios de cambio climático, de acuerdo a los laboratorios escogidos.

Tabla 10. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR.

Provincias del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	IPSL-CM5A-LR													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión (Km ²)	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Azuay	8367,74	89,89	7521,81	87,76	7343,91	86,12	7206,33	85,27	7135,17	86,80	7263,26	85,78	7177,87	76,48	6399,83
Bolívar	3924,75	50,28	1973,56	38,98	1529,98	32,27	1266,68	30,40	1193,15	37,59	1475,42	30,64	1202,64	22,42	880,04
Cañar	3330,51	74,43	2478,81	71,65	2386,30	69,73	2322,25	69,80	2324,62	70,79	2357,83	69,80	2324,62	64,03	2132,49
Carchi	3745,10	73,16	2739,73	70,30	2632,99	70,43	2637,74	70,37	2635,36	69,73	2611,64	70,05	2623,50	67,01	2509,64
Cotopaxi	6135,88	61,35	3764,47	54,63	3351,73	54,74	3358,84	54,93	3370,70	55,32	3394,42	54,78	3361,21	57,80	3546,24
Chimborazo	6488,28	95,57	6200,57	93,88	6091,46	92,82	6022,67	91,14	5913,56	93,34	6055,88	91,65	5946,76	84,49	5481,84
El Oro	2682,80	35,46	951,20	26,61	713,99	24,31	652,32	22,81	611,99	26,97	723,48	23,87	640,46	14,85	398,51
Imbabura	4622,64	71,63	3311,40	66,96	3095,54	65,48	3026,75	66,20	3059,96	66,71	3083,68	64,50	2981,68	61,88	2860,71
Loja	11034,90	49,25	5434,40	37,42	4129,76	33,32	3676,70	30,80	3399,17	36,35	4011,16	32,95	3636,37	25,67	2832,24
Morona Santiago	16711,20	18,88	3154,84	15,46	2583,18	11,77	1966,44	10,43	1743,47	13,43	2243,97	11,51	1923,74	6,53	1091,15
Napo	12021,60	39,64	4765,48	36,48	4385,95	33,41	4015,90	29,52	3548,61	35,10	4219,90	31,83	3826,14	16,67	2004,39
Pichincha	8214,46	69,13	5678,72	64,39	5289,70	63,10	5182,96	63,59	5223,28	64,11	5265,98	62,46	5130,77	54,84	4504,55
Tungurahua	3392,70	83,90	2846,48	78,73	2670,94	77,33	2623,50	77,47	2628,25	82,01	2782,43	76,84	2606,90	67,68	2296,16
Zamora Chinchipe	10627,20	55,80	5930,16	43,88	4663,48	36,45	3873,58	29,95	3183,31	41,61	4421,53	35,80	3804,79	20,31	2158,58
Sucumbíos	3750,23	56,93	2134,86	53,64	2011,51	48,39	1814,63	45,41	1703,14	52,06	1952,21	47,25	1771,93	26,95	1010,50

Tabla 11. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático GISS-E2-R.

Provincias del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	GISS-E2-R													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión (Km ²)	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Azuay	8367,74	89,89	7521,81	87,59	7329,68	87,11	7289,35	86,35	7225,31	86,97	7277,49	85,89	7187,35	83,68	7002,33
Bolívar	3924,75	50,28	1973,56	31,07	1219,24	25,81	1012,87	20,61	808,87	30,76	1207,38	19,58	768,55	15,35	602,50
Cañar	3330,51	74,43	2478,81	69,51	2315,13	68,52	2281,93	65,81	2191,79	69,73	2322,25	65,45	2179,93	60,68	2021,00
Carchi	3745,10	73,16	2739,73	74,04	2772,94	74,30	2782,43	76,20	2853,59	73,16	2739,73	74,99	2808,52	76,01	2846,48
Cotopaxi	6135,88	61,35	3764,47	59,57	3655,35	58,76	3605,54	58,10	3565,21	58,99	3619,77	57,64	3536,75	55,98	3434,75
Chimborazo	6488,28	95,57	6200,57	93,15	6044,02	91,65	5946,76	90,78	5889,84	92,71	6015,55	90,16	5849,51	86,68	5624,16
El Oro	2682,80	35,46	951,20	30,42	815,99	28,65	768,55	24,67	661,81	27,23	730,596	24,58	659,43	24,40	654,69
Imbabura	4622,64	71,63	3311,40	70,10	3240,24	70,10	3240,24	72,66	3358,84	68,45	3164,33	69,68	3221,26	72,87	3368,33
Loja	11034,90	49,25	5434,40	40,31	4447,62	37,21	4106,04	34,59	3816,65	38,03	4196,18	33,86	3736,00	36,59	4037,25
Morona Santiago	16711,20	18,88	3154,84	15,78	2637,74	13,68	2286,67	15,02	2509,64	16,25	2716,01	12,63	2111,14	12,24	2044,72
Napo	12021,60	39,64	4765,48	37,96	4563,85	36,31	4364,60	38,36	4611,29	38,08	4578,08	35,44	4260,23	37,92	4559,11
Pichincha	8214,46	69,13	5678,72	62,37	5123,66	60,47	4967,10	61,80	5076,22	61,39	5043,01	58,59	4812,92	58,94	4841,38
Tungurahua	3392,70	83,90	2846,48	88,37	2998,29	86,00	2917,64	87,96	2984,06	88,65	3007,78	83,76	2841,73	85,02	2884,43
Zamora Chinchi	10627,20	55,80	5930,16	41,29	4388,32	33,12	3520,14	27,88	2962,71	42,77	4544,87	26,43	2808,52	28,62	3040,99
Sucumbíos	3750,23	56,93	2134,86	58,38	2189,41	55,60	2085,04	59,08	2215,51	57,56	2158,58	55,03	2063,70	59,46	2229,74

Tabla 12. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático MIROC-ESM.

Provincias del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	MIROC-ESM													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión (Km ²)	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Azuay	8367,74	89,89	7521,81	88,42	7398,47	13,58	1136,22	85,27	7135,17	86,60	7246,66	85,75	7175,49	78,21	6544,52
Bolívar	3924,75	50,28	1973,56	41,82	1641,47	36,75	1442,21	33,60	1318,87	37,47	1470,68	30,64	1202,64	22,66	889,52
Cañar	3330,51	74,43	2478,81	72,65	2419,51	12,89	429,34	69,66	2319,88	70,79	2357,83	69,37	2310,39	65,81	2191,79
Carchi	3745,10	73,16	2739,73	71,38	2673,32	30,66	1148,08	69,35	2597,41	70,30	2632,99	70,30	2632,99	66,88	2504,90
Cotopaxi	6135,88	61,35	3764,47	56,79	3484,56	17,98	1103,01	58,72	3603,17	55,44	3401,54	57,95	3555,72	58,07	3562,84
Chimborazo	6488,28	95,57	6200,57	94,36	6122,30	5,26	341,58	91,87	5961,00	93,30	6053,51	92,28	5987,09	85,55	5550,63
El Oro	2682,80	35,46	951,20	30,77	825,48	44,47	1193,15	26,26	704,50	28,65	768,55	25,64	687,90	20,87	559,81
Imbabura	4622,64	71,63	3311,40	66,86	3090,80	30,07	1390,03	64,09	2962,71	66,30	3064,71	64,60	2986,43	57,47	2656,71
Loja	11034,90	49,25	5434,40	42,67	4708,55	46,30	5109,43	34,48	3804,79	38,97	4300,55	35,96	3968,46	28,72	3169,08
Morona Santiago	16711,20	18,88	3154,84	14,41	2407,64	59,63	9965,04	9,00	1503,89	11,26	1881,05	10,48	1750,58	5,89	984,41
Napo	12021,60	39,64	4765,48	37,02	4449,99	31,91	3835,63	32,60	3918,65	35,50	4267,34	34,77	4179,58	23,90	2872,57
Pichincha	8214,46	69,13	5678,72	63,62	5225,66	22,70	1864,44	61,02	5012,17	63,56	5220,91	61,07	5016,92	54,11	4445,25
Tungurahua	3392,70	83,90	2846,48	80,68	2737,36	6,15	208,74	80,75	2739,73	79,08	2682,80	81,24	2756,34	72,01	2443,23
Zamora Chinchi	10627,20	55,80	5930,16	41,36	4395,43	57,21	6079,60	24,82	2637,74	35,36	3757,35	30,62	3254,47	16,47	1750,58
Sucumbíos	3750,23	56,93	2134,86	55,41	2077,93	40,54	1520,49	51,49	1930,86	54,14	2030,49	54,02	2025,74	45,67	1712,63

Tabla 13. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático NorESM1-ME.

