



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

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

**Título del Proyecto de Investigación**

**“IDONEIDAD DE LOS LÍMITES DEL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS  
PROTEGIDAS EN ECUADOR CONTINENTAL, PARA LA PROTECCIÓN DE  
ESPECIES ENDÉMICAS ANTE LA INVASIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS EN  
ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO”**

**AUTORA**

Estrella Bravo Gabriela Verónica

**DIRECTORA:**

Blga. Yarelys Ferrer Sánchez PhD.

**Quevedo- Los Ríos - Ecuador**

**2019**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Estrella Bravo Gabriela Verónica**, 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.

---

**Estrella Bravo Gabriela Verónica**

## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

La suscrita, **Blga. Yarelys Ferrer Sánchez, PhD.**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Estrella Bravo Gabriela Verónica** realizó el Proyecto de Investigación de grado “**IDONEIDAD DE LOS LÍMITES DEL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS EN ECUADOR CONTINENTAL, PARA LA PROTECCIÓN DE ESPECIES ENDÉMICAS ANTE LA INVASIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS EN ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO**”, previo a la obtención del título de Ingeniera en Gestión Ambiental, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....  
**Blga. Yarelys Ferrer Sánchez, PhD.**  
**DIRECTORA DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**  
**TÍTULO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

“IDONEIDAD DE LOS LÍMITES DEL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS EN ECUADOR CONTINENTAL, PARA LA PROTECCIÓN DE ESPECIES ENDÉMICAS ANTE LA INVASIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS EN 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. GARY RAMÍREZ HUILA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

---

ING. JULIO PAZMIÑO RODRÍGUEZ  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

---

ING. JOSE LUIS MUÑOZ MARCILLO  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

**QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR**

2019

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por mantenerme sano y vivo.

A mis padres por su sacrificio, confianza y apoyo.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por la prestación de sus servicios y buena enseñanza.

A la Dra. Yarelys Ferrer Sánchez, tutora de tesis, por su dedicación y paciencia constante en el asesoramiento para la realización del proyecto de investigación.

Agradezco 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 NICHOS ECOLÓGICO ” que fue la base para el desarrollo de esta investigación.

*Estrella Bravo Gabriela.*

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por el apoyo que me permitió llegar a este momento tan especial de mi vida, por ser los mejores acompañantes en días difíciles y de gloria, por motivarme a crecer constantemente, por haber sembrado en mí los mejores valores morales y espirituales.

A mis padres, por el sacrificio constante y de lucha para darme lo mejor en la vida, para que no me falte nada, y me mantenga en el camino correcto.

*Estrella Bravo Gabriela.*

## RESUMEN EJECUTIVO

Las especies endémicas (EE) en Ecuador continental son de gran importancia para mantener la diversidad genética del país, sin embargo se ven afectadas en varias ocasiones por las especies exóticas invasoras (EEI), las cuales han ido ganando territorio por diferentes causas, como el cambio climático, la modificación de los hábitats, las actividades antrópicas, la agricultura y ganadería. La vulnerabilidad a la que están sometidas las EE en Ecuador, se encuentra relacionada mayoritariamente a la falta de estudios. El cambio climático como factor sinérgico, ha sido en la mayoría de los casos el condicionante para que las EEI se distribuyan a lo largo del territorio, erradicando así a las EE. El problema que enfrenta actualmente Ecuador continental está relacionado a la pérdida de diversidad dentro de las áreas protegidas (APs), para aplicar medidas de control y erradicación. El objetivo de la investigación fue evaluar el nicho climático de especies endémicas en Ecuador continental y la protección que ofrecen las áreas protegidas ante la invasión de especies exóticas en escenarios de cambio climático. Los datos de presencia se obtuvieron de las bases Global Biodiversity Information Facility y TROPICOS. Se usaron las variables bioclimáticas de WorldClim 1.4 y seis variables de vegetación con una resolución ~1 km<sup>2</sup>. Se obtuvieron mapas continuos y binarios de la distribución geográfica potencial en los diferentes escenarios de cambio climático, a partir de ello se pudo identificar las distribuciones potenciales de las especies endémicas e invasoras, generando información de las áreas más propensas a la invasión, y la protección que ofrecen las Aps. El resultado del análisis muestra que las áreas protegidas cubren parcialmente los sitios donde se encuentran las especies endémicas, y que las EEI van ganando territorio en el presente y se desplazan en los diferentes escenarios de cambio climático a pisos altitudinales a mayor altura principalmente en *Hyparrhenia rufa*, *Cenchrus echinatus*, *Leucaena leucocephala*, *Terminalia catappa* L. Con la superposición de mapas y la análisis de correlación de Siperman se pudo evidenciar que los sitios con mayor coincidencia de especies exóticas invasoras no cuentan con las condiciones climáticas favorables para la habitabilidad de las especies endémicas en el presente y bajo escenarios de cambio climático.

### **Palabras claves:**

Especies endémicas, especies exóticas invasoras, escenarios de cambio climático, modelo de nicho ecológico.

## ABSTRACT

The endemic species (EE) in continental Ecuador are of great importance to maintain the genetic diversity of the country, however, they are on several occasions, invading invasive (IAS), which have been gaining territory for different reasons, such as the change climate change, habitat modification, anthropogenic activities, agriculture and livestock. Vulnerability and lack of studies. Climate change as a synergistic factor, has been in most cases the condition for the ERA to be distributed throughout the territory, thus eradicating the EE. The problem that currently faces continental Ecuador is related to the loss of diversity within protected areas (PAs), to apply control and eradication measures. The objective of the research was to evaluate the climatic climate of the endemic species in Ecuador and the protection of the protected areas before the invasion of exotic species in the climate change scenarios. The presence data were obtained from the bases. Ease of information on global biodiversity and TROPICS. See the bioclimatic variables of WorldClim 1.4 and six vegetation variables with a resolution of 1 km<sup>2</sup>. Continuous and binary maps of the potential geographic distribution were obtained in the different configurations of climate change, from which the distributions of endemic and invasive characteristics could be identified, generating information on the area most prone to invasion, and the protection offered by them. the APs. The result of the analysis shows the protected areas partially cover the sites where the endemic species are found, and the ERA are gaining territory in the present and move in the different types of climate change to altitudinal levels at higher altitude mainly in *Hyparrhenia rufa*, *Cenchrus echinatus*, *Leucaena leucocephala*, *Terminalia catappa* L. The superposition of the maps and the analysis of the correlation of Sperman can be evidenced the sites with greater coincidence of the invasive aliens is not counted on the climatic conditions favorable for the habitability of the endemic species in the present and low climate change.

### **Keywords:**

Endemic species, invasive alien species, climate change scenarios, ecological niche model.

# TABLA DE CONTENIDOS

Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación.....	iii
Agradecimientos.....	v
Dedicatoria.....	vi
Resumen ejecutivo.....	vii
Código dublin.....	xxiii
<b>CAPÍTULO I</b> .....	26
<b>CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	26
1.1.Problema de Investigación.....	27
1.1.1.Planteamiento del Problema.....	27
1.1.2.Formulación del problema.....	28
1.1.3.Sistematización del Problema.....	28
1.1.4.Hipótesis.....	29
<b>1.2. Objetivos</b> .....	29
1.2.1.Objetivo General.....	29
1.2.2.Objetivos Específicos.....	29
1.2.3.Justificación.....	30
<b>CAPÍTULO II</b> .....	32
<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	32
2.1. Marco Conceptual.....	33
2.2. Marco Referencial.....	37
<b>CAPÍTULO III</b> .....	42
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	42
3.1. Localización.....	43
4.3.Tipo de investigación.....	44
3.3.Métodos de Investigación.....	45

3.3.1.Método deductivo .....	45
3.3.2.Método analítico .....	45
4.4.Fuentes de recopilación de información .....	45
4.5.Diseño de la investigación .....	45
3.5.4.Materiales .....	56
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>57</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>199</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>199</b>
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	<b>202</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>202</b>
<b>CAPÍTULO VII</b> .....	<b>211</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>211</b>

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Mapa base de Ecuador .....	43
Figura 2. Registros de presencia de <i>Passiflora roseorum</i> en Ecuador continental .....	58
Figura 3. Distribución geográfica potencial de <i>Passiflora roseorum</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5).....	60
Figura 4. Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de <i>Passiflora roseorum</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático .....	61
Figura 5. Cambios en la distribución de condiciones adecuadas favorables para <i>Passiflora roseorum</i> ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070 .....	62
Figura 6. Registros de presencia de <i>Gentianella jamesonii</i> en Ecuador continental.....	63
Figura 7. Distribución geográfica potencial de <i>Gentianella jamesonii</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5).....	65
Figura 8. Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de la especie <i>Gentianella jamesonii</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático .....	66
Figura 9. Cambios en la distribución de condiciones adecuadas favorables para <i>Gentianella jamesonii</i> ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070 .....	67
Figura 10. Registros de presencia de <i>Eudema nubigena</i> en Ecuador Continental .....	68
Figura 11. Distribución geográfica potencial de <i>Eudema nubigena</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5).....	70
Figura 12. Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de <i>Eudema nubigena</i> en el presente y bajo escenario del cambio climático ..	71
Figura 13. Cambios en la distribución de condiciones adecuadas favorables para <i>Eudema nubigena</i> ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070 .....	72
Figura 14. Registros de presencia de <i>Ceiba trichistandra</i> en el Ecuador Continental...	73
Figura 15. Distribución geográfica potencial de <i>Ceiba trichistandra</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5).....	75
Figura 16. Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de la especie <i>Ceiba trichistandra</i> , en el presente y bajo escenarios de cambio climático .....	76

Figura 17. Cambio en la distribución de condiciones adecuadas favorables para <i>Ceiba trichistandra</i> ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070 .....	77
Figura 18. Registros de presencia de <i>Ecuadendron acosta-solisianum</i> en el Ecuador Continental .....	78
Figura 19. Distribución geográfica potencial de <i>Ecuadendron acosta-solisianum</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y .....2070 (RCP 4.5 y 8.5).....	80
Figura 20. Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica.potencial de la especie <i>Ecuadendron acosta-solisianum</i> , en el presente y bajo escenarios de cambio climático .....	81
Figura 21. Cambios en la distribución de condiciones adecuadas favorables para <i>Ecuadendron.acosta-solisianum</i> ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070.....	82
Figura 22. Registros de presencia de <i>Gastrotheca riobambae</i> en Ecuador Continental	83
Figura 23. Distribución geográfica potencial de <i>Gastrotheca riobambae</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5)....	85
Figura 24. Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de la especie <i>Gastrotheca riobambae</i> , en el presente y bajo escenarios de cambio climático.....	86
Figura 25. Cambio en la distribución de las condiciones adecuadas favorables para <i>Gastrotheca riobambae</i> ante escenario de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070 .....	87
Figura 26. Registros de presencia de <i>Metachirus nudicaudatus</i> en el Ecuador Continental .....	88
Figura 27. Distribución geográfica potencial de <i>Metachirus nudicaudatus</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5)..	90
Figura 28. Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de la especie <i>Metachirus nudicaudatus</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático.....	91
Figura 29. Cambio en la distribución de condiciones adecuadas favorables para <i>Metachirus nudicaudatus</i> ante escenario de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070 .....	92
Figura 30. Registros de presencia de <i>Gastrotheca pseustes</i> en el Ecuador Continental	93
Figura 31. Distribución geográfica potencial de <i>Gastrotheca pseustes</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5).....	95

Figura 32. Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de la especie <i>Gastrotheca pseustes</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático .....	96
Figura 33. Cambios en la distribución de condiciones adecuadas favorables para <i>Gastrotheca pseustes</i> ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070 .....	97
Figura 34. Registros de presencia de <i>Trigona branneri</i> en el Ecuador Continental .....	98
Figura 35. Distribución geográfica potencial de <i>Trigona branneri</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5).....	100
Figura 36. Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de la especie <i>Trigona branneri</i> en el presente y bajo escenarios de cambio climático .....	101
Figura 37. Cambios en la distribución de condiciones adecuadas favorables para <i>Trigona branneri</i> ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP .....8.5) de los años 2050 y 2070 .....	102
Figura 38. Distribución geográfica potencial de las especies exóticas invasoras en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5).....	106
Figura 39. Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Passiflora roseorum</i> .....	111
Figura 40. Condiciones favorables para <i>Passiflora roseorum</i> en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) .....	111
Figura 41. Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Gentianella jamesonii</i> .....	113
Figura 42. Condiciones favorables para <i>Gentianella jamesonii</i> en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) .....	113
Figura 43. Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Eudema nubigena</i> .....	114
Figura 44. Condiciones favorables para <i>Eudema nubigena</i> en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) .....	115
Figura 45. Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Ceiba trichistandra</i> .....	116

Figura 46. Condiciones favorables para <i>Ceiba trichistandra</i> en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) .....	117
Figura 47. Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Ecuadendron acosta-solisianum</i> .....	118
Figura 48. Condiciones favorables para <i>Ecuadendron acosta-solisianum</i> en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos).....	119
Figura 49. Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Gastrotheca riobambae</i> .....	120
Figura 50. Condiciones favorables para <i>Gastrotheca riobambae</i> en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) .....	121
Figura 51. Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Metachirus nudicaudatus</i> .....	122
Figura 52. Condiciones favorables para <i>Metachirus nudicaudatus</i> en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) .....	123
Figura 53. Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Gastrotheca pseustes</i> .....	124
Figura 54. Condiciones favorables para <i>Gastrotheca pseustes</i> en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) .....	125
Figura 55. Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Trigona branneri</i> .....	126
Figura 56. Condiciones favorables para <i>Trigona branneri</i> en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) .....	127
Figura 57. Condiciones favorables para <i>Arachis pintoii</i> en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) .....	130
Figura 58. Condiciones favorables para <i>Asclepia Curassavica</i> en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho	

conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) ..... 131

Figura 59. Condiciones favorables para *Melinis minutiflora* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) ..... 132

Figura 60. Condiciones favorables para *Lolium multiflorum* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) ..... 133

Figura 61. Condiciones favorables para *Lantana cámara* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) ..... 134

Figura 62. Condiciones favorables para *Hyparrhenia rufa* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) ..... 135

Figura 63. Condiciones favorables para *Azadirachta indica* A. en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) ..... 136

Figura 64. Condiciones favorables para *Senecio vulgaris* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) ..... 137

Figura 65. Condiciones favorables para *Terminalia catappa* L. en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) ..... 138

Figura 66. Condiciones favorables para *Leucaena leucocephala* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) ..... 139

Figura 67. Condiciones favorables para *Setaria palmifolia* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) ..... 140

Figura 68. Condiciones favorables para *Coix lacryma-jobi* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a al modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) ..... 141

Figura 69. Condiciones favorables para <i>Cenchrus echinatus</i> en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) .....	142
Figura 70. Condiciones favorables para <i>Spartium junceum L.</i> en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos) .....	143
Figura 71. Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas en el presente, para menos de seis especies exóticas invasoras. ....	185
Figura 72. Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas ad adecuadas para menos de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 4.5 del 2050. ....	186
Figura 73. Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para menos de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 8.5 del 2050. ....	187
Figura 74. Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para menos de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 4.5 del 2070. ....	188
Figura 75. Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para menos de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 8.5 del 2070. ....	189
Figura 76. Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para más de seis especies exóticas invasoras, en el presente. ....	192
Figura 77. Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para más de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 4.5 del 2050. ....	193

Figura 78. Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para más de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 8.5 del 2050. .... 194

Figura 79. Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para más de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 4.5 del 2070. .... 195

Figura 80. Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para más de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 8.5 del 2070. .... 196

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones climáticas de Ecuador Continental .....	44
Tabla 2. Especies endémicas seleccionadas para la modelación de nicho ecológico en Ecuador continental .....	46
Tabla 3. Especies exóticas invasoras seleccionadas para la modelación del nicho ecológico en Ecuador continental.....	48
Tabla 4. Variables bioclimáticas utilizadas para la modelación de nicho ecológico de especies endémicas y exóticas invasoras en Ecuador continental.....	50
Tabla 5. Número de registros de presencia usados para calibrar y validar los modelos de nicho climático de las especies endémicas y exóticas invasoras en estudio .....	52
Tabla 6. Materiales empleados en el proyecto de investigación. ....	56
Tabla 7. Rendimiento de los modelos para las especies endémicas seleccionadas.....	59
Tabla 8. Medidas de desempeño de los modelos de nicho climático para las especies exóticas invasoras analizadas en Ecuador continental. AUC (área bajo la curva); ROC (Receiver Operating Characteristic). ....	104
Tabla 9. Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de las especies exóticas invasoras en el presente y bajo escenarios de cambio climático. ....	107
Tabla 10. Cambios en la extensión (km <sup>2</sup> ) de condiciones favorables para las especies exóticas invasoras ante escenarios de cambio climático: conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070. ....	108
Tabla 11. Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho climático de <i>Passiflora roseorum</i> .....	110
Tabla 12. Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Gentianella jamesonii</i> .....	112
Tabla 13. Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Eudema nubigena</i> .....	114
Tabla 14. Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Ceiba trichistandra</i> .....	116
Tabla 15. Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Ecuadendron acosta-solisianum</i> .....	118
Tabla 16. Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Gastrotheca riobambae</i> .....	119

Tabla 17. Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Metachirus nudicaudatus</i> .....	121
Tabla 18. Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Gastrotheca pseustes</i> .....	123
Tabla 19. Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de <i>Trigona branneri</i> .....	125
Tabla 20. Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de las EEI. ....	128
Tabla 21. Clasificación climática de Köppen para especies endémicas.....	144
Tabla 22. Clasificación climática de Köppen para las especies exóticas invasoras .....	145
Tabla 23. Superposición entre las distribuciones geográficas de <i>Passiflora roseorum</i> frente a las especies exóticas invasoras. ....	147
Tabla 24. Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de <i>Passiflora roseorum</i> y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Sperman).....	148
Tabla 25. Superposición entre las distribuciones geográficas de <i>Gentianella jamesonii</i> frente a las especies exóticas invasoras. ....	150
Tabla 26. Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de <i>Gentianella jamesonii</i> y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación Sperman).....	151
Tabla 27. Superposición entre las distribuciones geográficas de <i>Eudema nubigena</i> frente a las especies exóticas invasoras. ....	153
Tabla 28. Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de <i>Eudema nubigena</i> y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Sperman).....	154
Tabla 29. Superposición entre las distribuciones geográficas de <i>Ceiba. Trichistandra</i> frente a las especies exóticas invasoras .....	156
Tabla 30. Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de <i>Ceiba trichistandra</i> y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Sperman).....	157
Tabla 31. Superposición entre las distribuciones geográficas de <i>Ecuadendron acostalisianum</i> frente a las especies exóticas invasoras.....	159

Tabla 32. Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de <i>Ecuadendron acosta-solisianum</i> y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Sperman) .....	160
Tabla 33. Superposición entre las distribuciones geográficas de <i>Gastrotheca riobambae</i> frente a las especies exóticas invasoras. ....	162
Tabla 34. Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de <i>Gastrotheca riobambae</i> y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Sperman) .....	163
Tabla 35. Superposición entre las distribuciones geográficas de <i>Metachirus nudicaudatus</i> frente a las especies exóticas invasoras. ....	165
Tabla 36. Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de <i>Metachirus nudicaudatus</i> y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Sperman) .....	166
Tabla 37. Superposición entre las distribuciones geográficas de <i>Gastrotheca pseustes</i> frente a las especies exóticas invasoras .....	168
Tabla 38. Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de <i>Gastrotheca pseustes</i> y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Sperman).....	169
Tabla 39. Superposición entre las distribuciones geográficas de <i>Trigona branneri</i> frente a las especies exóticas invasoras .....	171
Tabla 40. Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de <i>Trigona branneri</i> y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Sperman).....	172
Tabla 41. Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para <i>Gentianella jamesonii</i> ante escenarios de cambio climático. ....	173
Tabla 42. Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para <i>Gentianella jamesonii</i> ante escenarios de cambio climático. ....	174
Tabla 43. Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para <i>Eudema nubigena</i> ante escenarios de cambio climático. ....	175
Tabla 44. Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para <i>Ceiba trichistandra</i> ante escenarios de cambio climático. ....	176

Tabla 45. Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para <i>Ecuadendron acosta-solisianum</i> ante escenarios de cambio climático. ....	177
Tabla 46. Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para <i>Gastrotheca riobambae</i> ante escenarios de cambio climático. ....	178
Tabla 47. Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para <i>Metachirus nudicaudatus</i> ante escenarios de cambio climático. ....	179
Tabla 48. Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para <i>Gastrotheca pseustes</i> ante escenarios de cambio climático. ....	179
Tabla 49. Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para <i>Trigona branneri</i> ante escenarios de cambio climático. ....	180
Tabla 50. Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para las EEI ante escenarios de cambio climático. ....	182

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Proceso metodológico de modelado de nicho ecológico para especies endémicas y exóticas invasoras, en escenarios de cambio climático. ....	212
Anexo 2. Descripción de la Clasificación climática de Köppen .....	214
Anexo 3. Descripción de las características de las especies exóticas invasoras.....	218

## CÓDIGO DUBLIN

Título:	“IDONEIDAD DE LOS LÍMITES DEL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS EN ECUADOR CONTINENTAL, PARA LA PROTECCIÓN DE ESPECIES ENDÉMICAS ANTE LA INVASIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS EN ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO”		
Autor:	Estrella Bravo Gabriela Verónica		
Palabras clave:	Nicho Ecológico	Especies exóticas invasoras	Cambio Climático
	Mitigación		
Editorial:	Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2019.		
Resumen:	<p>El objetivo del presente estudio fue determinar la idoneidad de los límites del Sistema Nacional de áreas protegidas en Ecuador continental, frente a la invasión de especies exóticas en escenarios de cambio climático, en el cual se modelaron nueve especies endémicas y catorce especies exóticas invasoras, con el fin de identificar Se usaron las variables bioclimáticas de WorldClim 1.4 y seis variables de vegetación con una resolución ~1 km<sup>2</sup>. Se obtuvieron mapas continuos y binarios de la distribución geográfica potencialen los diferentes escenarios de cambio climatico, a partir de ello se pudo identificar las distribuciones potenciales de las especies endémicas e invasoras, generando información de las áreas más propensas a la invasión, y la protección que ofrecen las Aps. El resultado del análisis muestra que las áreas protegidas cubren parcialmente los sitios donde se encuentran las especies endémicas, y que las EEI van ganando territorio en el presente y se desplazan en los diferentes escenarios de cambio climático a pisos altitudinales a mayor altura principalmente en <i>Hyparrhenia rufa</i>, <i>Cenchrus echinatus</i>, <i>Leucaena leucocephala</i>, <i>Terminalia catappa</i> L . Con la superposición de mapas y los análisis de correlación de Sperman se pudo evidenciar que los sitios con mayor coincidencia de especies exóticas invasoras no cuentan con las condiciones climáticas favorables para la habitabilidad de las especies endémicas en el presente y bajo escenarios de cambio climático.</p>		
Descripción:	219 Hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM		
URI:	(en blanco hasta cuando se dispongan los repositorios)		

## Introducción

El cambio climático es el mayor problema socio-ambiental que enfrentan los seres vivos. Los impactos generados de las actividades antropogénicas desencadenan grandes consecuencias que influyen significativamente sobre los sistemas antrópicos y naturales (1). La respuesta de los seres vivos a los diferentes patrones de cambio climático ha sido evidente en especies terrestres y marinas, y ha generado una serie de consecuencias, entre ellas, los cambios en la ubicación geográfica de las especies, cambio de las actividades estacionales e interacciones biológicas anormales, la alteración del ciclo del agua, la modificación de los ciclos biogeoquímicos y la destrucción de ecosistemas terrestres y acuáticos (2).

Los efectos directos sobre las especies individuales se visualizan en las alteraciones de su fisiología, fenología, distribución, adaptación *in situ*, migración y extinción; debido a que las actividades de los seres vivos están fuertemente influidas por la temperatura (3). Las repercusiones más fuertes se presentan mayoritariamente en ecosistemas frágiles hacia las zonas tropicales, donde la diversidad de especies nativas y endémicas padece de múltiples afectaciones por diversas causas (e.g. degradación y pérdida de hábitat, fragmentación de hábitat, cambio de uso de suelo, invasiones biológicas, tráfico ilegal (4).

Otro factor sinérgico que afecta a las especies endémicas (EE) y nativas son las invasiones biológicas que, por causas directas e indirectas como la alteración del hábitat, aumento o disminución de temperatura y migración, conlleva a la colonización e invasión de espacios que no corresponden al área de origen de las especies exótica (5). Mayoritariamente, este efecto es provocado por el hombre de manera voluntaria o involuntaria. Entre las consecuencias que desata una invasión biológica, se encuentran las modificaciones ecosistémicas e hibridaciones, incluso la extinción de numerosas poblaciones de especies autóctonas, al competir por su distribución en territorio, nutrientes, alimento y agua (6).

Las especies exóticas invasoras (EEI) en reservas naturales degradan ecosistemas protegidos y aumentan los costos de manejo. En ocasiones, las EEI se hibridizan con especies nativas alterándose así el *pool* génico original de las poblaciones nativas (7). Estas reservas naturales son escenarios de cambios y transformaciones y en ellas se

desarrollan un sin número de especies endémicas que hacen de los ecosistemas los lugares óptimos para el desarrollo de otras especies. Sin embargo, están siendo comprometidas por la continua invasión de EEI, lo que provoca a nivel mundial procesos de homogenización biótica (8) y extinciones locales de las especies (9).

Entre los países del Neotrópico, Ecuador alberga una gran diversidad biológica por km<sup>2</sup> por lo que se considera un país mega diverso (10). El endemismo es una de las características principales del país y a la vez está siendo afectado severamente por diferentes factores antropogénicos y otros derivados como el cambio climático y las invasiones biológicas (11). Aunque el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) de Ecuador alberga gran diversidad de especies endémicas, concentradas fundamentalmente en Galápagos (10), se considera insuficiente para lograr una conservación efectiva de la alta diversidad de endémicos y autóctonos del país, sobre todo por el creciente efecto sinérgico de diferentes fuentes de contaminación y actividades antropogénicas. Además, los esquemas y estrategias de restauración de hábitat, eliminación de EEI e investigaciones biológicas se concentran hacia la región de Galápagos (12), quedando fuera la mayor extensión del país en la región continental, la cual cuenta de igual forma con una alta diversidad biológica.

En las últimas décadas no se han realizado suficientes estudios sobre las EEI y el cambio climático como factores sinérgicos que actúan sobre la biota nativa de Ecuador continental. Se prevé que estos factores serán más severos hacia el futuro y que las especies endémicas podrían contraer significativamente su distribución, mientras que las EEI podrían expandirse, siendo insuficiente la protección brindada por el SNAP. Como no se tiene información al respecto, el presente proyecto tiene como propósito evaluar el nicho climático de especies endémicas en Ecuador continental y la protección que ofrecen las áreas protegidas ante la invasión de especies exóticas en escenarios de cambio climático. La identificación de las áreas protegidas más susceptibles de Ecuador continental permitirá contrarrestar los impactos negativos que producen las EEI al adaptarse a otros hábitats, y permitirá la propuesta de estrategias preventivas y de control de las mismas reduciendo de tal manera la competencia por espacio dentro de los ecosistemas protegidos.

**CAPÍTULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de Investigación**

### **1.1.1. Planteamiento del Problema**

Tras el paso de los años, el hombre se ha vuelto el causante de transportar y distribuir las especies por toda la tierra. Una de las consecuencias más notables de este sistema de distribución ha sido la invasión biológica por especies exóticas, las cuales según sus características tienen la capacidad de adaptarse a diversos ecoclimas abarcando grandes extensiones y proliferándose, produciendo así el desequilibrio ecosistémico y extinción de especies endémicas (13).