Provincias del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	NorESM1-ME													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión (Km ²)	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Azuay	8367,74	89,89	7521,81	87,23	7298,84	85,98	7194,47	85,78	7177,87	87,59	7329,68	85,58	7161,26	79,18	6625,17
Bolívar	3924,75	50,28	1973,56	39,59	1553,70	33,36	1309,38	32,82	1288,03	41,22	1617,75	30,70	1205,01	20,73	813,62
Cañar	3330,51	74,43	2478,81	70,87	2360,20	69,51	2315,13	69,58	2317,51	71,36	2376,81	69,09	2300,90	64,60	2151,46
Carchi	3745,10	73,16	2739,73	64,29	2407,64	61,50	2303,27	59,73	2236,86	65,74	2462,20	63,91	2393,41	55,10	2063,70
Cotopaxi	6135,88	61,35	3764,47	59,30	3638,75	59,61	3657,72	59,42	3645,86	58,68	3600,79	59,34	3641,12	57,49	3527,26
Chimborazo	6488,28	95,57	6200,57	94,25	6115,18	92,35	5991,83	92,39	5994,21	94,51	6131,79	92,09	5975,23	85,66	5557,75
El Oro	2682,80	35,46	951,20	26,44	709,25	23,34	626,23	24,14	647,57	26,61	713,99	19,63	526,60	13,09	351,07
Imbabura	4622,64	71,63	3311,40	61,73	2853,59	59,22	2737,36	58,19	2689,92	62,81	2903,41	60,35	2789,55	49,62	2293,79
Loja	11034,90	49,25	5434,40	33,66	3714,65	31,56	3482,19	32,20	3553,35	37,34	4120,28	27,34	3017,27	22,61	2495,41
Morona Santiago	16711,20	18,88	3154,84	14,00	2338,86	11,51	1923,74	11,43	1909,51	14,98	2502,53	11,45	1914,26	7,55	1261,94
Napo	12021,60	39,64	4765,48	34,73	4174,83	31,22	3752,61	30,29	3641,12	34,75	4177,20	31,31	3764,47	21,51	2585,55
Pichincha	8214,46	69,13	5678,72	61,77	5073,84	58,88	4836,64	58,48	4803,43	62,66	5147,38	58,62	4815,29	49,70	4082,32
Tungurahua	3392,70	83,90	2846,48	82,29	2791,92	79,64	2701,78	79,57	2699,41	82,01	2782,43	80,82	2742,11	71,25	2417,13
Zamora Chinchipe	10627,20	55,80	5930,16	31,16	3311,40	24,58	2611,64	28,95	3076,57	42,34	4499,81	21,34	2267,69	16,16	1717,37
Sucumbíos	3750,23	56,93	2134,86	50,54	1895,28	44,59	1672,31	42,57	1596,40	49,97	1873,93	45,29	1698,40	32,07	1202,64

Tabla 14. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR.

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	IPSL-CM5A-LR													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cajas	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77
Cotopaxi	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89
Podocarpus	1385,40	98,58	1365,75	87,23	1208,54	78,01	1080,81	70,21	972,73	48,23	668,14	77,30	1070,98	49,65	687,79
Sangay	4883,28	55,94	2731,49	45,88	2240,22	36,22	1768,59	33,40	1631,04	43,66	2132,14	35,41	1729,29	36,62	1788,24
Sumaco															
Napo- Galeras	1650,69	3,57	58,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antisana	1208,54	81,30	982,55	75,61	913,77	66,67	805,69	59,35	717,26	78,86	953,08	60,16	727,09	77,24	933,42
El Ángel	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38
Cayambe Coca	4067,77	75,60	3075,39	70,29	2859,23	62,80	2554,64	56,52	2299,17	76,81	3124,52	61,35	2495,68	77,54	3153,99
Cofán Bermejo	78,60	62,50	49,13	12,50	9,83	0,00	0,00	0,00	0,00	62,50	49,13	0,00	0,00	62,50	49,13
Cotacachi Cayapas	353,72	94,44	334,07	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	97,22	343,89	91,67	324,24	97,22	343,89
Los Ilinizas	1306,79	43,61	569,88	34,59	451,97	32,33	422,50	31,58	412,67	30,83	402,85	30,83	402,85	25,56	334,07
Pululahua	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30
Chimborazo	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06
El Boliche	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83
El Cóndor	19,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Zarza	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Quimi	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yacuri	442,15	97,78	432,32	91,11	402,85	91,11	402,85	82,22	363,54	86,67	383,20	91,11	402,85	88,89	393,02
Cerro Plateado	235,81	87,50	206,34	70,83	167,03	58,33	137,56	41,67	98,26	12,50	29,48	50,00	117,91	25,00	58,95
Quimsacocha	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	IPSL-CM5A-LR													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Llanganates	1925,80	82,14	1581,91	79,08	1522,96	71,94	1385,40	64,29	1238,02	79,08	1522,96	68,88	1326,45	76,02	1464,00
Coloso Chalupas	913,77	36,56	334,07	34,41	314,42	32,26	294,77	24,73	225,99	36,56	334,07	29,03	265,29	32,26	294,77
Siete Iglesias	157,21	68,75	108,08	62,50	98,26	56,25	88,43	43,75	68,78	62,50	98,26	56,25	88,43	56,25	88,43
Rio Negro Sopladora	316,61	56,25	178,09	50,00	158,31	28,13	89,05	15,63	49,47	50,00	158,31	25,00	79,15	0,00	0,00
La Bonita	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	61,82	336,40
Paschoa	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89
Bellavista	9,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Pérez de Castilla	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05
Cordillera Oriental del Carchi	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	88,89	158,31

Tabla 15. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático GISS-E2-R.

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	GISS-E2-R													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cajas	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77
Cotopaxi	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89
Podocarpus	1385,40	98,58	1365,75	70,21	972,73	62,41	864,65	48,23	668,14	82,27	1139,76	48,23	668,14	49,65	687,79
Sangay	4883,28	55,94	2731,49	33,40	1631,04	45,67	2230,39	43,66	2132,14	46,48	2269,70	38,23	1866,85	36,62	1788,24
Sumaco Napo- Galeras	1650,69	3,57	58,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	9,83	0,00	0,00	0,00	0,00

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	GISS-E2-R													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Antisana	1208,54	81,30	982,55	59,35	717,26	77,24	933,42	78,86	953,08	76,42	923,60	70,73	854,82	77,24	933,42
El Ángel	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38
Cayambe Coca	4067,77	75,60	3075,39	56,52	2299,17	73,91	3006,61	76,81	3124,52	74,64	3036,09	71,01	2888,70	77,54	3153,99
Cofán Bermejo	78,60	62,50	49,13	0,00	0,00	37,50	29,48	62,50	49,13	37,50	29,48	37,50	29,48	62,50	49,13
Cotacachi Cayapas	353,72	94,44	334,07	91,67	324,24	88,89	314,42	97,22	343,89	94,44	334,07	97,22	343,89	97,22	343,89
Los Ilinizas	1306,79	43,61	569,88	31,58	412,67	27,07	353,72	30,83	402,85	30,08	393,02	30,08	393,02	25,56	334,07
Pululahua	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	75,00	29,48	100,00	39,30	100,00	39,30
Chimborazo	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06
El Boliche	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83
El Cóndor	19,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Zarza	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Quimi	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yacuri	442,15	97,78	432,32	82,22	363,54	88,89	393,02	86,67	383,20	93,33	412,67	86,67	383,20	88,89	393,02
Cerro Plateado	235,81	87,50	206,34	41,67	98,26	33,33	78,60	12,50	29,48	75,00	176,86	12,50	29,48	25,00	58,95
Quimsacocha	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30
Llanganates	1925,80	82,14	1581,91	64,29	1238,02	78,06	1503,30	79,08	1522,96	80,61	1552,43	71,94	1385,40	76,02	1464,00
Coloso Chalupas	913,77	36,56	334,07	24,73	225,99	36,56	334,07	36,56	334,07	35,48	324,24	32,26	294,77	32,26	294,77
Siete Iglesias	157,21	68,75	108,08	43,75	68,78	75,00	117,91	62,50	98,26	62,50	98,26	56,25	88,43	56,25	88,43
Rio Negro Sopladora	316,61	56,25	178,09	15,63	49,47	59,38	187,99	50,00	158,31	59,38	187,99	37,50	118,73	12,50	39,58
La Bonita	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18
Pasocha	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89
Bellavista	9,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Perez de Castilla	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km²)	Presente		GISS-E2-R											
				2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cordillera Oriental del Carchi	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09

Tabla 16. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático MIROC-ESM.

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km²)	Presente		MIROC-ESM											
				2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cajas	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	0,00	0,00	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77
Cotopaxi	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	0,00	0,00	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89
Podocarpus	1385,40	98,58	1365,75	83,69	1159,41	21,99	304,59	51,06	707,44	69,50	962,90	60,28	835,17	29,08	402,85
Sangay	4883,28	55,94	2731,49	46,68	2279,52	23,34	1139,76	33,40	1631,04	37,22	1817,72	36,02	1758,77	28,17	1375,57
Sumaco															
Napo- Galeras	1650,69	3,57	58,95	0,00	0,00	57,14	943,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antisana	1208,54	81,30	982,55	76,42	923,60	8,13	98,26	65,85	795,87	70,73	854,82	70,73	854,82	45,53	550,23
El Ángel	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	0,00	0,00	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38
Cayambe Coca	4067,77	75,60	3075,39	72,71	2957,48	26,57	1080,81	64,73	2633,24	69,57	2829,75	69,08	2810,10	49,76	2024,06
Cofán Bermejo	78,60	62,50	49,13	37,50	29,48	62,50	49,13	12,50	9,83	25,00	19,65	25,00	19,65	0,00	0,00
Cotacachi Cayapas	353,72	94,44	334,07	91,67	324,24	8,33	29,48	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	69,44	245,64
Los Ilinizas	1306,79	43,61	569,88	34,59	451,97	30,83	402,85	30,83	402,85	33,08	432,32	31,58	412,67	30,08	393,02
Pululahua	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	25,00	9,83	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	75,00	29,48
Chimborazo	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	0,00	0,00	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	MIROC-ESM													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
El Boliche	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	0,00	0,00	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83
El Cóndor	19,65	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	9,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Zarza	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Quimi	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	44,44	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yacuri	442,15	97,78	432,32	95,56	422,50	0,00	0,00	86,67	383,20	95,56	422,50	91,11	402,85	86,67	383,20
Cerro Plateado	235,81	87,50	206,34	45,83	108,08	37,50	88,43	0,00	0,00	4,17	9,83	0,00	0,00	0,00	0,00
Quimsacocha	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	0,00	0,00	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30
Llanganates	1925,80	82,14	1581,91	79,08	1522,96	11,73	225,99	67,35	1296,97	75,00	1444,35	70,41	1355,92	50,51	972,73
Coloso Chalupas	913,77	36,56	334,07	34,41	314,42	48,39	442,15	26,88	245,64	32,26	294,77	31,18	284,94	15,05	137,56
Siete Iglesias	157,21	68,75	108,08	56,25	88,43	25,00	39,30	31,25	49,13	43,75	68,78	43,75	68,78	0,00	0,00
Rio Negro Sopladora	316,61	56,25	178,09	46,88	148,41	12,50	39,58	0,00	0,00	18,75	59,36	31,25	98,94	0,00	0,00
La Bonita	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	1,82	9,89	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18
Paschoa	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	0,00	0,00	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89
Bellavista	9,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Perez de Castilla	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	0,00	0,00	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05
Cordillera Oriental del Carchi	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	0,00	0,00	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09