Se establece que al identificar a los posibles invasores, y al poder predecir las áreas óptimas para la invasión según los requerimientos de estas especies, se puede prevenir y controlar su distribución, establecer estrategias técnicas preventivas e identificar su evolución y adaptación al paso de los años (14). Actualmente, las invasiones biológicas son consideradas graves debido a que son la segunda causa de extinción de las especies a nivel mundial; Los perjuicios que estas ocasionan tanto a las áreas protegidas como a las especies nativas son múltiples, y su pérdida de biodiversidad que ocasionan se debe a la competencia por recursos como el hábitat y nutrientes (15).

Por otra parte, la situación actual de las EE en Ecuador es alarmante ya que su estabilidad en los ecosistemas se ve amenazado por diversos factores de origen natural y antropogénico. Entre los factores más relevantes de la pérdida EE se encuentran las invasiones biológicas, contaminación, cambio climático, destrucción de hábitats, cacería, pesca insostenible.

#### **1.1.1.1. Diagnóstico**

Las Áreas Protegidas (Aps) de Ecuador continental fueron creadas con el propósito de conservar las especies florísticas y faunísticas de origen endémico. La protección y el cuidado de las especies en las Aps de Ecuador se ha visto afectado por diferentes causas: entre ellas las EEI, el cambio climático, actividades antropogénicas, deforestación, dando como efecto la migración de un sin número de especies animales y la extinción de especies vegetales y animales a su vez (16).

### **1.1.1.2. Pronóstico**

Al no identificarse las regiones idóneas para la expansión de EEI presentes en la actualidad, se pronostican invasiones biológicas masivas con potencial reproducción, extinción y destitución de especies endémicas dentro y fuera de los límites de las Áreas Protegidas de Ecuador continental; sobre todo en escenarios futuros de cambio climático (17).

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿Es posible que los sitios con mayor coincidencia de especies exóticas invasoras en las Áreas Protegidas de Ecuador continental tengan menor probabilidad de mantener a especies endémicas?

### **1.1.3. Sistematización del Problema**

La presente investigación ayudará a identificar la idoneidad de las áreas protegidas frente a la invasión de especies exóticas en diferentes escenarios de cambio climático en Ecuador continental. Para este fin se toman como punto de partida las siguientes preguntas de investigación:

- ✓ ¿Cuáles son las áreas favorables para la distribución potencial de las EE y para la invasión de las EEI?
- ✓ ¿Qué características tienen los nichos climáticos de las EE y EEI frente a escenarios de cambio climático?
- ✓ ¿Cuánta área de invasión potencial de las EEI se superpone con las áreas de distribución potencial de las EE?
- ✓ ¿Serán efectivos los límites del SNAP para proteger a las EE ante las invasiones biológicas bajo escenarios de cambio climático?

#### **1.1.4. Hipótesis**

Los sitios con mayor coincidencia de especies exóticas invasoras dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental tienen mayor probabilidad de adecuación para las especies endémicas

### **1.2. Objetivos**

#### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar el nicho climático de especies endémicas en Ecuador continental y la protección que ofrecen las áreas protegidas ante la invasión de especies exóticas en escenarios de cambio climático.

#### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Caracterizar la distribución geográfica potencial actual y bajo escenarios de cambio climático de nueve especies endémicas y catorce especies exóticas invasoras en Ecuador continental.
- ✓ Describir el nicho climático de las especies endémicas y las exóticas invasoras en la zona de Ecuador continental ante escenarios de cambio climático.
- ✓ Calcular las áreas de superposición entre las distribuciones geográficas potenciales de las especies endémicas y las invasoras en el presente y ante escenarios de cambio climático.
- ✓ Identificar la efectividad de los límites de las áreas protegidas para las especies endémicas y ante la invasión de las especies exóticas en el presente y ante escenarios de cambio climático.

### **1.2.3. Justificación**

La presente investigación se realizó para conocer la idoneidad de las áreas protegidas en Ecuador continental frente a los diferentes escenarios del cambio climático, tomando en consideración las especies exóticas invasoras las cuales representan una amenaza para las especies endémicas de las áreas protegidas, quienes compiten por territorio y espacio los diferentes nichos ecológicos.

El estudio identificó las áreas vulnerables del Ecuador, para poder reducir y controlar la distribución de las denominadas EEI, y contribuir a lo citado por los artículos (14, 57, 395) de la Constitución de la República donde se declara el interés por la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país (18).

Las invasiones biológicas son un tema de importancia a nivel mundial para la conservación de ecosistemas, que no había sido considerado a profundidad en Ecuador, debido a que todas las investigaciones se centran en Galápagos. La ausencia de información científica necesaria, para utilizar como base de futuras investigaciones en Ecuador, es escasa, por ello la aplicación de medidas de control y prevención en áreas protegidas, ante las EEI resulta complicado. Con el presente proyecto de investigación enfocado en la identificación de Áreas protegidas (Aps) idóneas para invasiones biológicas en escenarios futuros de cambio climático, se aportan datos actuales que permiten controlar, reducir o mitigar la pérdida y extinción de especies endémicas representativas del país por la distribución y adaptación potencial que presentan las EEI.

El empleo de datos climáticos actuales y herramientas técnicas de modelación (e.g., Sistemas de información geográfica, Maxent) que se utilizaron en la investigación, brindaron información idónea y específica de escenarios de cambio climático favorables para las futuras invasiones, y permitió identificar las áreas protegidas más propensas a invasiones biológicas en el presente y futuro, datos que actualmente son escasos, y que representan ausencia de bases de información en Ecuador continental.

La conservación de la biodiversidad en Ecuador continental permitirá mantener los servicios ecosistémicos, que además de brindar recursos, ayuda a combatir el cambio climático y las posibles afectaciones que desencadena el mismo, ya que las áreas protegidas sirven como refugios controlados de las especies que habitan dentro.

La presente investigación contribuyó con una de las metas establecidas en la Agenda Nacional de Investigación sobre la Biodiversidad, donde hace mención en uno de sus objetivos la importancia de estudiar el impacto de las especies exóticas en la salud de los ecosistemas y biodiversidad nativa a una escala local, nacional y regional. Esta meta va direccionada a la identificación de especies invasoras que afectan a la biodiversidad nativa, la salud humana y las actividades productivas. Además, se enfoca en la modelación de hábitat de especies invasoras con la finalidad de identificar potenciales zonas de invasión y colonización (19).

**CAPÍTULO II**

**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA**

**INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco Conceptual**

### **2.1.1. Cambio climático**

Se considera cambio climático a las modificaciones de los componentes del sistema climático causado por las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre, resultantes de las actividades antropogénicas que afectan directa e indirectamente a las condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de los seres vivos, y a la fragilidad de los ecosistemas (1).

### **2.1.2. Factores que producen el cambio climático**

Entre los principales factores desencadenantes del cambio climático se encuentran los gases de efecto invernadero provenientes de la industria, parque automotriz, actividades agropecuarias, que al paso de los años se ha ido acumulando y aumentando sustancialmente (20).

### **2.1.3. Vulnerabilidad**

Se refiere a la condición intrínseca a la que está sujeto un elemento en su entorno, puede ser amenaza, peligro o riesgo con probabilidades de ser susceptibles a sufrir un daño, a causas de un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico, es un determinante selectivo de la severidad de los efectos de un fenómeno (21).

### **2.1.4. Especies Exóticas Invasoras (EEI)**

Son consideradas EEI a cualquier especie que ha sido introducida o transportada a otro hábitat fuera de su lugar de origen, a través de intervención humana de manera voluntaria o involuntaria (15), muchas veces estas especies se distribuyen y reproducen rápidamente generando invasiones biológicas y destituyendo a las especies endémicas (6).

### **2.1.5. Características de las Especies exóticas invasoras**

Se considera que la mayoría de las EEI se encuentran ligadas por características morfológicas y fisiológicas concretas, y no se puede especificar que especies van a resultar invasoras, existen géneros y familias que poseen EEI y pueden generar grandes invasiones biológicas, entre las características más relevante tenemos las siguiente (22):

- ✓ Mecanismos y estrategias eficaces de reproducción
- ✓ Valencia ecológica alta, con gran capacidad adaptativa
- ✓ Reducen el valor de los servicios que prestan los ecosistemas
- ✓ Merman la capacidad de proveer recursos
- ✓ Flexibilidad y plasticidad fenotípica
- ✓ Interfieren en los diferentes ciclos biogeoquímicos
- ✓ Reducen el valor estético paisajístico de la zona
- ✓ Generan plagas y enfermedades
- ✓ Destrucción de numerosas poblaciones de especies endémicas
- ✓ Afinidad climática entre origen y área de invasión

### **2.1.6. Factores que condicionan el hábitat de las especies exóticas invasoras**

Entre los factores edafoclimáticos que benefician la proliferación de la EEI tenemos los siguientes:

**2.1.6.1. Temperatura:** dependiendo las condiciones requeridas por cada especie la temperatura es un determinante que condiciona el hábitat de las especies y de ella depende su reproducción y crecimiento (23).

**2.1.6.2. Precipitación:** las condiciones de lluvia o sequia son un factor determinante en la habitabilidad de las EEI, pues hay género y familias de fácil adaptación a estas condiciones, de la misma manera el exceso o ausencia puede provocar la muerte (23).

**2.1.6.3. Relieve:** los distintos niveles de la superficie terrestres son determinantes para condicionar un hábitat propicio de cada especie, pues las condiciones de altura y adaptación ala clima impiden la distribución de varias especies (23).

**2.1.6.4. Suelo:** el suelo es quien propicia alimento y nutrientes, además de ser el principal condicionante de adaptación, dependiendo de las características fisicoquímicas del suelo este se puede volver óptimo para la supervivencia y reproducción de varias especies (23).

### **2.1.7. Especies endémicas**

Se consideran como especies endémicas aquellas que surgen propiamente de un punto geográfico específico, sin intervención humana, dado por procesos evolutivos propios de la naturaleza por origen de las diferentes condiciones ambientales características de una zona, incluyen tanto flora como fauna y su distribución se da cerca de su punto de origen (24).

### **2.1.8. Áreas protegidas de Ecuador**

Se considera como un espacio geográfico delimitado y definido que posee riqueza genética, florística y faunística que por medios legales es administrado y reconocido con fines de conservación (25).

Ecuador está considerado uno de los países megadiversos del mundo, la mayoría de su riqueza genética se concentra en Galápagos y amazonia, Ecuador cuenta con cuatro regiones: Región costa, Sierra o Región Interandina, Amazonia y Región Insular O Galápagos (26).

Ecuador está compuesto por: 12 parques Nacionales, 5 Reservas Biológicas, 9 Reservas Ecológicas, 1 Reserva Geobotánica, 4 Reservas de Producción de flora y fauna, 10 Refugios de vida silvestre, 4 Reservas marinas, 6 Áreas nacionales de Recreación (27).

### **2.1.9. Nicho Ecológico**

Se denomina nicho ecológico a la posición funcional de una especie en un ecosistema, considerada como una estrategia de supervivencia utilizada por una especie, se puede describir también como el rango de condiciones ambientales, físicas y bióticas en la cual una especie puede vivir y perpetuarse (28).

### **2.1.10. Modelación espacial**

Los sistemas de información geográfica son utilizados en la actualidad para recolectar analizar y presentar diferente información que se describe con características lógicas y físicas del mundo geográfico. Los modelos espaciales son bases de datos espaciales, que tienen la facultad de distinguir las posibilidades de representar un objeto de acuerdo a lo que se desee ver geográficamente (29).

### **3.1.Modelo de distribución potencial**

Los modelos de distribución potencial son usados para determinar la idoneidad de determinadas áreas para la distribución potencial de algunas especies de flora o fauna, el modelo se lo selecciona dependiendo de las necesidades del investigador y varía según sea la necesidad o los requisitos que se necesiten para el modelado (9).

#### **2.1.11. Maxent y otros**

Es un software utilizado para modelar nichos de especies y distribuciones mediante la aplicación de técnicas y bases de datos, a partir de variables climáticas y localidades de recurrencia georreferenciadas, el modelo expresa una distribución de probabilidades donde cada celda tiene una idoneidad predecible de las condiciones para la especie (30). Método que tiene la característica de abarcar gran cantidad de datos para interpolar entre los diferentes puntos de ocurrencia y predecir áreas no observadas, se puede analizar diferentes entornos y diversas variables territoriales, pendiente, temperatura, vegetación, humedad, altitud, junto a la distribución inicial de cada especie (31).

#### **2.1.12. ArGis**

Es un sistema de información geográfica, que tiene la facultad de recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Esta herramienta informática permite utilizar información espacial con propósitos de investigación mediante el análisis (32).

## **2.2. Marco Referencial**

### **2.2.1. Endemismo en Ecuador**

Ecuador alberga una complejidad de especies y ecosistemas únicos, muchos de ellos endémicos del territorio y sometidos a grandes amenazas de origen antropogénico y natural, a pesar de los programas de conservación de biodiversidad impulsados por el gobierno no es apto para mantener la diversidad genética, mediante estudios se confirma que las especies endémicas no están protegidas adecuadamente y los mayores déficit de conservación se demuestran en el sur de la Amazonia, Pastaza (entre las reservas de Cotacachi-Cayapas y Pambilar y los bosques de piedemonte (entre las reservas de Illinizas y Pululahua) de la región de Chocó, Bosques xerofíticos y mésicos de la Cordillera de la Costa, los bosques de montaña de los Andes y las cordilleras de Cóndor-Kutukú (33). En Ecuador se reconoce 175 especies endémicas de lagartijas, y se determina que existen muchas por reconocer aún, la diversidad endémica por géneros y familias es amplia, estamos lejos de conocer la totalidad de especies de lagartijas, por lo tanto consideran necesario incrementar las colecciones científicas en el campo especialmente donde las colecciones son escasas o nulas (34).