Tabla 17. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de dormideros para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático NorESM1-ME.

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	Presente		NorESM1-ME											
				2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cajas	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77
Cotopaxi	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89
Podocarpus	1385,40	98,58	1365,75	64,54	894,12	55,32	766,39	63,83	884,30	85,11	1179,06	43,26	599,36	32,62	451,97
Sangay	4883,28	55,94	2731,49	43,06	2102,66	37,42	1827,55	36,42	1778,42	44,87	2191,09	36,82	1798,07	29,38	1434,53
Sumaco															
Napo- Galeras	1650,69	3,57	58,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antisana	1208,54	81,30	982,55	70,73	854,82	64,23	776,22	63,41	766,39	69,11	835,17	64,23	776,22	45,53	550,23
El Ángel	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38
Cayambe Coca	4067,77	75,60	3075,39	66,18	2692,19	58,94	2397,43	55,07	2240,22	65,46	2662,72	59,18	2407,25	41,06	1670,34
Cofán Bermejo	78,60	62,50	49,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cotacachi Cayapas	353,72	94,44	334,07	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	58,33	206,34
Los Ilinizas	1306,79	43,61	569,88	34,59	451,97	33,08	432,32	30,83	402,85	34,59	451,97	30,08	393,02	29,32	383,20
Pululahua	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	75,00	29,48	75,00	29,48	100,00	39,30	75,00	29,48	25,00	9,83
Chimborazo	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06
El Boliche	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83
El Cóndor	19,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Zarza	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Quimi	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yacuri	442,15	97,78	432,32	82,22	363,54	86,67	383,20	88,89	393,02	86,67	383,20	75,56	334,07	68,89	304,59
Cerro Plateado	235,81	87,50	206,34	25,00	58,95	16,67	39,30	29,17	68,78	70,83	167,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Quimsacocha	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	NorESM1-ME													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Llanganates	1925,80	82,14	1581,91	73,47	1414,88	64,29	1238,02	63,78	1228,19	76,02	1464,00	66,84	1287,14	47,45	913,77
Coloso Chalupas	913,77	36,56	334,07	32,26	294,77	26,88	245,64	25,81	235,81	32,26	294,77	24,73	225,99	11,83	108,08
Siete Iglesias	157,21	68,75	108,08	50,00	78,60	43,75	68,78	43,75	68,78	62,50	98,26	43,75	68,78	31,25	49,13
Rio Negro Sopladora	316,61	56,25	178,09	46,88	148,41	21,88	69,26	21,88	69,26	50,00	158,31	25,00	79,15	0,00	0,00
La Bonita	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	87,27	474,92
Paschoa	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89
Bellavista	9,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Perez de Castilla	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05
Cordillera Oriental del Carchi	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09

Tabla 18. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR.

Provincias del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	IPSL-CM5A-LR													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión (Km ²)	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Azuay	8367,74	91,68	7671,26	88,27	7386,61	86,18	7211,07	84,96	7109,08	87,17	7294,10	85,61	7163,63	73,34	6136,53
Bolívar	3924,75	52,40	2056,58	39,41	1546,59	32,64	1280,91	30,52	1197,89	37,47	1470,68	31,25	1226,36	23,09	906,13
Cañar	3330,51	75,85	2526,25	72,36	2410,02	69,58	2317,51	69,66	2319,88	71,36	2376,81	70,01	2331,74	63,03	2099,28
Carchi	3745,10	73,54	2753,97	71,19	2666,20	69,67	2609,27	69,80	2614,01	70,05	2623,50	70,05	2623,50	63,65	2383,92
Cotopaxi	6135,88	64,37	3949,49	55,40	3399,17	55,36	3396,80	55,51	3406,28	56,06	3439,49	55,59	3411,03	57,56	3532,00
Chimborazo	6488,28	96,99	6293,09	94,29	6117,55	92,53	6003,69	91,03	5906,44	93,48	6065,37	91,22	5918,30	83,76	5434,40
El Oro	2682,80	39,26	1053,20	25,91	695,02	23,25	623,85	19,81	531,34	26,44	709,25	21,75	583,53	12,20	327,35
Imbabura	4622,64	73,02	3375,45	67,17	3105,03	64,55	2984,06	63,99	2957,96	67,12	3102,66	62,96	2910,52	57,47	2656,71
Loja	11034,90	52,88	5835,28	36,41	4018,28	32,14	3546,24	28,05	3095,54	35,34	3899,67	31,36	3460,84	22,55	2488,30
Morona Santiago	16711,20	16,93	2829,87	14,93	2495,41	11,28	1885,79	10,06	1681,79	12,90	2156,21	10,62	1774,30	6,30	1053,20
Napo	12021,60	37,98	4566,22	35,99	4326,64	32,30	3883,07	26,99	3244,98	34,79	4181,95	29,40	3534,38	13,69	1646,21
Pichincha	8214,46	69,85	5738,02	64,68	5313,42	63,38	5206,68	63,38	5206,68	64,14	5268,35	62,32	5118,91	50,85	4177,20
Tungurahua	3392,70	88,03	2986,43	78,87	2675,69	77,05	2614,01	75,44	2559,46	82,50	2799,04	76,14	2583,18	66,00	2239,23
Zamora Chinchi	10627,20	57,99	6162,62	39,62	4210,41	28,26	3003,03	23,68	2516,76	39,40	4186,69	26,81	2848,85	18,28	1942,72
Sucumbíos	3750,23	54,90	2058,95	53,76	2016,25	47,82	1793,28	44,72	1677,05	51,87	1945,09	46,17	1731,61	24,92	934,59

Tabla 19. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático GISS-E2-R.

Provincias del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	GISS-E2-R													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión (Km ²)	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Azuay	8367,74	91,68	7671,26	88,67	7419,82	87,34	7308,33	86,60	7246,66	87,62	7332,05	86,23	7215,82	82,66	6916,94
Bolívar	3924,75	52,40	2056,58	29,61	1162,31	24,24	951,20	19,52	766,18	30,46	1195,52	18,25	716,36	12,99	509,99
Cañar	3330,51	75,85	2526,25	70,37	2343,60	68,37	2277,18	65,74	2189,41	69,37	2310,39	65,60	2184,67	59,97	1997,28
Carchi	3745,10	73,54	2753,97	75,56	2829,87	74,87	2803,78	76,13	2851,22	72,90	2730,25	75,82	2839,36	74,36	2784,80
Cotopaxi	6135,88	64,37	3949,49	59,84	3671,95	58,45	3586,56	58,14	3567,58	59,26	3636,37	57,45	3524,89	55,86	3427,63
Chimborazo	6488,28	96,99	6293,09	92,97	6032,16	91,18	5915,93	90,56	5875,60	93,04	6036,90	89,53	5809,18	86,28	5598,07
El Oro	2682,80	39,26	1053,20	29,89	801,76	27,41	735,34	23,87	640,46	28,56	766,18	24,14	647,57	22,28	597,76
Imbabura	4622,64	73,02	3375,45	71,07	3285,31	69,94	3233,12	71,89	3323,26	69,27	3202,29	69,68	3221,26	70,25	3247,36
Loja	11034,90	52,88	5835,28	42,65	4706,17	38,48	4245,99	34,54	3811,91	39,64	4374,09	34,57	3814,28	33,83	3733,63
Morona Santiago	16711,20	16,93	2829,87	14,96	2500,16	13,00	2172,81	14,42	2410,02	15,26	2549,97	12,07	2016,25	11,91	1990,16
Napo	12021,60	37,98	4566,22	37,53	4511,67	36,35	4369,34	38,20	4592,32	37,65	4525,90	34,94	4200,93	37,69	4530,64
Pichincha	8214,46	69,85	5738,02	62,14	5104,68	60,32	4955,24	61,94	5088,08	61,77	5073,84	58,39	4796,31	58,74	4824,78
Tungurahua	3392,70	88,03	2986,43	87,68	2974,57	85,30	2893,92	87,82	2979,31	88,03	2986,43	82,36	2794,29	84,04	2851,22
Zamora Chinchipec	10627,20	57,99	6162,62	38,95	4139,25	28,88	3069,45	25,80	2742,11	40,98	4355,11	24,55	2609,27	24,95	2651,97
Sucumbíos	3750,23	54,90	2058,95	58,19	2182,30	55,66	2087,42	59,08	2215,51	56,61	2123,00	54,52	2044,72	59,20	2220,25

Tabla 20. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático MIROC-ESM.

Provincias del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	MIROC-ESM													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión (Km ²)	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Azuay	8367,74	91,68	7671,26	88,22	7381,86	11,96	1001,01	84,62	7080,61	86,74	7258,52	85,81	7180,24	76,85	6430,67
Bolívar	3924,75	52,40	2056,58	40,07	1572,68	41,28	1620,12	33,54	1316,50	37,53	1473,05	31,01	1216,87	22,97	901,38
Cañar	3330,51	75,85	2526,25	72,58	2417,13	11,97	398,51	70,44	2345,97	71,08	2367,32	69,30	2308,02	64,74	2156,21
Carchi	3745,10	73,54	2753,97	71,32	2670,94	33,76	1264,31	69,61	2606,90	70,50	2640,11	69,73	2611,64	65,93	2469,32
Cotopaxi	6135,88	64,37	3949,49	57,64	3536,75	21,15	1297,52	59,19	3631,63	56,13	3444,24	58,61	3596,05	58,57	3593,68
Chimborazo	6488,28	96,99	6293,09	94,18	6110,44	6,07	393,76	91,47	5934,90	93,15	6044,02	91,76	5953,88	85,04	5517,42
El Oro	2682,80	39,26	1053,20	28,47	763,81	25,46	683,15	25,20	676,04	26,79	718,74	25,29	678,41	17,77	476,79
Imbabura	4622,64	73,02	3375,45	66,04	3052,85	32,53	1503,89	63,89	2953,22	65,84	3043,36	64,66	2988,80	55,83	2580,81
Loja	11034,90	52,88	5835,28	40,97	4521,15	23,50	2592,67	32,63	3600,79	36,48	4025,39	34,61	3819,02	24,74	2730,25
Morona Santiago	16711,20	16,93	2829,87	14,49	2421,88	48,99	8185,99	8,09	1352,08	10,75	1795,65	10,01	1672,31	5,48	915,62
Napo	12021,60	37,98	4566,22	37,43	4499,81	31,85	3828,51	31,81	3823,77	35,48	4264,97	33,96	4082,32	19,89	2391,04
Pichincha	8214,46	69,85	5738,02	63,21	5192,45	24,40	2004,39	61,33	5038,26	63,56	5220,91	61,31	5035,89	51,46	4227,02
Tungurahua	3392,70	88,03	2986,43	82,78	2808,52	6,01	204,00	79,43	2694,66	79,01	2680,43	81,03	2749,22	70,62	2395,78
Zamora Chinchiipe	10627,20	57,99	6162,62	39,93	4243,62	44,64	4744,13	20,85	2215,51	33,44	3553,35	27,70	2943,73	15,65	1662,82
Sucumbíos	3750,23	54,90	2058,95	56,80	2130,11	41,05	1539,47	50,92	1909,51	53,95	2023,37	53,51	2006,77	43,90	1646,21

Tabla 21. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático NorESM1-ME.

Provincias del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	NorESM1-ME													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión (Km ²)	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Azuay	8367,74	91,68	7671,26	87,65	7334,42	86,35	7225,31	86,01	7196,84	88,13	7374,75	85,78	7177,87	77,16	6456,76
Bolívar	3924,75	52,40	2056,58	38,86	1525,24	32,27	1266,68	32,52	1276,17	40,13	1575,05	30,64	1202,64	20,73	813,62
Cañar	3330,51	75,85	2526,25	71,29	2374,44	69,87	2326,99	70,01	2331,74	71,86	2393,41	69,30	2308,02	63,03	2099,28
Carchi	3745,10	73,54	2753,97	64,48	2414,76	61,31	2296,16	59,79	2239,23	65,93	2469,32	63,91	2393,41	53,84	2016,25
Cotopaxi	6135,88	64,37	3949,49	59,84	3671,95	59,57	3655,35	59,42	3645,86	59,30	3638,75	59,23	3634,00	57,49	3527,26
Chimborazo	6488,28	96,99	6293,09	94,14	6108,06	91,84	5958,62	91,76	5953,88	94,58	6136,53	91,62	5944,39	85,15	5524,54
El Oro	2682,80	39,26	1053,20	26,08	699,76	22,46	602,50	23,17	621,48	26,35	706,88	18,39	493,39	12,11	324,97
Imbabura	4622,64	73,02	3375,45	61,22	2829,87	58,70	2713,64	57,83	2673,32	62,96	2910,52	60,29	2787,18	47,72	2206,02
Loja	11034,90	52,88	5835,28	33,53	3700,42	31,19	3441,86	31,51	3477,45	37,34	4120,28	26,44	2917,64	20,89	2305,65
Morona Santiago	16711,20	16,93	2829,87	13,23	2210,76	10,89	1819,37	10,86	1814,63	14,38	2402,90	10,80	1805,14	7,21	1205,01
Napo	12021,60	37,98	4566,22	34,14	4103,67	28,99	3484,56	27,05	3252,10	34,21	4113,16	29,44	3539,12	17,25	2073,18
Pichincha	8214,46	69,85	5738,02	61,68	5066,73	58,82	4831,89	58,39	4796,31	62,58	5140,26	58,65	4817,66	45,51	3738,37
Tungurahua	3392,70	88,03	2986,43	83,20	2822,76	78,17	2651,97	78,24	2654,34	83,62	2836,99	79,29	2689,92	69,15	2345,97
Zamora Chinchi	10627,20	57,99	6162,62	27,50	2922,38	22,90	2433,74	24,46	2599,78	40,82	4338,50	20,24	2151,46	16,43	1745,84
Sucumbíos	3750,23	54,90	2058,95	50,35	1888,16	44,34	1662,82	41,75	1565,56	50,16	1881,05	44,91	1684,17	29,54	1107,75

Tabla 22. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR.

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	IPSL-CM5A-LR													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cajas	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77
Cotopaxi	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89
Podocarpus	1385,40	99,29	1375,57	82,98	1149,59	66,67	923,60	58,16	805,69	82,27	1139,76	65,96	913,77	41,84	579,71
Sangay	4883,28	52,72	2574,29	43,86	2141,96	35,41	1729,29	31,79	1552,43	38,83	1896,33	34,00	1660,51	27,77	1355,92
Sumaco															
Napo- Galeras	1650,69	1,79	29,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antisana	1208,54	78,05	943,25	75,61	913,77	61,79	746,74	52,03	628,83	69,92	845,00	56,10	677,96	19,51	235,81
El Ángel	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38
Cayambe Coca	4067,77	72,46	2947,66	69,81	2839,58	61,35	2495,68	49,28	2004,41	66,43	2702,02	55,31	2250,04	19,32	786,04
Cofán Bermejo	78,60	62,50	49,13	12,50	9,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cotacachi Cayapas	353,72	94,44	334,07	94,44	334,07	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	86,11	304,59
Los Ilinizas	1306,79	46,62	609,18	34,59	451,97	31,58	412,67	31,58	412,67	34,59	451,97	31,58	412,67	30,83	402,85
Pululahua	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30
Chimborazo	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06
El Boliche	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83
El Cóndor	19,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Zarza	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Quimi	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yacuri	442,15	82,22	363,54	91,11	402,85	86,67	383,20	84,44	373,37	88,89	393,02	86,67	383,20	75,56	334,07
Cerro Plateado	235,81	79,17	186,69	41,67	98,26	37,50	88,43	25,00	58,95	58,33	137,56	37,50	88,43	4,17	9,83
Quimsacocha	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km²)	Presente		IPSL-CM5A-LR											
				2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Llanganates	1925,80	81,12	1562,26	79,08	1522,96	69,90	1346,10	62,24	1198,71	78,57	1513,13	67,86	1306,79	33,16	638,66
Coloso Chalupas	913,77	32,26	294,77	33,33	304,59	32,26	294,77	24,73	225,99	31,18	284,94	31,18	284,94	7,53	68,78
Siete Iglesias	157,21	50,00	78,60	62,50	98,26	50,00	78,60	43,75	68,78	50,00	78,60	50,00	78,60	6,25	9,83
Rio Negro Sopladora	316,61	50,00	158,31	50,00	158,31	28,13	89,05	15,63	49,47	37,50	118,73	28,13	89,05	0,00	0,00
La Bonita	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	61,82	336,40
Paschoa	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89
Bellavista	9,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Perez de Castilla	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05
Cordillera Oriental del Carchi	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	77,78	138,52

Tabla 23. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático GISS-E2-R.