### **2.2.2. Afectaciones antropogénicas**

La mayoría de las afectaciones antropogénicas se han dado por la deforestación, ya que ha sido la causante de la pérdida de diversidad endémica que se enmarcó a partir de 1976 en el sur del país, en 32 años de estudio la tasa promedio de deforestación subió a 2,01% afectando a bosques siempreverde premontano, convirtiéndose así en bosques degradados, perturbando a especies que obligatoriamente tuvieron que emigrar a áreas con condiciones favorables para su hábitat (35). Otra afectación antropogénica de relevancia es la pérdida de reptiles por diversos factores como la contaminación, especies invasoras introducidas, enfermedades, uso insostenible de los recursos y cambio climático (36). Otro autor menciona que las aves son más susceptibles a las afectaciones antropogénicas, dichas afectaciones son visibles por el retraso en el desarrollo, periodos de reproducción inapropiados en épocas poco favorables, que obligan a migrar y distribuirse en otras áreas fuera de su hábitat de origen, con condiciones climáticas favorables acorde a sus necesidades (37).

## 2.3. Invasiones biológicas

La proliferación de especies exóticas invasoras se vincula con el 58% de la pérdida de especies endémicas, y es considerada una amenaza para la flora y fauna nativa de todo el mundo, principalmente en Europa, donde el número de especies consideradas invasoras biológicas se ha cuadruplicado en los últimos años con la intensificación de actividades socioeconómicas y el clima (38). En Sudamérica, los países como Chile, se ven afectadas por invasiones biológicas de *Bombus 38ámara38ó38s* (Hymenoptera, Apidae), *Bombus dahlbomii* y *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera, Coccinellidae), *Oryctolagus cuniculus* (conejo europeo) que han erradicado a especies endémicas (39). Una gran amenaza biológica se distribuye en un bosque Sub-Antártico de Chile, la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (RBCH) catalogado como una de las 24 áreas prístinas de Sudamérica, con una especie característica de la zona (*Nothofagus betuloides*), la invasión más reciente y potencia por la cual se ve afectada es (*Neovison vison*) un mustélido de hábitos semi acuáticos, que posiblemente fueron liberados por granjeros y que actualmente son determinante para la sobrevivencia de especies nativas de la zona (40).

### 2.3.1. Tendencia en cambio climático

Los países del mundo y su compromiso al cambio climático no se están evidenciando, solo 53 países cumplen con el acuerdo de París, de reducir 3°C la temperatura ambiente a finales del siglo XX (41). Se prevé un efecto dominó que intensificarán las catástrofes climáticas de manera simultánea (42), además de evidenciar una dinámica climática alterada donde las olas de frío y calor sean devastadoras (43). Sin embargo, hay contradicciones aseguradas que afirman que el cambio climático ha existido siempre y que las variaciones de temperatura se darán como parte de la acumulación masiva de gases que influyen directa o indirectamente en este fenómeno (44). Otra consideración es que se puede combatir a través de los gobiernos aplicando políticas y acciones tangibles con financiamiento y recursos humanos, ya que el no actuar para la mitigación del cambio climático dañaría seriamente los ecosistemas (45).

### **2.3.2. Estado actual de las invasiones biológicas en Ecuador**

La lechuza campanaria (*Tyto alba*) actualmente está siendo usada en Cuenca para erradicar la distribución potencial de roedores introducidos dentro del casco urbano. *Tyto alba* se encuentra adaptada a la urbe cuencana, la manera biológica de erradicar a esta plaga ha resultado óptima y ha mejorado las condiciones sanitarias de la ciudad (46). La palma *Roystonea oleracea*, ha sido introducida en la costa ecuatoriana, y representa una amenaza potencial a la que se enfrenta actualmente la Isla Santay. Se han iniciado extracciones mecánicas manuales para erradicar su distribución, pero las condiciones climáticas favorables y las características de adaptabilidad de la especie complican el control y la erradicación de la misma (47).

### **2.4. Herramientas de modelación de nichos ecológicos**

Los biomodelos en Colombia son considerados un atlas de la biodiversidad, mediante el cual el investigador obtiene información de la ubicación de la especie en interés. Esta herramienta tiene diversos fines entre ellos se encuentran la observación, evaluación y monitoreo de las diferentes especies que el investigador requiera, además de identificar acciones antropogénicas, posibles afectaciones a otras especies, infraestructura, cambio de cobertura de uso de suelo, datos geográficos, información climática. Los biomodelos fueron creados con el fin de contrarrestar los efectos climáticos y antropogénicos de las áreas naturales y contribuir a la erradicación y mitigación de invasiones biológicas, enfermedades y epidemiologías que afecten significativamente la salud ambiental y social (48). Los modelos de nichos ecológicos y la distribución de especies utilizan algoritmos y datos de presencia de especies, los cuales sintetizan las relaciones existentes entre un factor y otro, permiten predecir la presencia de diferentes especies a lo largo del tiempo, actualmente son utilizados para predecir los cambios radicales del clima y las afectaciones a la diversidad biológica viéndose beneficiada la ciencia ya que se puede realizar proyecciones de tiempo pasado y futuro (49). Actualmente se aplican los modelos como una representación parcial de la realidad que refleja algunos de sus propiedades, el lenguaje R, es actualmente utilizado para el modelado de nicho ecológico, ya que es un lenguaje de programación y un entorno de software muy utilizado para la ciencia de datos, además contiene características para la manipulación y análisis de los datos espaciales, análisis de imágenes de teledetección (50).

### **2.4.1. Análisis de Especies endémicas**

En México se está realizando valoraciones biológicas basadas en inventarios y colecciones científicas, necesarias para generar conocimientos e información de diversidad biológica y distribución. Estos estudios constituyen herramientas fundamentales para estudios de diversidad endémica dentro del país, se considera la cantidad de especies recolectadas, grupo taxonómico, género, especie, además de identificar los factores bióticos y abióticos que influyen y afecta a cada una de las especies estudiadas (51). Para llevar a cabo un análisis de endemidad mediante el uso del programa NDM/VNDM, se incluyeron algoritmos de optimización basado en el área de endemismo, el cual tiene la capacidad de evaluar cuantos y que tan endémicos son los taxones en un área determinada. Este programa permite hacer modificaciones, corregir errores y ser más exactos en la precisión del área (52).

### **2.4.2. Análisis de especies exótica invasoras**

Actualmente en México se encuentran 46 especies invasoras más dañinas del mundo que están afectando severamente ecosistemas de importancia en todo el territorio nacional, se analizan estudios para determinar las principales consecuencias que generan la flora y fauna introducida en los ecosistemas, para posterior enlistar las técnicas de erradicación y control sin afectar ecosistemas nativos de la zona (53). En Colombia se desarrolló un plan nacional de acción, elaborado para determinar las necesidades asociadas a la evaluación de especies introducidas y trasplantadas en Colombia, se crearon herramientas para enfrentar la crisis por invasiones biológicas y poder evaluar el impacto potencial que estas pueden causar a la diversidad endémica. Se elaboró un análisis de riesgo que permita catalogar la especie de acuerdo al riesgo de invasión con tres niveles: bajo o muy bajo, moderado y alto. Esto asociado a las características de la similitud climática, historia natural, biología y ecología de la especie, antecedentes de invasión e impactos (54).

### **2.4.3. Análisis cambio climático**

El cambio climático es inequívoco en las temperaturas del aire y del mar, los aumentos de gases de efecto invernadero se ha dado hasta en un 70%, y las concentraciones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O son más elevadas a partir de la industrialización (55). Los ecosistemas frágiles y humedales andinos juegan papeles importantes en la dinámica de los ciclos

biogeoquímicos, la cual se está viendo afectada por el cambio climático y las actividades humanas, los cambios bruscos de las propiedades físicas y químicas del sistema natural (56). En España se han creados modelos basados en el ciclo hidrológico con el objetivo de analizar el efecto del cambio climático, la aplicación de los modelos en escenarios presente y futuro, y las variables de temperatura y precipitación ya que las aportaciones del caudal tenderán a disminuir en el futuro por diferentes causas, y como consecuencia de la disminución de la precipitación existe una mayor evapotranspiración y menor humedad del suelo (57).

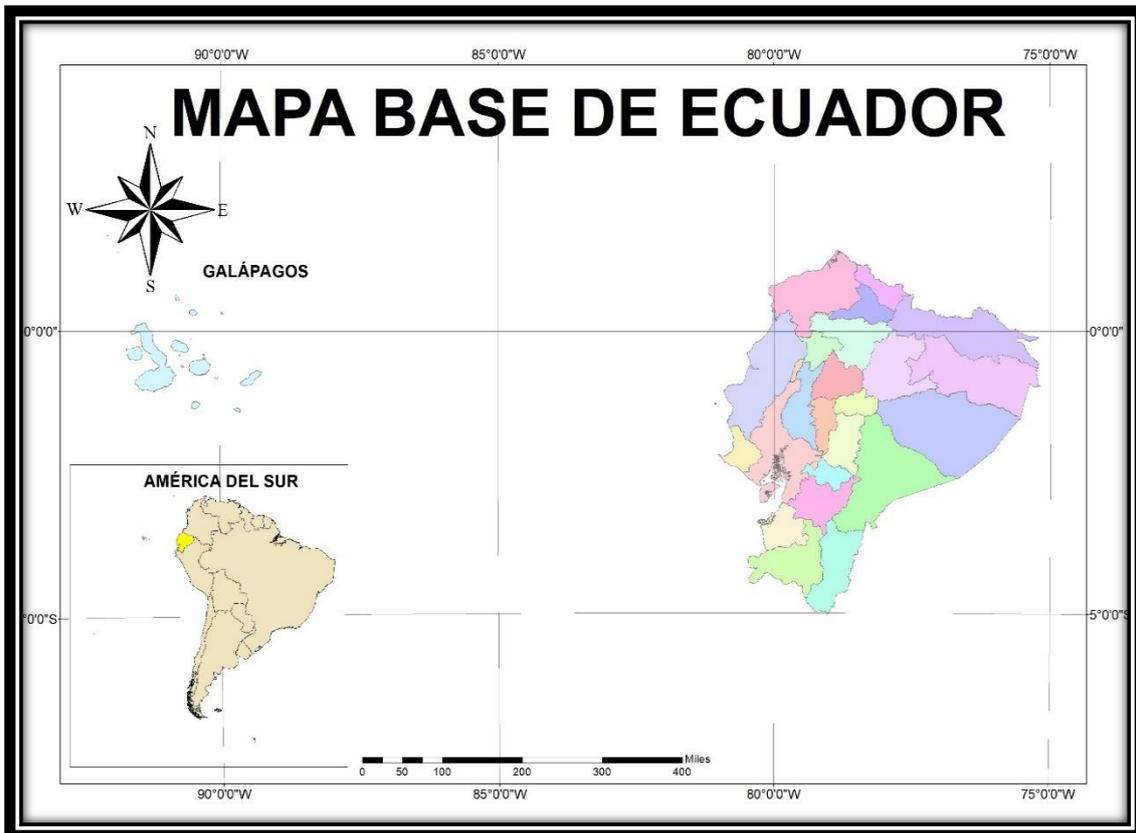
## **2.5. Estado actual de los estudios de especies endémicas y especies exóticas invasoras en Ecuador**

En la actualidad Ecuador continental realiza estudios de diversa índole con el fin de abarcar temas de relevancia, entre los estudios más destacados se encuentra las aves y el endemismo en los bosques de la vertiente occidental andina, la avifauna endémica de la cordillera de los andes se encuentra fragmentada por la deforestación que implica la destrucción de los hábitat, que produce la extinción de aproximadamente 62 especies de aves endémicas de la cordillera de los Andes, los estudios se realizan con el fin de aplicar medidas preventivas de conservación (58). Las plantas nativas del Ecuador continental son foco de importancia medicinal y etnobotánica, por esta razón se reflejan una variedad de estudios realizados basados en esta temática con el fin de darle mejor aprovechamiento y explotar los recursos existentes de manera racional (59). La mayoría de los estudios en Ecuador continental están dirigidos a las especies endémicas y su estado actual de conservación, obviándose de una manera u otra la distribución potencial de especies invasoras. Los estudios con respecto a especies invasoras son muy pocos y la mayoría se encuentran orientados a Galápagos, hay investigaciones de relevancia como la erradicación y control de *Achatina fulica*, una especie de caracol que se distribuye rápidamente por todo el Ecuador afectando a grandes cultivos (60). Otra especie altamente invasiva es *Lissachatina fulica*, una especie de molusco de alto poder invasivo, que se adapta fácilmente a los ecoclimas de los bosques del Ecuador, y genera grandes afectaciones agrícolas y sanitarias. Estas son las evidentes razones por la cual Ecuador continental extingue grandes cantidades de especies endémicas y las medidas de erradicación y control dentro de las áreas protegidas son pocas o nulas por falta de estudios.

**CAPÍTULO II**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización

Ecuador se encuentra ubicado en el Sur de América latina y limita al norte con Colombia, al sur y este con Perú, y al oeste con el Océano Pacífico y Galápagos (Figura 1). Cuenta con una extensión superficial de 283560 km<sup>2</sup>. La base de su economía radica en la agricultura y la ganadería. Cuenta con 16,62 millones de habitantes aproximadamente.



**Figura 1.** Mapa base de Ecuador

#### 3.1.1. Condiciones climáticas

Ecuador posee dos estaciones bien definidas: húmedo en invierno y seco en verano. Su variabilidad está influenciada por diferentes factores entre ellos la topografía y la corriente de Humboldt, las cuales proporcionan características típicas que se mencionan en la Tabla 1 (61).