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km²)	Presente		GISS-E2-R											
				2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cajas	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77
Cotopaxi	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89
Podocarpus	1385,40	99,29	1375,57	78,01	1080,81	58,16	805,69	46,10	638,66	78,01	1080,81	46,81	648,48	48,23	668,14
Sangay	4883,28	52,72	2574,29	45,47	2220,57	38,43	1876,67	42,25	2063,36	45,47	2220,57	36,02	1758,77	35,21	1719,47
Sumaco Napo- Galeras	1650,69	1,79	29,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	GISS-E2-R													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Antisana	1208,54	78,05	943,25	78,05	943,25	73,17	884,30	78,86	953,08	77,24	933,42	66,67	805,69	77,24	933,42
El Ángel	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38
Cayambe Coca	4067,77	72,46	2947,66	76,09	3095,04	71,74	2918,18	76,33	3104,86	73,91	3006,61	69,57	2829,75	76,33	3104,86
Cofán Bermejo	78,60	62,50	49,13	62,50	49,13	37,50	29,48	62,50	49,13	37,50	29,48	25,00	19,65	62,50	49,13
Cotacachi Cayapas	353,72	94,44	334,07	94,44	334,07	94,44	334,07	97,22	343,89	94,44	334,07	94,44	334,07	97,22	343,89
Los Ilinizas	1306,79	46,62	609,18	30,83	402,85	30,83	402,85	30,08	393,02	30,83	402,85	29,32	383,20	25,56	334,07
Pululahua	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30
Chimborazo	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06
El Boliche	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83
El Cóndor	19,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Zarza	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Quimi	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yacuri	442,15	82,22	363,54	88,89	393,02	93,33	412,67	88,89	393,02	88,89	393,02	88,89	393,02	93,33	412,67
Cerro Plateado	235,81	79,17	186,69	54,17	127,73	25,00	58,95	12,50	29,48	62,50	147,38	12,50	29,48	12,50	29,48
Quimsacocha	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30
Llanganates	1925,80	81,12	1562,26	79,08	1522,96	76,53	1473,83	79,08	1522,96	78,57	1513,13	70,92	1365,75	76,53	1473,83
Coloso Chalupas	913,77	32,26	294,77	33,33	304,59	32,26	294,77	35,48	324,24	34,41	314,42	32,26	294,77	32,26	294,77
Siete Iglesias	157,21	50,00	78,60	62,50	98,26	56,25	88,43	62,50	98,26	62,50	98,26	56,25	88,43	56,25	88,43
Rio Negro Sopladora	316,61	50,00	158,31	53,13	168,20	43,75	138,52	50,00	158,31	53,13	168,20	28,13	89,05	31,25	98,94
La Bonita	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18
Pasocha	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89
Bellavista	9,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Perez de Castilla	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	GISS-E2-R													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cordillera Oriental del Carchi	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09

Tabla 24. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático MIROC-ESM.

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	MIROC-ESM													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cajas	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	0,00	0,00	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77
Cotopaxi	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	0,00	0,00	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89
Podocarpus	1385,40	99,29	1375,57	82,27	1139,76	17,73	245,64	46,10	638,66	65,96	913,77	56,03	776,22	31,91	442,15
Sangay	4883,28	52,72	2574,29	46,28	2259,87	21,73	1061,16	31,39	1532,78	36,22	1768,59	34,00	1660,51	27,16	1326,45
Sumaco Napo- Galeras	1650,69	1,79	29,48	0,00	0,00	57,74	953,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antisana	1208,54	78,05	943,25	78,05	943,25	7,32	88,43	60,98	736,91	69,92	845,00	65,85	795,87	39,84	481,45
El Ángel	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	13,33	19,65	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38
Cayambe Coca	4067,77	72,46	2947,66	73,19	2977,13	27,54	1120,11	63,29	2574,29	69,32	2819,92	67,87	2760,97	37,92	1542,61
Cofán Bermejo	78,60	62,50	49,13	37,50	29,48	75,00	58,95	0,00	0,00	37,50	29,48	25,00	19,65	0,00	0,00
Cotacachi Cayapas	353,72	94,44	334,07	91,67	324,24	8,33	29,48	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	52,78	186,69
Los Ilinizas	1306,79	46,62	609,18	32,33	422,50	36,09	471,63	31,58	412,67	33,08	432,32	31,58	412,67	30,83	402,85
Pululahua	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	0,00	0,00	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	50,00	19,65

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	MIROC-ESM													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Chimborazo	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	0,00	0,00	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06
El Boliche	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	0,00	0,00	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83
El Cóndor	19,65	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	9,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Zarza	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Quimi	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	11,11	9,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yacuri	442,15	82,22	363,54	100,00	442,15	0,00	0,00	88,89	393,02	95,56	422,50	93,33	412,67	86,67	383,20
Cerro Plateado	235,81	79,17	186,69	41,67	98,26	20,83	49,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Quimsacocha	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	0,00	0,00	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30
Llanganates	1925,80	81,12	1562,26	81,12	1562,26	11,73	225,99	64,29	1238,02	75,00	1444,35	67,35	1296,97	45,92	884,30
Coloso Chalupas	913,77	32,26	294,77	36,56	334,07	48,39	442,15	26,88	245,64	33,33	304,59	31,18	284,94	13,98	127,73
Siete Iglesias	157,21	50,00	78,60	62,50	98,26	18,75	29,48	25,00	39,30	43,75	68,78	50,00	78,60	0,00	0,00
Rio Negro Sopladora	316,61	50,00	158,31	56,25	178,09	0,00	0,00	0,00	0,00	18,75	59,36	15,63	49,47	0,00	0,00
La Bonita	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	98,18	534,28
Paschoa	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89
Bellavista	9,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Perez de Castilla	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05
Cordillera Oriental del Carchi	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09

Tabla 25. Registros de extensión territorial con presencia de sitios de forrajeo para el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático NorESM1-ME.

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	NorESM1-ME													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cajas	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77
Cotopaxi	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89
Podocarpus	1385,40	99,29	1375,57	58,87	815,52	55,32	766,39	56,74	786,04	83,69	1159,41	40,43	560,06	34,04	471,63
Sangay	4883,28	52,72	2574,29	39,44	1925,80	35,61	1739,12	35,41	1729,29	42,86	2092,84	35,41	1729,29	28,97	1414,88
Sumaco															
Napo- Galeras	1650,69	1,79	29,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antisana	1208,54	78,05	943,25	69,11	835,17	57,72	697,61	52,03	628,83	68,29	825,34	58,54	707,44	37,40	451,97
El Ángel	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38
Cayambe Coca	4067,77	72,46	2947,66	65,46	2662,72	54,83	2230,39	48,79	1984,76	64,01	2603,76	55,80	2269,70	28,26	1149,59
Cofán Bermejo	78,60	62,50	49,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cotacachi Cayapas	353,72	94,44	334,07	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	44,44	157,21
Los Ilinizas	1306,79	46,62	609,18	34,59	451,97	33,08	432,32	30,83	402,85	34,59	451,97	30,83	402,85	30,08	393,02
Pululahua	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	75,00	29,48	75,00	29,48	100,00	39,30	75,00	29,48	25,00	9,83
Chimborazo	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06
El Boliche	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83
El Cóndor	19,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Zarza	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Quimi	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yacuri	442,15	82,22	363,54	88,89	393,02	86,67	383,20	91,11	402,85	88,89	393,02	77,78	343,89	75,56	334,07
Cerro Plateado	235,81	79,17	186,69	20,83	49,13	12,50	29,48	25,00	58,95	58,33	137,56	4,17	9,83	0,00	0,00
Quimsacocha	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	NorESM1-ME													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Llanganates	1925,80	81,12	1562,26	74,49	1434,53	62,24	1198,71	62,76	1208,54	76,53	1473,83	63,78	1228,19	41,84	805,69
Coloso Chalupas	913,77	32,26	294,77	32,26	294,77	25,81	235,81	23,66	216,16	32,26	294,77	24,73	225,99	10,75	98,26
Siete Iglesias	157,21	50,00	78,60	56,25	88,43	43,75	68,78	43,75	68,78	62,50	98,26	43,75	68,78	31,25	49,13
Rio Negro Sopladora	316,61	50,00	158,31	46,88	148,41	21,88	69,26	18,75	59,36	50,00	158,31	21,88	69,26	0,00	0,00
La Bonita	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	78,18	425,45
Paschoa	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89
Bellavista	9,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Perez de Castilla	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05
Cordillera Oriental del Carchi	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	94,45	168,20

Tabla 26. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR.

Provincias del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	IPSL-CM5A-LR													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión (Km ²)	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Azuay	8367,74	91,87	7687,86	87,76	7343,91	88,50	7405,58	88,10	7372,37	88,93	7441,16	87,85	7351,03	84,70	7087,73
Bolívar	3924,75	55,60	2182,30	38,98	1529,98	44,72	1755,33	44,42	1743,47	45,87	1800,40	43,39	1703,14	36,99	1451,70
Cañar	3330,51	76,35	2542,85	71,65	2386,30	72,36	2410,02	71,72	2388,67	73,07	2433,74	71,29	2374,44	68,37	2277,18
Carchi	3745,10	74,99	2808,52	70,30	2632,99	74,30	2782,43	72,40	2711,27	73,92	2768,20	72,90	2730,25	70,88	2654,34
Cotopaxi	6135,88	66,38	4072,83	54,63	3351,73	61,39	3766,84	61,93	3800,05	61,97	3802,42	61,04	3745,49	61,12	3750,23
Chimborazo	6488,28	97,76	6342,90	93,88	6091,46	94,58	6136,53	94,69	6143,65	95,20	6176,85	94,29	6117,55	91,29	5923,04
El Oro	2682,80	42,26	1133,85	26,61	713,99	28,38	761,43	29,09	780,41	31,21	837,34	28,38	761,43	25,64	687,90
Imbabura	4622,64	76,66	3543,86	66,96	3095,54	72,97	3373,07	73,48	3396,80	73,99	3420,52	71,48	3304,29	70,51	3259,22
Loja	11034,90	59,84	6603,83	37,42	4129,76	44,50	4910,17	40,84	4506,92	47,21	5209,05	43,79	4831,89	35,81	3951,86
Morona Santiago	16711,20	19,28	3221,26	15,46	2583,18	15,67	2618,76	14,05	2348,34	17,25	2882,06	16,00	2673,32	9,14	1527,61
Napo	12021,60	41,12	4943,38	36,48	4385,95	37,35	4490,32	35,24	4236,51	37,75	4537,76	37,37	4492,69	24,15	2903,41
Pichincha	8214,46	74,96	6157,88	64,39	5289,70	70,83	5818,67	71,35	5861,37	71,18	5847,14	69,91	5742,77	67,74	5564,86
Tungurahua	3392,70	92,50	3138,24	78,73	2670,94	88,30	2995,92	87,54	2969,82	89,70	3043,36	88,72	3010,15	75,16	2549,97
Zamora Chinchi	10627,20	65,85	6997,59	43,88	4663,48	48,97	5204,31	44,51	4729,90	52,99	5631,28	48,70	5175,84	32,99	3505,91
Sucumbíos	3750,23	56,48	2118,25	53,64	2011,51	52,81	1980,67	50,22	1883,42	55,53	2082,67	52,81	1980,67	39,34	1475,42

Tabla 27. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático GISS-E2-R.

Provincias del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	GISS-E2-R													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión (Km ²)	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Azuay	8367,74	91,87	7687,86	90,00	7531,30	89,41	7481,49	88,98	7445,91	89,61	7498,09	87,93	7358,14	87,74	7341,54
Bolívar	3924,75	55,60	2182,30	41,16	1615,38	37,96	1489,66	32,27	1266,68	41,52	1629,61	31,31	1228,73	26,05	1022,36
Cañar	3330,51	76,35	2542,85	72,01	2398,16	71,72	2388,67	70,65	2353,09	72,22	2405,27	69,58	2317,51	68,09	2267,69
Carchi	3745,10	74,99	2808,52	77,15	2889,17	77,34	2896,29	78,79	2950,85	76,70	2872,57	75,94	2844,10	77,08	2886,80
Cotopaxi	6135,88	66,38	4072,83	61,58	3778,70	60,89	3736,00	60,42	3707,54	61,62	3781,07	59,53	3652,98	59,07	3624,51
Chimborazo	6488,28	97,76	6342,90	94,72	6146,02	94,18	6110,44	93,45	6063,00	94,80	6150,76	93,12	6041,65	91,58	5942,02
El Oro	2682,80	42,26	1133,85	35,63	955,94	34,66	929,85	31,03	832,59	33,95	910,87	31,03	832,59	31,12	834,97
Imbabura	4622,64	76,66	3543,86	76,46	3534,38	76,87	3553,35	79,74	3686,19	75,74	3501,17	75,33	3482,19	79,49	3674,33
Loja	11034,90	59,84	6603,83	55,72	6148,39	52,75	5821,04	50,52	5574,35	52,51	5794,95	49,16	5424,91	53,59	5913,56
Morona Santiago	16711,20	19,28	3221,26	18,21	3043,36	16,41	2742,11	18,10	3024,38	17,83	2979,31	16,17	2701,78	16,30	2723,13
Napo	12021,60	41,12	4943,38	41,06	4936,27	38,56	4635,01	41,24	4957,61	39,80	4784,45	38,54	4632,64	41,91	5038,26
Pichincha	8214,46	74,96	6157,88	69,82	5735,65	69,25	5688,21	70,08	5757,00	69,68	5723,79	67,72	5562,49	68,50	5626,54
Tungurahua	3392,70	92,50	3138,24	90,47	3069,45	88,03	2986,43	90,12	3057,59	90,19	3059,96	88,03	2986,43	89,21	3026,75
Zamora Chinchipe	10627,20	65,85	6997,59	53,35	5669,23	48,84	5190,08	46,36	4926,78	53,90	5728,53	45,62	4848,50	45,42	4827,15
Sucumbíos	3750,23	56,48	2118,25	59,90	2246,34	57,75	2165,69	60,85	2281,93	58,32	2187,04	57,50	2156,21	61,80	2317,51

Tabla 28. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático MIROC-ESM.

Provincias del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	MIROC-ESM													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión (Km ²)	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Azuay	8367,74	91,87	7687,86	89,89	7521,81	94,65	7920,32	88,47	7403,21	88,76	7426,93	88,10	7372,37	85,35	7142,28
Bolívar	3924,75	55,60	2182,30	48,35	1897,65	94,59	3712,28	45,21	1774,30	47,93	1881,05	41,76	1639,10	36,38	1427,98
Cañar	3330,51	76,35	2542,85	73,79	2457,46	84,68	2820,38	72,50	2414,76	73,15	2436,11	72,22	2405,27	69,51	2315,13
Carchi	3745,10	74,99	2808,52	74,30	2782,43	98,49	3688,56	73,03	2734,99	73,22	2742,11	74,04	2772,94	69,86	2616,39
Cotopaxi	6135,88	66,38	4072,83	62,59	3840,37	94,68	5809,18	62,16	3814,28	62,16	3814,28	61,00	3743,12	59,96	3679,07
Chimborazo	6488,28	97,76	6342,90	95,57	6200,57	99,84	6478,11	94,54	6134,16	95,27	6181,60	94,21	6112,81	91,40	5930,16
El Oro	2682,80	42,26	1133,85	37,22	998,64	95,58	2564,20	32,18	863,43	34,57	927,48	30,06	806,50	26,53	711,62
Imbabura	4622,64	76,66	3543,86	73,58	3401,54	99,19	4585,20	71,69	3313,77	73,02	3375,45	71,99	3328,01	65,12	3010,15
Loja	11034,90	59,84	6603,83	54,23	5984,72	96,80	10681,40	47,21	5209,05	50,47	5569,61	47,12	5199,56	38,95	4298,18
Morona Santiago	16711,20	19,28	3221,26	17,79	2972,20	97,91	16362,50	12,11	2023,37	14,85	2481,18	14,19	2372,06	9,48	1584,54
Napo	12021,60	41,12	4943,38	40,31	4846,13	99,33	11941,00	36,35	4369,34	38,48	4625,52	37,90	4556,73	31,71	3811,91
Pichincha	8214,46	74,96	6157,88	71,18	5847,14	99,80	8197,85	69,94	5745,14	70,86	5821,04	68,84	5655,00	65,46	5377,47
Tungurahua	3392,70	92,50	3138,24	91,45	3102,66	99,63	3380,19	87,26	2960,34	88,65	3007,78	88,37	2998,29	79,29	2689,92
Zamora Chinchipe	10627,20	65,85	6997,59	50,71	5389,33	99,10	10532,00	36,94	3925,77	44,53	4732,27	41,72	4433,39	25,87	2749,22
Sucumbíos	3750,23	56,48	2118,25	58,06	2177,55	99,37	3726,51	53,95	2023,37	56,48	2118,25	56,99	2137,23	51,30	1923,74

Tabla 29. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en la zona de estudio para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático NorESM1-ME.

Provincias del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	NorESM1-ME													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión (Km ²)	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Azuay	8367,74	91,87	7687,86	88,84	7434,05	88,08	7370,00	88,76	7426,93	89,18	7462,51	87,71	7339,17	84,99	7111,45
Bolívar	3924,75	55,60	2182,30	45,81	1798,02	44,36	1741,09	44,97	1764,82	46,60	1828,86	42,97	1686,54	34,51	1354,45
Cañar	3330,51	76,35	2542,85	73,15	2436,11	71,65	2386,30	72,86	2426,62	73,72	2455,09	71,51	2381,55	68,37	2277,18
Carchi	3745,10	74,99	2808,52	68,09	2549,97	63,72	2386,30	64,22	2405,27	69,80	2614,01	65,43	2450,34	58,97	2208,39
Cotopaxi	6135,88	66,38	4072,83	61,85	3795,30	61,85	3795,30	62,16	3814,28	61,74	3788,19	61,35	3764,47	59,96	3679,07
Chimborazo	6488,28	97,76	6342,90	94,94	6160,25	94,69	6143,65	94,62	6138,90	95,16	6174,48	94,58	6136,53	91,22	5918,30
El Oro	2682,80	42,26	1133,85	30,50	818,36	29,44	789,90	30,15	808,87	30,86	827,85	27,23	730,60	24,05	645,20
Imbabura	4622,64	76,66	3543,86	67,32	3112,15	63,27	2924,75	62,86	2905,78	69,02	3190,43	65,32	3019,64	57,63	2663,83
Loja	11034,90	59,84	6603,83	43,68	4820,03	42,30	4668,22	43,79	4831,89	47,44	5235,15	37,34	4120,28	33,60	3707,54
Morona Santiago	16711,20	19,28	3221,26	17,05	2848,85	13,43	2243,97	13,58	2270,07	18,31	3059,96	14,48	2419,51	10,04	1677,05
Napo	12021,60	41,12	4943,38	37,59	4518,78	34,77	4179,58	33,86	4070,46	37,51	4509,29	35,46	4262,60	26,99	3244,98
Pichincha	8214,46	74,96	6157,88	68,84	5655,00	68,24	5605,19	68,21	5602,81	69,54	5711,93	67,83	5571,98	61,54	5054,87
Tungurahua	3392,70	92,50	3138,24	88,16	2991,17	85,09	2886,80	86,00	2917,64	89,35	3031,50	86,70	2941,36	75,72	2568,95
Zamora Chinchi	10627,20	65,85	6997,59	48,37	5140,26	44,49	4727,52	44,66	4746,50	55,22	5868,49	39,78	4227,02	27,14	2884,43
Sucumbíos	3750,23	56,48	2118,25	54,27	2035,23	49,84	1869,19	47,94	1798,02	53,45	2004,39	50,54	1895,28	42,25	1584,54

Tabla 30. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático IPSL-CM5A-LR.