**Tabla 1.** Condiciones climáticas de Ecuador Continental

<b>Región</b>	<b>Altura</b>	<b>Clima</b>	<b>Temperatura</b>
Costa	0 a 1000 m	-Tropical árido (Suroeste) -seco y Húmedo (centro-sur) -Húmedo (Norte)	24 °C a 25°C
Sierra	1000 a 6300 m	-Tropical muy húmedo (zona de transición litoral-Amazonía) -templado semi-húmedo (Zona interandina). -Cálido y seco (Valles)	Entre 8°C y 20°C con un gradiente de ~5°C por cada 1000 m de altura
Oriente	>1000 a <1000 m	- Tropical muy húmedo en toda la región	24°C y 25°C, con máximos de hasta 40° C

### **3.1.2. Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)**

Cinco millones de hectáreas que corresponde al 19% del territorio nacional se encuentran protegidas por el SNAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas). Este contiene once parques nacionales, cinco reservas biológicas, nueve reservas ecológicas, una reserva geobotánica, cuatro reservas de producción de flora y fauna, 10 refugios de vida silvestre, tres reservas marinas y seis áreas nacionales de recreación (27) donde se conserva la alta diversidad y endemismo de la región.

### **4.3. Tipo de investigación**

Al haber revisado la información existente relacionada al tema central de la investigación se procedió a visualizar el alcance de estudio que se realizó, para ello se tiene el siguiente tipo de investigación:

#### **✓ Investigación exploratoria**

Se utilizó el tipo de investigación exploratoria con el fin de analizar e investigar diferentes aspectos concretos de la realidad que acecha a Ecuador frente a las especies exóticas invasoras, y que aún no han sido analizados a profundidad. Es exploratoria porque se recabó información a profundidad de la realidad actual desde diferentes bases de datos, que permitieron la información más actualizada y con fundamento.

### **3.3. Métodos de Investigación**

#### **3.3.1. Método deductivo**

El presente estudio utilizó el método deductivo ya que se encuentra basado en otros estudios a nivel internacional, la búsqueda de la verificación de los acontecimientos descritos, bajo las diferentes aplicaciones de herramientas informáticas y datos reales de los acontecimientos, una vez observadas las variables a investigar en el sentido más amplio, estricto y específico, se llegó a la demostración o afirmación certera de las posibles causas que afectan el área de estudio.

#### **3.3.2. Método analítico**

Mediante el método analítico se identificó las relaciones entre los diferentes objetos, para distinguir y saber la composición del mismo, este pretendió identificar de forma analítica e independiente las partes que lo conforman, identificó la razón de ser o la causa del hecho que afecta paulatinamente al área de estudio.

### **4.4. Fuentes de recopilación de información**

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron fuentes de información secundaria, porque se recopiló información de revistas científicas, artículos científicos, tesis de grado, documentos doctorales y libros referente a especies endémicas y especies exóticas invasoras en Ecuador continental. Se buscaron bases de datos internacionales, (TRÓPICOS y GBIF) para la obtención de registros de ubicación sobre las especies requeridas.

### **4.5. Diseño de la investigación**

#### **3.3.4.1 Selección de especies endémicas**

En el caso de las EE se consideraron criterios como su estado de conservación actual según la Lista Roja de la UICN; que el endemismo no fuese restringido a las Islas Galápagos; que pudiesen tener una afectación potencial directa o indirecta con las EEI seleccionadas, y que existiera una cantidad mínima de 15 registros de presencia por cada especie. En la Tabla 2 se presenta la lista de especies endémicas seleccionadas para el estudio.

**Tabla 2.** Especies endémicas seleccionadas para la modelación de nicho ecológico en Ecuador continental

	<b>REINO/FAMILIA</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>TIPO DE ECOSISTEMA</b>	<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	<b>AMENAZA</b>
<b>1</b>	Plantae	<i>Passiflora roseorum</i>	Granadilla/ maracuyá	Bosque andino	Peligro Crítico	Pérdida de hábitat, ganadería, deforestación, agricultura.
<b>2</b>	Plantae	<i>Gentianella jamesonii</i>	Hercampure/ té amargo	Páramo arbustivo	En Peligro	Urbanización y perdida de hábitat
<b>3</b>	Plantae	<i>Eudema nubigena</i>	Hierva terrestre	Superpáramo	Vulnerable	Pérdida de Hábitat
<b>4</b>	Plantae	<i>Ceiba trichistandra</i>	Ceibo	Bosque tropical (soporte a sequías e inundaciones)	Vulnerable	Agricultura, ganadería y deforestación
<b>5</b>	Plantae	<i>Ecuadendron acosta- solisianum</i>	-----	Bosque litoral, hasta bosque litoral piemontano húmedo	Peligro Crítico	Deforestación, ganadería y agricultura

	<b>REINO</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>TIPO DE ECOSISTEMA</b>	<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	<b>AMENAZA</b>
<b>6</b>	Animalia	<i>Gastrotheca riobambae</i>	Rana Marsupial de Quito	Bosque Montano Occidental, Matorral Interandino	En Peligro	Uso de pesticidas y la expansión de plantaciones forestales.
<b>7</b>	Animalia	<i>Metachirus nudicaudatus</i>	Raposa Marrón De Cuatro Ojos	Bosque Deciduo de la Costa, Bosque Húmedo Tropical Amazónico, Bosque Húmedo Tropical del Chocó, Bosque Piemontano Occidental y Oriental, Matorral Seco de la Costa	Preocupación Menor	Pérdida de hábitat
<b>8</b>	Animalia	<i>Gastrotheca pseustes</i>	Rana Marsupial de San Lucas	Bosque Montano Occidental, Páramo, Matorral Interandino, Bosque Montano Oriental	Preocupación Menor	Pérdida de hábitat
<b>9</b>	Animalia	<i>Trigona branneri</i>	Abeja sin aguijón	Bosques tropicales húmedos, bosque tropical seco.	Preocupación Menor	Agricultura, uso de pesticidas y agroquímicos.

### 3.3.4.2. Selección de especies exóticas invasoras

Para la selección de las EEI a modelar se consideraron los siguientes criterios: (1) que sean terrestres, ya que no existen escenarios climáticos al futuro en las zonas marinas; (2) que representen un riesgo para una porción importante de Ecuador y (3) que existan por lo menos 100 registros únicos de presencia de las especies en su área nativa de distribución y en sitios donde ya se ha demostrado que es una especie invasora.

Para la selección de las EEI se revisó la lista de las especies invasoras publicadas para Ecuador en el Informe Final del proyecto “Digitalización de Datos de Especies Invasoras del Ecuador a Nivel Nacional y Regional”, en el informe de Especies Exóticas Invasoras en Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe (62), en el Cuarto Informe para la Convención de Diversidad Biológica (27) y en el proyecto en ejecución “Predicciones de riesgo potencial de invasión de especies exóticas en Ecuador: Implicaciones para especies endémicas y ecosistemas”. En la Tabla 3 se presenta la lista de especies exóticas invasoras en Ecuador continental.

**Tabla 3.** Especies exóticas invasoras seleccionadas para la modelación del nicho ecológico en Ecuador continental.

Nº	ESPECIE	CLIMA FAVORABLE	ORIGEN
1	<i>Arachis pintoi</i>	Cálido	Brasil
2	<i>Asclepia Curassavica</i>	Templado	Sudamérica
3	<i>Melinis minutiflora</i>	Cálido	África
4	<i>Lolium multiflorum</i>	Templado y subtropical-	Europa y norte de África.
5	<i>Lantana camara</i>	Templado	Sur de Estados Unidos y Sudamérica
6	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Cálido	África
7	<i>Azadirachta indica</i>	Tropical y subtropical	India
8	<i>Senecio vulgaris</i>	Templado subhúmedo	Europa, Asia occidental y norte de África
9	<i>Terminalia catappa</i>	Tropical húmedo	Malasia
10	<i>Leucaena leucocephala</i>	Cálido	México a Centroamérica y Antillas
11	<i>Setaria palmifolia</i>	Cálido	Estados Unidos, Argentina y Chile
12	<i>Coix lacryma-jobi</i>	Tropical y subtropical	Asia
13	<i>Cenchrus echinatus</i>	Tropical y subtropical	América
14	<i>Spartium junceum</i>	Árido, Atlántico, Continental Mediterráneo, Subtropical árido	Europa

Cada especie se buscó en las bases Global Biodiversity Information Facility (data.gbif.org), TROPICOS (trópicos.org) y en el herbario de la facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, para obtener registros (coordenadas geográficas) de presencia en su rango nativo, en el área invadida a nivel mundial y en Ecuador. Para esto se utilizó la librería Spocc (63) del programa R CoreTeam (2015), los cuales permiten acceder a diferentes repositorios en línea. Los datos duplicados dentro de un tamaño de pixel de 1 km<sup>2</sup> fueron removidos de la base de datos a través de la librería NicheToolBox (64), para minimizar la autocorrelación espacial que afecta significativamente los modelos de distribución de especies (65).

### **3.3.5. Variables climáticas**

Para la modelación del nicho climático de las EE y las EEI se usaron los registros de presencia de las especies y las variables bioclimáticas disponibles en el WorldClim 1.4, con una resolución de 30 arc-segundos (~1 km<sup>2</sup>) (66). WorldClim tiene una cobertura temporal de 1961-1990 para el presente. La información climática se extrajo de cada punto de presencia de cada una de las especies con el uso del sistema de información geográfica (SIG) ArcGIS v10.1 (67). Se realizó un análisis de correlación de Spearman en el cual se identificaron las variables con ( $r > 0,7$ ) y se eligió la variable con mayor significado ecológico para la cada especie, tanto endémica como invasora. A la par se realizaron Modelos de nicho climático en Maxent con todas las variables, se eligieron las variables que tuvieron mayor (>50%) porcentaje de contribución e importancia de la permutación individualmente, para luego ser analizadas en conjunto con los resultados de la correlación de Spearman e identificar correlaciones altas que pudieran provocar redundancia de la información. Con la integración de estos métodos y el análisis específico de cada especie en conjunto con los aspectos ecológicos, se seleccionaron las variables finales que se incluyeron en el modelo final para obtener la predicción del nicho climático de las EE y EEI. A continuación se presentan las variables bioclimáticas utilizadas para la modelación de nicho climático (Tabla 4). Las variables Temperatura media del trimestre más húmedo, Temperatura media del trimestre más seco, Precipitación del trimestre más cálido, Precipitación del trimestre más frío; fueron omitidas del proceso debido a que se consideran artificios que generan patrones o regiones que no existen realmente.

**Tabla 4.** Variables bioclimáticas utilizadas para la modelación de nicho ecológico de especies endémicas y exóticas invasoras en Ecuador continental.

<b>Siglas</b>	<b>Variabes</b>	<b>Descripción</b>
<b>BIO1</b>	Temperatura media anual (°C)	Temperatura promedio de cada mes, son las entradas totales de energía de un ecosistema
<b>BIO2</b>	Oscilación diurna de la temperatura (°C)	Diferencia entre la temperatura máxima y mínima de un mes, fluctuación de la temperatura para cada especie.
<b>BIO3</b>	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
<b>BIO4</b>	Estacionalidad de 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.
<b>BIO5</b>	Temperatura máxima media del periodo más cálido (°C)	Temperatura máxima mensual durante un tiempo, año o período promedio de años.
<b>BIO6</b>	Temperatura mínima media del periodo más frío (°C)	Temperatura mínima mensual durante un tiempo, año o período promedio de años.
<b>BIO7</b>	Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre parámetros 5 y 6)	Variación de temperatura durante un período determinado. Es la resta de BIO5 y BIO6
<b>BIO10</b>	Temperatura media del cuatrimestre más cálido (°C)	Índice trimestral de aproximación a temperaturas medias que prevalecen durante el trimestre más cálido
<b>BIO11</b>	Temperatura media del cuatrimestre más frío (°C)	Índice trimestral de aproximación a temperaturas medias que prevalecen durante el trimestre más frío
<b>BIO12</b>	Precipitación anual (mm)	Suma de todos los valores totales mensuales de precipitación
<b>BIO13</b>	Precipitación del periodo más lluvioso (mm)	Precipitación total que prevalece durante el mes más lluvioso
<b>BIO14</b>	Precipitación del periodo más seco (mm)	Precipitación total que prevalece durante el mes más seco
<b>BIO15</b>	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)	Variaciones totales mensuales de precipitación a lo largo del año
<b>BIO16</b>	Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	Precipitación total que prevalece en el trimestre más húmedo
<b>BIO17</b>	Precipitación del cuatrimestre más seco (mm)	Precipitación total que prevalece en el trimestre más seco

### 3.3.6. Modelación del nicho climático

Para modelar los nichos climáticos de las especies se usó el algoritmo de máxima entropía (MaxEnt) en el programa Maxent v3.4.1 (68). Este es un método correlativo que sólo requiere de información sobre la presencia de las especies y una serie de parámetros climáticos y/o ecológicos para generar un modelo de las condiciones que favorecen la presencia de una especie. Este modelo se proyectó al espacio geográfico para generar un

mapa que representa la distribución de condiciones favorables para la especie, o su distribución potencial (69). El modelo de nicho también se proyectó en escenarios de cambio climático (70). Las proyecciones geográficas de estos modelos se pueden utilizar como insumos en la búsqueda de estrategias para monitorear el riesgo de invasión en condiciones ambientales actuales y futuras (71).

Los modelos de las EEI fueron calibrados con los datos de presencia en su región nativa y de invasión mundial y fueron proyectados (en el espacio geográfico) hacia la región de invasión en Ecuador continental. Los modelos de las EE fueron calibrados con los registros de presencia obtenidos de la literatura y de las bases de datos internacionales (GBIF y TROPICOS). Se realizaron cinco réplicas de cada modelo por especie para evitar asunciones incorrectas por artefactos estadísticos. Se usó el *bootstrap* como método de remuestreo para la separación de los registros utilizados por el programa a la hora de realizar cada réplica del modelo. El 75% de los registros de presencia por EEI fueron utilizados para calibrar el modelo y el otro 25% para validarlo. En el caso de las EE se usaron todos los registros para calibrar el modelo y se obtuvieron al menos 5 registros nuevos por especie para validarlos externamente (Tabla 5). Los modelos fueron evaluados y validados internamente a través del AUC y de forma externa con la prueba ROCparcial en la paquetería NicheToolBox del programa R 3.1.3 (R Core Team, 2015) (64). En la tabla 5 se presenta el número de registros de presencia utilizado para la calibración y validación de los modelos tanto para EE como para EEI.

**Tabla 5.** Número de registros de presencia usados para calibrar y validar los modelos de nicho climático de las especies endémicas y exóticas invasoras en estudio

<b>Especies endémicas</b>	<b>Registros para calibración</b>	<b>Registros para validación interna</b>	<b>Registros para validación externa (Nichetoolbox)</b>
<i>Passiflora roseorum</i>	13	7	5
<i>Gentianella jamesonii</i>	13	7	5
<i>Eudema nubigena</i>	14	8	5
<i>Ceiba trichistandra</i>	13	6	5
<i>Ecuadendron acosta-solisianum</i>	13	6	5
<i>Gastrotheca riobambae</i>	14	8	5
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	13	5	5
<i>Gastrotheca pseustes</i>	74	38	5
<i>Trigona branneri</i>	14	8	5
<b>Especies exóticas invasoras</b>			
<i>Arachis-pintoi</i>	185	93	5
<i>Asclepias curassavica</i>	727	364	5
<i>Melinis minutiflora</i>	437	219	5
<i>Lolium multiflorum</i>	610	305	5
<i>Lantana 52ámara</i>	1438	720	5
<i>Hyparrhenia rufa</i>	56	9	5
<i>Azadirachta indica</i>	139	24	5
<i>Senecio vulgaris</i>	79	13	5
<i>Terminalia catappa</i>	66	11	5
<i>Leucaena leucocephala</i>	65	11	5
<i>Setaria palmifolia</i>	28	4	5
<i>Coix lacryma-jobi</i>	136	24	5
<i>Cenchrus echinatus</i>	88	15	5
<i>Spartium junceum</i>	53	9	5

Para conocer el potencial invasivo actual y futuro de las EEI en Ecuador, cada modelo se proyectó a un escenario climático actual para el país (1961- 1990) y a escenarios climáticos futuros, uno cercano con su centro en 2050 (2041-2060) y otro lejano centrado en 2070 (2061-2080), bajo dos escenarios de concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, uno cauteloso (RCP 4.5) y otro extremo (RCP 8.5). Los escenarios futuros se obtuvieron del laboratorio GFDL-CM3 (Estados Unidos).

Se transformaron los mapas continuos de adecuación o favorabilidad a mapas binarios de presencia-ausencia, utilizando como umbral de corte el *décimo percentil* de los datos de calibración. Los mapas binarios permiten la identificación de amplias regiones geográficas con condiciones climáticas adecuadas pueden facilitar el establecimiento de una especie (72).

Se utilizaron comparaciones de los mapas binarios de las especies para identificar los cambios potenciales (expansión, contracción del rango, no cambio y ausencia) en las condiciones favorables que podría generar el cambio climático a futuro. Para esto se empleó el complemento *Distribution Changes Between Binary SDM* en *Maxent Tools* de la herramienta *SDMToolBox v1.1* de ArcGIS 10.4.

Se sumaron los mapas binarios de las EEI en el SIG para identificar las zonas con mayor coincidencia de los modelos (mayor número de modelos coincidiendo en el espacio geográfico, mapa de riqueza). Estas áreas se identificaron como zonas de mayor susceptibilidad a la invasión actual y futura y/o afectación potencial por el alto número de modelos de EEI coincidentes. El mapa de riqueza se calculó con la herramienta *SDMToolBox* de ArcGis 10.4. Esta suma se realizó para el presente, el futuro (2050 y 2070) y dos escenarios RCP (4.5 y 8.5).

Para identificar las provincias con la mayor superficie de condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de las EE, se superpuso el mapa vectorial de las provincias de Ecuador continental extraído del geo portal del Instituto Geográfico Militar (73) con los mapas binarios de cada especie. Se extrajo la extensión (km<sup>2</sup>) de condiciones favorables contenida en los límites de cada provincia. En el caso de las EEI, este procedimiento se realizó sobre el mapa de suma de modelos o riqueza de EEI. Estos procedimientos se realizaron con la herramienta *ArcToolBox*, herramientas de análisis especial, extracción en ArcGis.

La importancia de las variables climáticas sobre los modelos fue determinada comparando los valores ganados en el *jackknife* que realiza Maxent a los datos de calibración, cuando el modelo es corrido con las variables individuales. Además, se seleccionaron las variables que tuviesen mayor porcentaje de contribución (>50%) e importancia de la permutación individualmente o de forma combinada. Para cada especie se graficó el comportamiento de las probabilidades de encontrar condiciones climáticas adecuadas ante la fluctuación de las variables de mayor aporte a los modelos.

Con la paquetería NichetoolBox de R se graficó el nicho climático conocido de todas las especies en el espacio ambiental, utilizando como variables en el sistema tridimensional aquellas seleccionadas de mayor aporte a los modelos. Además, se obtuvieron gráficos del elipsoide del nicho fundamental en el espacio ambiental.

Por otra parte, para complementar la información climática conocida en las localidades con registro de cada especie, se obtuvo la clasificación climática natural mundial que identifica cada tipo de clima con una serie de letras que indican el comportamiento de las temperaturas y precipitaciones que caracterizan dicho tipo de clima (Clasificación climática de Köppen (74)).

De los mapas de suma de las EEI en cada escenario climático se extrajo la superficie (km<sup>2</sup>) con condiciones climáticas favorables para la presencia de cada EE. Para esto se usaron los mapas binarios de las EE. Se tabuló en porcentaje la superficie con condiciones adecuadas para las EE contenida en las regiones de coincidencias de 2-13 EEI. Este procedimiento se realizó con la ArcToolBox, herramientas de análisis espacial, crear puntos aleatorios.

Además, se analizó si existía alguna asociación significativa entre las probabilidades de encontrar condiciones adecuadas para las EE y las EEI. Para esto se generaron 1000 puntos aleatorios sobre la superficie que se superpone entre los mapas continuos de las EE y las EEI. De estos sitios se extrajo el valor de probabilidad de encontrar condiciones favorables para las EE y EEI a través de la herramienta ArcToolBox, extracción de valores múltiples a puntos en ArGis. Como estas probabilidades no siguen una distribución normal, se realizaron correlaciones de Spearman entre las probabilidades de ambos tipos de especies. Para analizar las posibles afectaciones sobre áreas protegidas (APs) se utilizaron mapas vectoriales de estos sitios. Estos mapas de polígonos se

analizaron superponiéndoles el mapa de riqueza de las EEI y los mapas de las EE. Las zonas de coincidencia fueron delimitadas y se calculó el área dentro las Aps, correspondientes a los mayores valores de riqueza de EEI y de adecuación climática de las EE. A partir de este análisis espacial se pudo confeccionar mapas de riesgo de invasión actual y futura de EEI, resaltando los sitios con un número alto de especies exóticas y los sitios en que pueden afectar a las EE, las APs y el comportamiento de esta relación ante escenarios de cambio climático.

Para analizar si los sitios con mayor coincidencia de especies exóticas invasoras dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental tienen mayor probabilidad de adecuación para las especies endémicas se siguieron los siguientes pasos:

1. Se extrajo de los mapas de suma de las EEI dos grupos de Shapefile de los escenarios de cambio climático para áreas con menos de seis coincidencias de EEI y más de siete coincidencias de EEI.
2. Se utilizó la herramienta Clip para extraer la información combinada del área de ocupación de las EEI y el ráster de las áreas protegidas.
3. Se ubicaron puntos aleatorios dentro de los Shapefile obtenidos de la combinación del paso dos.
4. Se extrajo la información del mapa continuo de cada una de las especies endémicas.
5. Se sacó la estadística descriptiva e histogramas de los resultados de los puntos aleatorios.

### **3.4. Instrumentos de la investigación**

Se utilizó como instrumento de búsqueda una computadora con acceso a internet, las páginas web requeridas facilitaron la obtención de la información en diferentes ámbitos y necesidades, entre las páginas más utilizadas están las siguientes:

- ✓ Global Biodiversity Information Facility ([data.gbif.org](http://data.gbif.org)) (obtención de registros, coordenadas geográficas).<sup>2</sup>
- ✓ Trópicos ([55amara55o.org](http://55amara55o.org)) (obtención de registros, coordenadas geográficas).
- ✓ Librería Spocc (Repositorios en Línea) (artículos científicos con información de cada especie)
- ✓ NicheToolBox (Biblioteca de información).

### 3.5. Tratamientos de datos

Una vez obtenida la información a procesar se analizó y se interpretó para efecto en los siguientes programas:

- **ArGis:** visualización de mapas y ubicación de las especies en proceso, para identificar zonas o áreas de afectación.
- **Programa R Core Team:** conjunto integrado de facilidades de software para la manipulación de datos, cálculo y visualización gráfica.
- **NicheToolBox:** análisis de datos exploratorios para nicho ecológico, tratamiento de variables climáticas para cada especie, validación de modelos, representación de modelos en el espacio ambiental.
- **Maxent:** modelación de nichos ecológicos.
- **XLSTAT:** manejo y análisis estadístico de los datos.

#### 3.5.4. Materiales

**Tabla 6.** Materiales empleados en el proyecto de investigación.

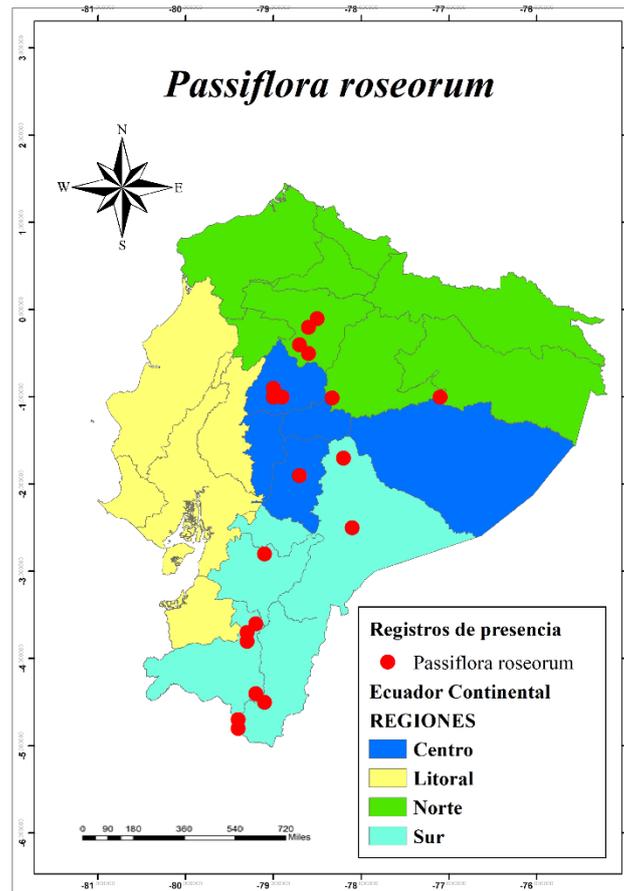
Materiales bibliográficos	Registro de la presencia de especies	Variables climáticas	Software de modelaje y edición de modelos	Equipos
Lista de especies exóticas invasoras, lista de especies endémicas de Ecuador, artículos científicos, literatura general, informes de proyectos	Global Biodiversity Information Facility (data.gbif.org) y TROPICOS)	variables bioclimáticas disponibles en el WordClim 1.4	Maximum Entropy (MaxEnt 3.4.1), ArcGIS v10.4	Computador a (capacidad alta para procesamiento en la modelación y trabajo con SIG en extensas escalas geográficas)

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1. Distribución geográfica potencial actual y bajo escenarios de cambio climático de nueve especies endémicas y catorce especies exóticas invasoras en Ecuador continental

- *Passiflora roseorum*

*Passiflora roseorum* es una especie endémica de Ecuador, conocida particularmente como “flor de pasión”. Su estatus de conservación según los criterios de la UICN es “Vulnerable”. Se identificó su distribución en las laderas de la Cordillera de los Andes, hasta los 3000 msnm. Soporta una temperatura media anual de 25,7°C y se encuentra amenazada por la pérdida de hábitat, actividades agrícolas, ganaderas y deforestación. Presentó registros de presencia en la región Norte, Centro y Sur de Ecuador continental (Figura 2).



**Figura 2.** Registros de presencia de *Passiflora roseorum* en Ecuador continental

El modelo de nicho climático en el espacio geográfico para *P. roseorum* tuvo un gran desempeño según lo revelan los datos de rendimiento en su prueba de entrenamiento (AUC) y de validación (ROCparcial) obteniendo valores de AUC y ROC parcial estadísticamente significativos ( $p < 0,001$ ), dando como resultado una buena predicción a partir de las variables climáticas utilizadas (Tabla 7). Los valores de umbral de corte fueron  $> 1$  y descartaron la posibilidad de ser un modelo al azar.