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	Presente		IPSL-CM5A-LR											
				2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cajas	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77
Cotopaxi	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89
Podocarpus	1385,40	100,00	1385,40	99,29	1375,57	93,62	1296,97	87,94	1218,36	97,87	1355,92	95,04	1316,62	70,92	982,55
Sangay	4883,28	57,34	2800,27	58,95	2878,88	47,28	2309,00	42,66	2083,01	50,70	2476,03	47,08	2299,17	31,99	1562,26
Sumaco															
Napo- Galeras	1650,69	7,14	117,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antisana	1208,54	79,67	962,90	81,30	982,55	78,86	953,08	73,17	884,30	78,05	943,25	78,05	943,25	46,34	560,06
El Ángel	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38
Cayambe Coca	4067,77	75,36	3065,56	76,09	3095,04	71,01	2888,70	66,43	2702,02	72,46	2947,66	70,53	2869,05	40,82	1660,51
Cofán Bermejo	78,60	50,00	39,30	37,50	29,48	12,50	9,83	0,00	0,00	37,50	29,48	0,00	0,00	0,00	0,00
Cotacachi Cayapas	353,72	97,22	343,89	88,89	314,42	94,44	334,07	94,44	334,07	94,44	334,07	94,44	334,07	91,67	324,24
Los Ilinizas	1306,79	53,38	697,61	34,59	451,97	37,59	491,28	39,85	520,75	39,10	510,93	36,09	471,63	37,59	491,28
Pululahua	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30
Chimborazo	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06
El Boliche	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83
El Cóndor	19,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Zarza	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Quimi	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yacuri	442,15	100,00	442,15	97,78	432,32	100,00	442,15	97,78	432,32	100,00	442,15	100,00	442,15	93,33	412,67
Cerro Plateado	235,81	83,33	196,51	95,83	225,99	83,33	196,51	70,83	167,03	91,67	216,16	83,33	196,51	29,17	68,78
Quimsacocha	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km²)	Presente		IPSL-CM5A-LR											
				2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Llanganates	1925,80	85,20	1640,86	84,18	1621,21	81,12	1562,26	78,06	1503,30	82,65	1591,73	81,12	1562,26	56,12	1080,81
Coloso Chalupas	913,77	33,33	304,59	39,78	363,54	36,56	334,07	32,26	294,77	36,56	334,07	36,56	334,07	24,73	225,99
Siete Iglesias	157,21	50,00	78,60	81,25	127,73	68,75	108,08	56,25	88,43	68,75	108,08	68,75	108,08	43,75	68,78
Rio Negro Sopladora	316,61	50,00	158,31	68,75	217,67	59,38	187,99	46,88	148,41	65,63	207,78	59,38	187,99	9,38	29,68
La Bonita	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	92,73	504,60
Paschoa	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89
Bellavista	9,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Perez de Castilla	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05
Cordillera Oriental del Carchi	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09

Tabla 31. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático GISS-E2-R.

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km²)	Presente		GISS-E2-R											
				2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cajas	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77
Cotopaxi	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89
Podocarpus	1385,40	100,00	1385,40	95,04	1316,62	90,78	1257,67	87,23	1208,54	97,16	1346,10	87,23	1208,54	85,11	1179,06
Sangay	4883,28	57,34	2800,27	53,52	2613,59	48,89	2387,60	53,52	2613,59	53,12	2593,94	47,08	2299,17	47,69	2328,65
Sumaco Napo- Galeras	1650,69	7,14	117,91	5,95	98,26	0,00	0,00	3,57	58,95	0,60	9,83	0,00	0,00	6,55	108,08

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	GISS-E2-R													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Antisana	1208,54	79,67	962,90	82,93	1002,20	81,30	982,55	83,74	1012,03	82,93	1002,20	79,67	962,90	83,74	1012,03
El Ángel	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38
Cayambe Coca	4067,77	75,36	3065,56	78,74	3203,12	76,33	3104,86	79,71	3242,42	77,05	3134,34	74,64	3036,09	79,71	3242,42
Cofán Bermejo	78,60	50,00	39,30	62,50	49,13	50,00	39,30	62,50	49,13	62,50	49,13	50,00	39,30	75,00	58,95
Cotacachi Cayapas	353,72	97,22	343,89	97,22	343,89	97,22	343,89	97,22	343,89	97,22	343,89	97,22	343,89	97,22	343,89
Los Ilinizas	1306,79	53,38	697,61	36,09	471,63	35,34	461,80	33,83	442,15	36,09	471,63	32,33	422,50	30,83	402,85
Pululahua	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30
Chimborazo	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06
El Boliche	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83
El Cóndor	19,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Zarza	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Quimi	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yacuri	442,15	100,00	442,15	97,78	432,32	97,78	432,32	97,78	432,32	97,78	432,32	100,00	442,15	97,78	432,32
Cerro Plateado	235,81	83,33	196,51	83,33	196,51	83,33	196,51	70,83	167,03	91,67	216,16	75,00	176,86	66,67	157,21
Quimsacocha	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30
Llanganates	1925,80	85,20	1640,86	82,65	1591,73	79,08	1522,96	81,12	1562,26	81,12	1562,26	79,08	1522,96	81,12	1562,26
Coloso Chalupas	913,77	33,33	304,59	36,56	334,07	36,56	334,07	36,56	334,07	36,56	334,07	36,56	334,07	36,56	334,07
Siete Iglesias	157,21	50,00	78,60	68,75	108,08	62,50	98,26	68,75	108,08	68,75	108,08	62,50	98,26	62,50	98,26
Rio Negro Sopladora	316,61	50,00	158,31	59,38	187,99	56,25	178,09	59,38	187,99	56,25	178,09	53,13	168,20	53,13	168,20
La Bonita	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18
Pasocha	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89
Bellavista	9,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Perez de Castilla	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	GISS-E2-R													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cordillera Oriental del Carchi	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09

Tabla 32. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático MIROC-ESM.

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	MIROC-ESM													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cajas	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77
Cotopaxi	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	0,00	0,00	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89
Podocarpus	1385,40	100,00	1385,40	92,20	1277,32	100,00	1385,40	71,63	992,38	81,56	1129,93	75,18	1041,51	51,77	717,26
Sangay	4883,28	57,34	2800,27	52,92	2584,11	26,36	1287,14	44,47	2171,44	45,88	2240,22	44,47	2171,44	34,41	1680,16
Sumaco Napo- Galeras	1650,69	7,14	117,91	3,57	58,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antisana	1208,54	79,67	962,90	82,93	1002,20	0,00	0,00	79,67	962,90	80,49	972,73	79,67	962,90	59,35	717,26
El Ángel	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	0,00	0,00	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38
Cayambe Coca	4067,77	75,36	3065,56	76,81	3124,52	0,00	0,00	74,15	3016,43	74,40	3026,26	74,15	3016,43	63,77	2593,94
Cofán Bermejo	78,60	50,00	39,30	50,00	39,30	0,00	0,00	37,50	29,48	50,00	39,30	37,50	29,48	0,00	0,00
Cotacachi Cayapas	353,72	97,22	343,89	94,44	334,07	0,00	0,00	88,89	314,42	94,44	334,07	94,44	334,07	91,67	324,24
Los Ilinizas	1306,79	53,38	697,61	41,35	540,40	0,00	0,00	32,33	422,50	40,60	530,58	34,59	451,97	32,33	422,50
Pululahua	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	0,00	0,00	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	MIROC-ESM													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Chimborazo	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	0,00	0,00	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06
El Boliche	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	0,00	0,00	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83
El Cóndor	19,65	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	9,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Zarza	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Quimi	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yacuri	442,15	100,00	442,15	100,00	442,15	100,00	442,15	97,78	432,32	100,00	442,15	100,00	442,15	100,00	442,15
Cerro Plateado	235,81	83,33	196,51	70,83	167,03	100,00	235,81	4,17	9,83	41,67	98,26	16,67	39,30	0,00	0,00
Quimsacocha	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30
Llanganates	1925,80	85,20	1640,86	82,65	1591,73	0,00	0,00	79,59	1532,78	79,08	1522,96	81,12	1562,26	65,82	1267,49
Coloso Chalupas	913,77	33,33	304,59	36,56	334,07	0,00	0,00	36,56	334,07	36,56	334,07	35,48	324,24	27,96	255,46
Siete Iglesias	157,21	50,00	78,60	62,50	98,26	100,00	157,21	68,75	108,08	56,25	88,43	56,25	88,43	37,50	58,95
Rio Negro Sopladora	316,61	50,00	158,31	56,25	178,09	100,00	316,61	46,88	148,41	53,13	168,20	56,25	178,09	0,00	0,00
La Bonita	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18
Paschoa	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89
Bellavista	9,89	0,00	0,00	0,00	0,00	100,04	9,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Perez de Castilla	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05
Cordillera Oriental del Carchi	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09

Tabla 33. Registros de extensión territorial para la idoneidad de sitios de distribución del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador para los escenarios de cambio climático del laboratorio bioclimático NorESM1-ME.