**Tabla 7.** Rendimiento de los modelos para las especies endémicas seleccionadas.

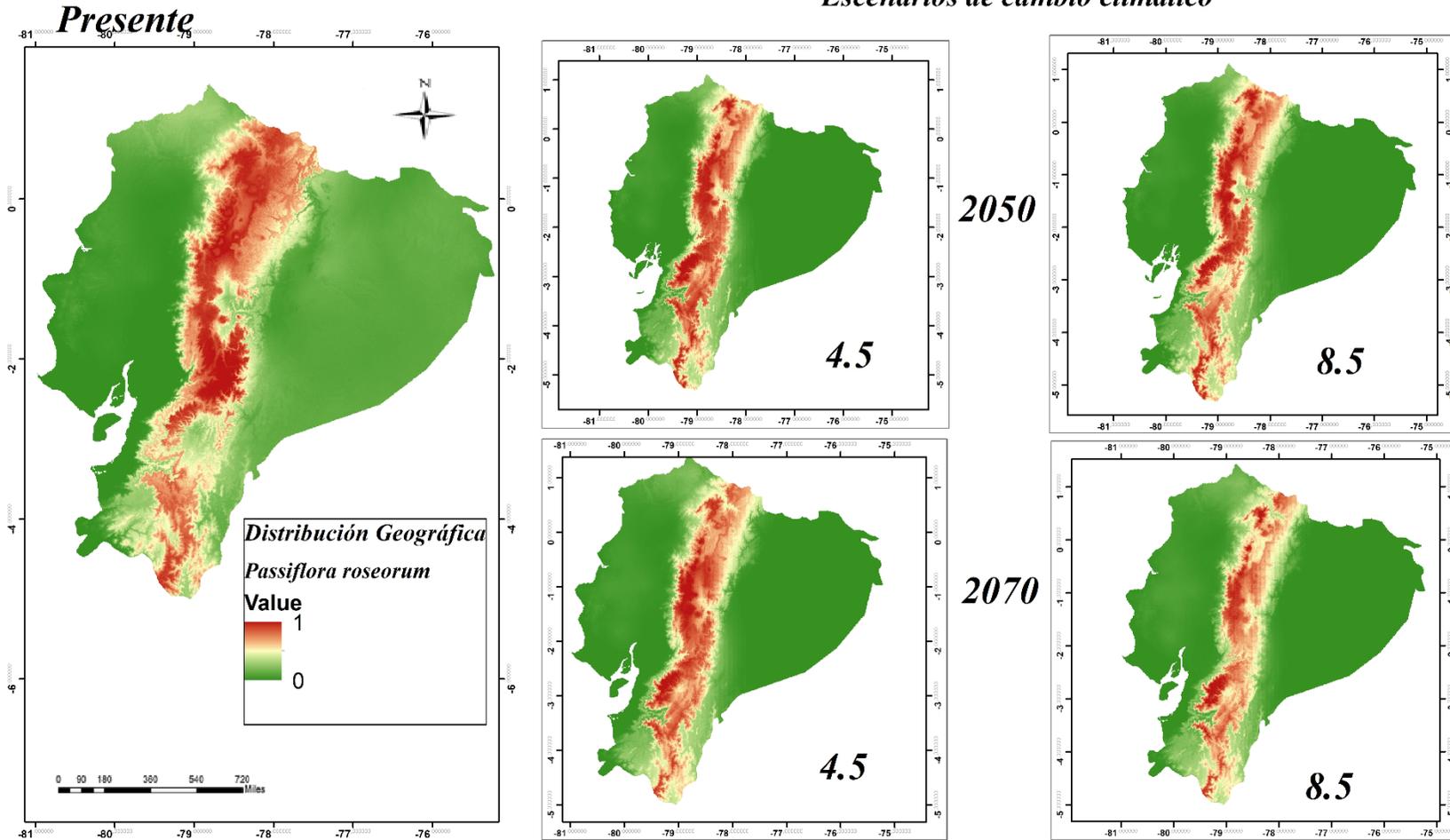
<b>Especies</b>	<b>AUC</b>	<b>ROC parcial</b>	<b>P</b>
<i>Passiflora roseorum</i>	0,88 ± 0,03	1,52 ± 0,22	<0,001
<i>Gentianella jamesonii</i>	0,90 ± 0,009	1,89 ± 0,08	<0,001
<i>Eudema nubigena</i>	0,79 ± 0,03	1,75 ± 0,18	<0,001
<i>Ceiba trichistandra</i>	0,8 ± 0,08	1,7 ± 0,16	<0,001
<i>Ecuadendron acosta-solisianum</i>	0,78 ± 0,07	1,47 ± 0,43	<0,001
<i>Gastrotheca riobambae</i>	0,95 ± 0,013	1,89 ± 0,08	<0,001
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	0,83 ± 0,03	1,47 ± 0,26	<0,001
<i>Gastrotheca pseustes</i>	0,87 ± 0,04	1,59 ± 0,29	0,001
<i>Trigona branneri</i>	0,80 ± 0,015	1,63 ± 0,43	<0,001

A través de la proyección del modelo de *P. roseorum* al espacio geográfico se identificaron las áreas con condiciones favorables para la presencia de la especie en el presente y bajo escenarios de cambio climático, uno cauteloso RCP (4.5) y un extremo RCP (8.5), como se muestra en la Figura 3. Se presentó una combinación de colores para definir las áreas de presencia o ausencia según las condiciones climáticas, el color rojo representa las áreas con condiciones favorables según el resultado del modelo y las zonas de verdes se consideran poco favorables (Figura 3).

Según los resultados del modelo en Ecuador continental, para la especie se identificó un área de favorabilidad en el presente de ~65828 km<sup>2</sup> (Figura 4) abarcando las provincias de Morona Santiago, Cotopaxi, Bolívar, Loja, Napo, Sucumbíos, Carchi y Tungurahua. Las zonas con mayor favorabilidad se localizaron en Chimborazo, Pichincha, Cañar, Imbabura, Zamora y Azuay. Las áreas con menor favorabilidad para la distribución de la especie se localizaron en Los Ríos, Guayas, Esmeraldas, Santo Domingo y El Oro.

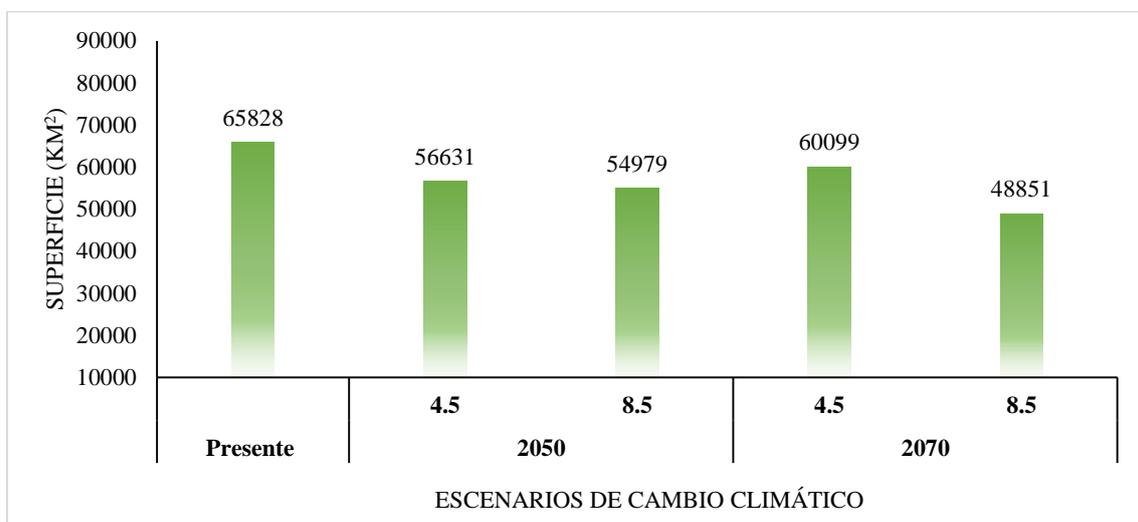
# *Passiflora roseorum*

## Escenarios de cambio climático



**Figura 3.** Distribución geográfica potencial de *Passiflora roseorum* en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5)

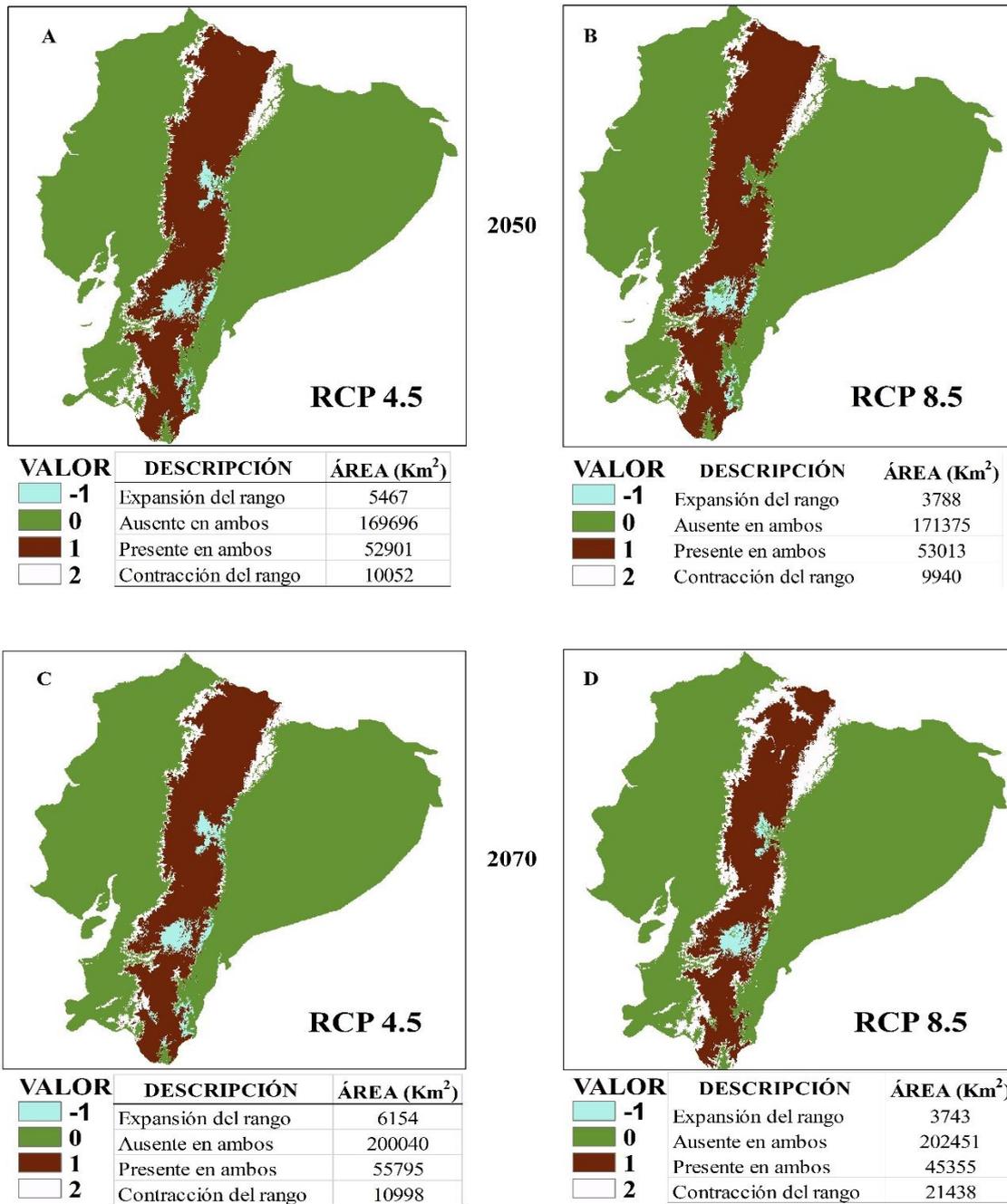
Para el año 2050 y 2070 en el escenario moderado RCP (4.5) la extensión fue ~56631 km<sup>2</sup> y ~60099 km<sup>2</sup> (Figura 4), siendo Chimborazo, Pichincha, Cañar, Imbabura, Zamora Chinchipe, Azuay las áreas con mayor favorabilidad. Las áreas con menor favorabilidad se identificaron en Napo, Sucumbíos, Santo Domingo y El Oro. En los escenarios extremos RCP (8.5) 2050 y 2070 se presentó una extensión de condiciones favorables de ~54979 km<sup>2</sup> y ~48851 km<sup>2</sup> manteniéndose las mismas provincias antes mencionadas. Los escenarios cauteloso y extremo descartaron a la provincia de Guayas y Los Ríos, ya que predice que en esos escenarios no presentarán ninguna condición ambiental favorable para la especie en esos años.



**Figura 4.** Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de *Passiflora roseorum* en el presente y bajo escenarios de cambio climático

Hubo cambios de la distribución de condiciones favorables para la especie según los escenarios de cambio climático. La mayor contracción se identificó en el RCP 8.5 del 2070 (Figura 5). Sin embargo, las zonas de expansión del rango de condiciones favorables coinciden en los cuatro escenarios, localizándose hacia la zona centro-sur de la cordillera andina con el aumento más alto en el RCP 4.5 del 2070 (Figura 5).

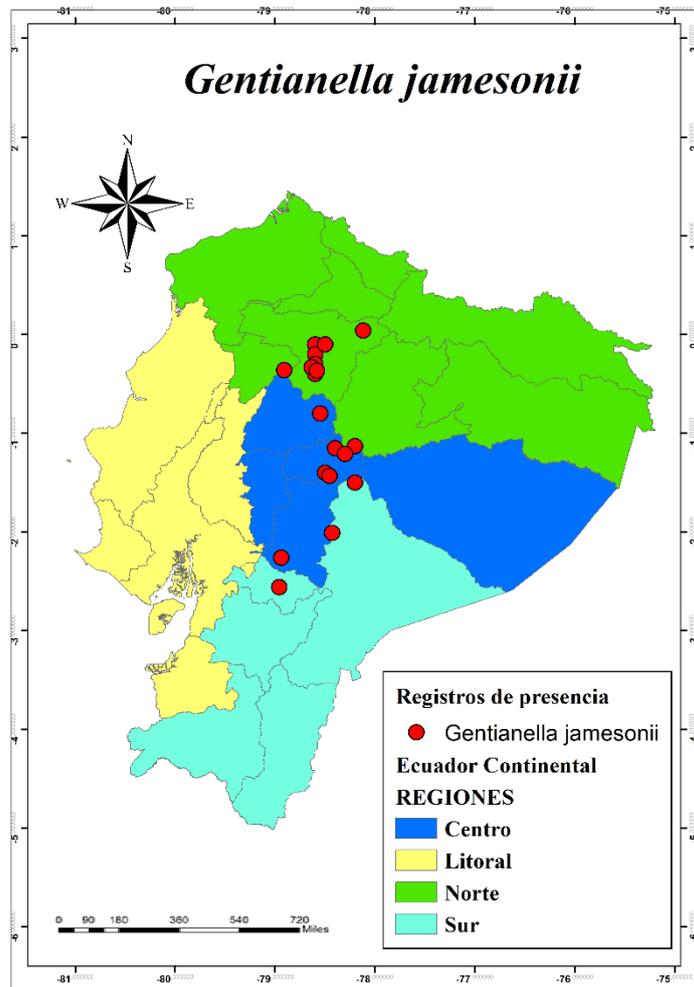
*Passiflora roseorum*



**Figura 5.** Cambios en la distribución de condiciones adecuadas favorables para *Passiflora roseorum* ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070

- *Gentianella jamesonii*

*Gentianella jamesonii* es una especie endémica de Ecuador, conocida particularmente como “Té amargo”, se encuentra considerada según los criterios de la UICN “En peligro de extinción”, su hábitat idóneo es arbustivo subtropical o tropical a gran altura. Esta especie se distribuye en las laderas de la cordillera de los andes hasta los 4500 msnm, soporta temperatura media anual de 13.9°C, y precipitaciones promedio de 1273 mm, su principal amenaza se deriva de la pérdida de hábitat por urbanización y crecimiento poblacional. Presenta registro de presencia en la región Norte, centro y Sur de Ecuador continental (Figura 6).