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	NorESM1-ME													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Cajas	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77	100,00	294,77
Cotopaxi	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89	100,00	343,89
Podocarpus	1385,40	100,00	1385,40	92,91	1287,14	89,36	1238,02	88,65	1228,19	98,58	1365,75	82,27	1139,76	62,41	864,65
Sangay	4883,28	57,34	2800,27	49,70	2426,90	41,05	2004,41	42,86	2092,84	54,73	2672,54	43,06	2102,66	34,00	1660,51
Sumaco															
Napo- Galeras	1650,69	7,14	117,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antisana	1208,54	79,67	962,90	78,86	953,08	69,92	845,00	66,67	805,69	78,86	953,08	71,54	864,65	49,59	599,36
El Ángel	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38	100,00	147,38
Cayambe Coca	4067,77	75,36	3065,56	71,74	2918,18	66,18	2692,19	64,01	2603,76	71,98	2928,01	67,15	2731,49	50,72	2063,36
Cofán Bermejo	78,60	50,00	39,30	37,50	29,48	0,00	0,00	0,00	0,00	37,50	29,48	0,00	0,00	0,00	0,00
Cotacachi Cayapas	353,72	97,22	343,89	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24	91,67	324,24
Los Ilinizas	1306,79	53,38	697,61	38,35	501,10	38,35	501,10	38,35	501,10	38,35	501,10	36,09	471,63	33,08	432,32
Pululahua	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30
Chimborazo	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06	100,00	560,06
El Boliche	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83	100,00	9,83
El Cóndor	19,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Zarza	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Quimi	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yacuri	442,15	100,00	442,15	100,00	442,15	97,78	432,32	97,78	432,32	100,00	442,15	93,33	412,67	95,56	422,50
Cerro Plateado	235,81	83,33	196,51	83,33	196,51	75,00	176,86	75,00	176,86	87,50	206,34	58,33	137,56	29,17	68,78
Quimsacocha	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30	100,00	39,30

Áreas Protegidas del Ecuador	Extensión provincial (Km ²)	NorESM1-ME													
		Presente		2050						2070					
		%	Extensión	%	2,6	%	4,5	%	8,5	%	2,6	%	4,5	%	8,5
Llanganates	1925,80	85,20	1640,86	81,12	1562,26	73,47	1414,88	75,00	1444,35	82,14	1581,91	78,57	1513,13	59,18	1139,76
Coloso Chalupas	913,77	33,33	304,59	36,56	334,07	32,26	294,77	33,33	304,59	36,56	334,07	32,26	294,77	23,66	216,16
Siete Iglesias	157,21	50,00	78,60	68,75	108,08	50,00	78,60	56,25	88,43	75,00	117,91	56,25	88,43	43,75	68,78
Rio Negro Sopladora	316,61	50,00	158,31	62,50	197,88	50,00	158,31	50,00	158,31	65,63	207,78	53,13	168,20	15,63	49,47
La Bonita	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18	100,00	544,18
Paschoa	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89	100,00	9,89
Bellavista	9,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Perez de Castilla	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05	100,00	89,05
Cordillera Oriental del Carchi	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09	100,00	178,09

Anexo 4. Plataformas utilizadas en la investigación.

The screenshot shows the GBIF Occurrence search interface. The search criteria are: country=EC&taxon_key=2481907&occurrence_status=present. The results are displayed in a table with columns: Nombre científico, País o zona, Coordenadas, and Mes año. The results show 3,344 results.

Nombre científico	País o zona	Coordenadas	Mes año
<i>Vultur gryphus</i> Linnaeus, 1758	Ecuador	0,4S, 78,1W	2020 enero
<i>Vultur gryphus</i> Linnaeus, 1758	Ecuador	0,5 S, 78,6 W	2020 febrero
<i>Vultur gryphus</i> Linnaeus, 1758	Ecuador	0,5 S, 78,3 W	2020 febrero
<i>Vultur gryphus</i> Linnaeus, 1758	Ecuador	0,5 S, 78,3 W	2020 febrero
<i>Vultur gryphus</i> Linnaeus, 1758	Ecuador	0,5 S, 78,0 W	2020 abril
<i>Vultur gryphus</i> Linnaeus, 1758	Ecuador	0,3 N, 78,1 W	2020 septiembre
<i>Vultur gryphus</i> Linnaeus, 1758	Ecuador	0,4 S, 78,5 W	2020 octubre

Figura 68. Extracción del registro de presencias del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) de la plataforma GBIF.

The screenshot shows the NicheToolBox interface. The search criteria are: Una especie, Vultur gryphus. The results are displayed in a table with columns: nombre, longitud, latitud, cuestiones, prov, llave, datasetKey, and publishingOrgKey. The results show 3,344 results.

nombre	longitud	latitud	cuestiones	prov	llave	datasetKey	publishingOrgKey
<i>Vultur gryphus</i>	-65.60270	-27.01117	cdround, gass84	gbif	2550027982	50c9509d-22c7-4a22-a47d-8c48425ef4a7	28eb1a3f-1c15-4a95-931a-4af90ecb574d
<i>Vultur gryphus</i>	-69.29318	-33.29145	cdround, gass84	gbif	2550111722	50c9509d-22c7-4a22-a47d-8c48425ef4a7	28eb1a3f-1c15-4a95-931a-4af90ecb574d
<i>Vultur gryphus</i>	-70.20571	-40.08456	cdround, gass84	gbif	2563546029	50c9509d-22c7-4a22-	28eb1a3f-1c15-4a95-931a-4af90ecb574d

Figura 69. Extracción del registro de presencias del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) de la plataforma GBIF.

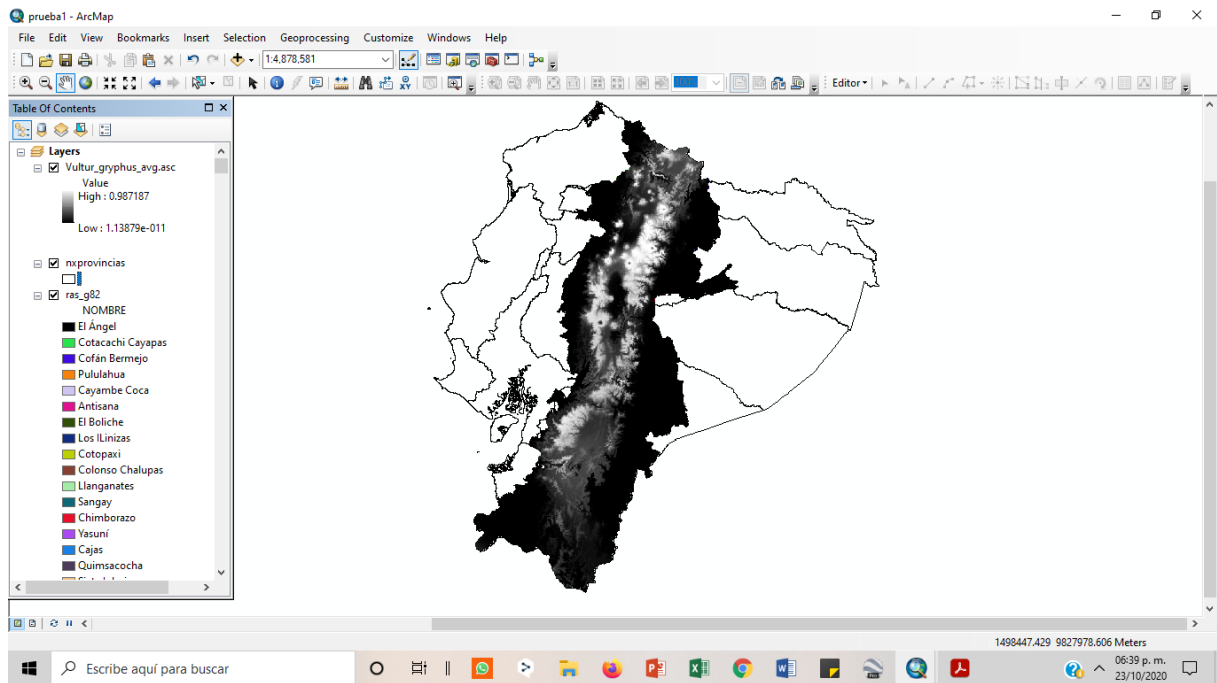


Figura 70. Herramienta para edición de modelos de distribución ArcGis, en la distribución del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*).

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Tesis-Jhandry Llanes-Urkund.docx (D82787860)
Submitted: 10/26/2020 3:40:00 PM
Submitted By: yferrer@uteq.edu.ec
Significance: 6 %

Sources included in the report:

ZapataTesis1_18-10-2019.pdf (D57257903)
Emilio_Vivas_EEI.docx (D40939038)
TESIS_RIVERA.pdf (D78787938)
575-2221-1-SM.docx (D29475983)
<https://eprints.ucm.es/40046/1/TFM.pdf>
<https://1library.co/document/6qmw6p4z-aplicacion-de-un-modelo-predictivo-de-ocurrencia-de-sitios-de-anidacion-y-dormideros-del-condor-andino-vultur-gryphus-como-aporte-a-la-conservacion-de-la-especie-en-el-ecuador.html>
https://www.climate-expert.org/fileadmin/user_upload/PDF/Costa_Rica/biodiversidad_y_cambio_climatico_cr.pdf
<https://dspace.colima.tecnm.mx/bitstream/handle/123456789/1108/DZOARAZAMANTABELLOMORALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/download/2215/1505/>

Instances where selected sources appear:

26