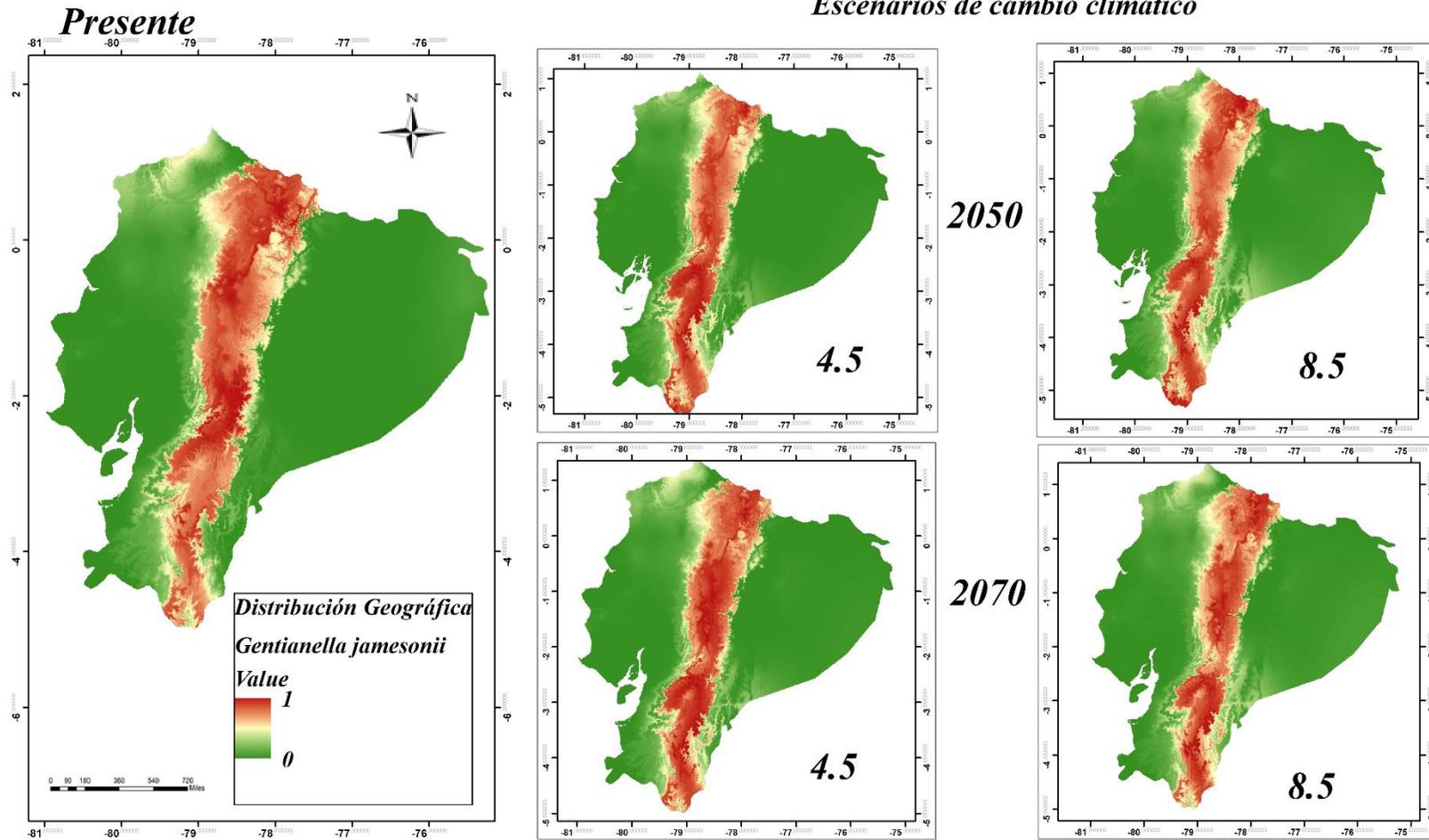
**Figura 6.** Registros de presencia de *Gentianella jamesonii* en Ecuador continental

El modelo de nicho climático en el espacio geográfico para *G. jamesonii* tuvo un gran desempeño según lo revela los datos de rendimiento en su prueba de entrenamiento (AUC), y de validación (ROCpartial) obteniendo valores de AUC y ROC parcial estadísticamente significativos ( $p < 0,001$ ), como se muestran en la (Tabla 7). Los valores de umbral de corte fueron  $>1$  y descartaron la posibilidad de que sea un modelo al azar.

A través de la proyección del modelo de *G. jamesonii* al espacio geográfico se identificaron las áreas con condiciones favorables para la presencia de la especie en el presente y bajo escenarios de cambio climático, uno cauteloso RCP (4.5) y un extremo RCP (8.5), como se muestra en la figura 7. Se presentó una combinación de colores para definir la presencia o ausencia según las condiciones climáticas, el color rojo representa las áreas con condiciones favorables según el resultado del modelo, y las zonas verdes se consideran poco favorables (Figura 7).

# *Gentianella jamesonii*

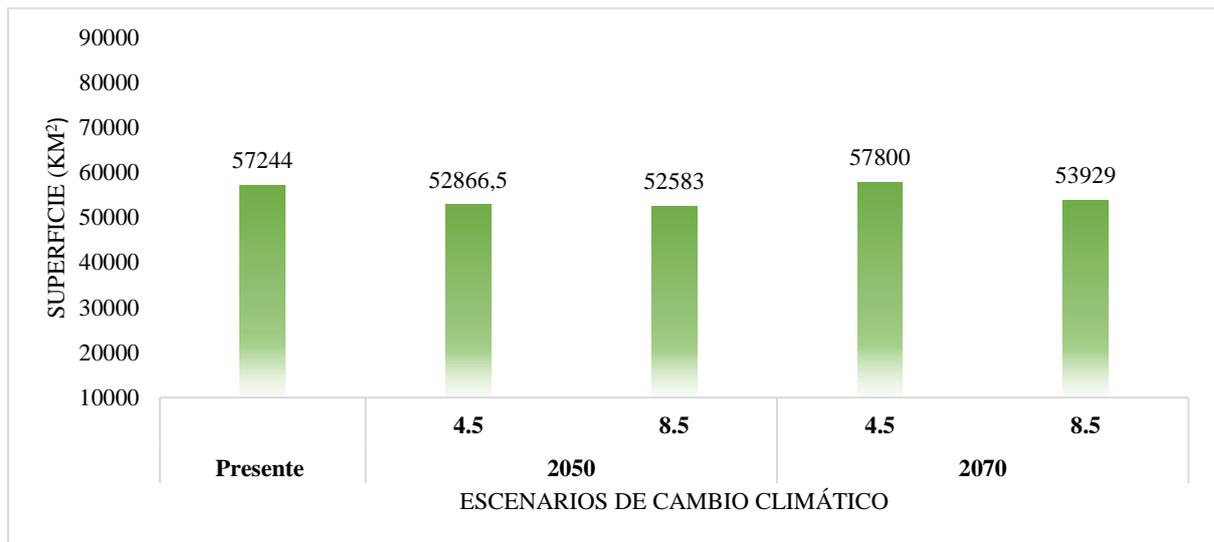
## Escenarios de cambio climático



**Figura 7.** Distribución geográfica potencial de *Gentianella jamesonii* en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5)

Según los resultados del modelo en Ecuador continental, para la especie se identificó un área de favorabilidad en el presente de ~57244 km<sup>2</sup>, (Figura 8) abarcando las provincias de El Oro, Morona Santiago, Bolívar, Loja, Tungurahua, Napo, Cotopaxi.

Las zonas con mayor favorabilidad se localizan en Chimborazo, pichincha, Cañar, Imbabura, Carchi. Las áreas con menor favorabilidad para la distribución de la especie se localiza en Zamora Chinchipe, Sucumbíos, Santo Domingo, Pastaza, El Oro, Esmeraldas.

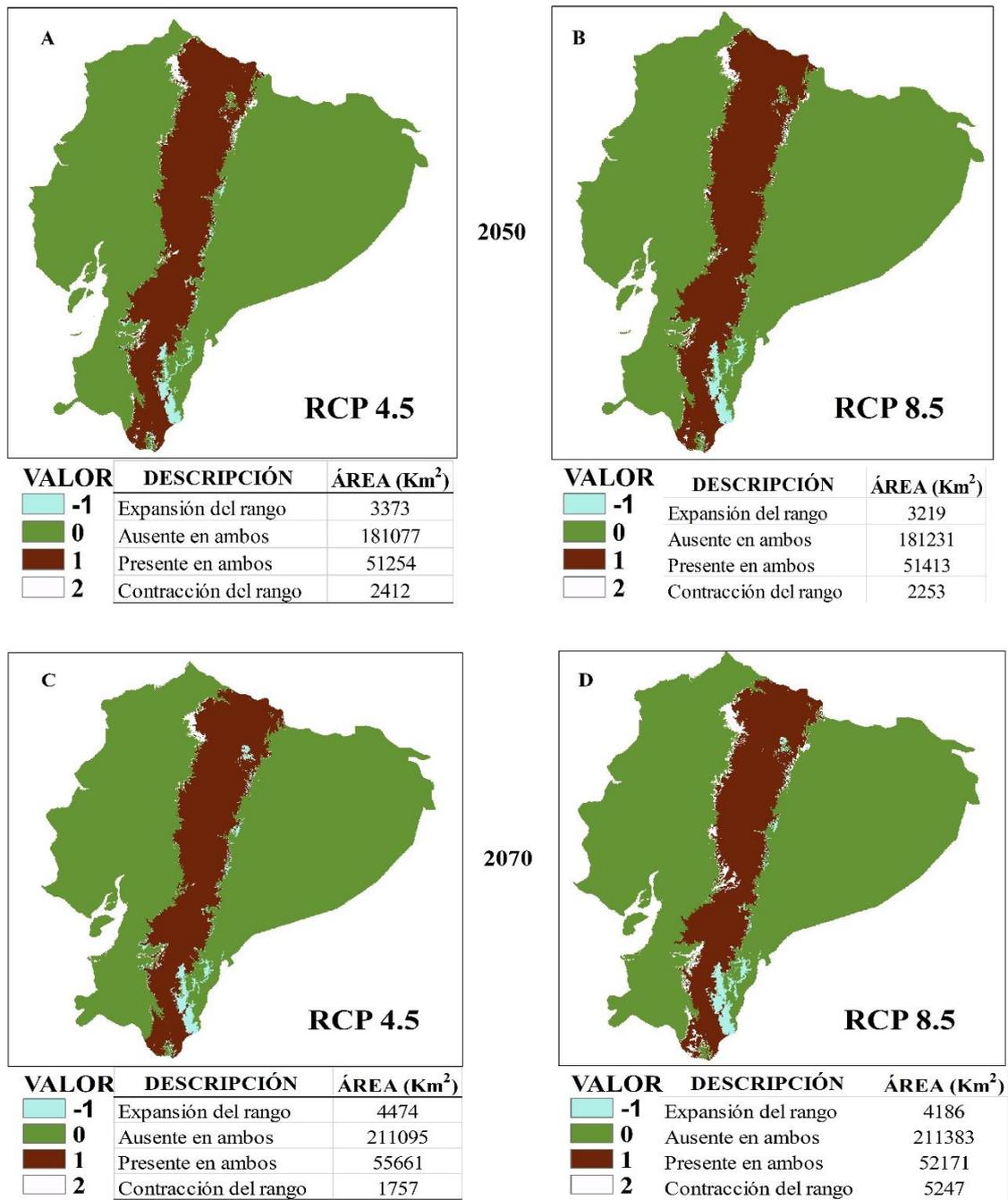


**Figura 8.** Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de la especie *Gentianella jamesonii* en el presente y bajo escenarios de cambio climático

Para el año 2050 y 2070 en el escenario moderado RCP (4.5) la extensión fue 52866 km<sup>2</sup> y 57800 km<sup>2</sup> (Figura 8), siendo Chimborazo, Tungurahua, Imbabura, Zamora Chinchipe, Carchi las áreas con mayor favorabilidad. Las áreas con menor favorabilidad se identificaron en Sucumbíos, Morona Santiago, Esmeraldas, Pastaza, Santo Domingo, El Oro. En los escenarios extremos RCP (8.5) 2050 y 2070 se presentó una extensión de condiciones favorables de ~52583 km<sup>2</sup> y 53929 km<sup>2</sup> manteniéndose las mismas provincias antes mencionadas.

Hubo cambios de la distribución de condiciones favorables para *G. jamesonii* según los escenarios de cambio climático. La mayor contracción se identificó en el RCP 8.5 del 2070 (Figura 9). Sin embargo no existe mayor expansión del rango en ninguno de los escenarios, localizándose las especies en la zona centro de norte-sur de la cordillera andina con el aumento más alto en el RCP 4.5 del 2070 (Figura 9).

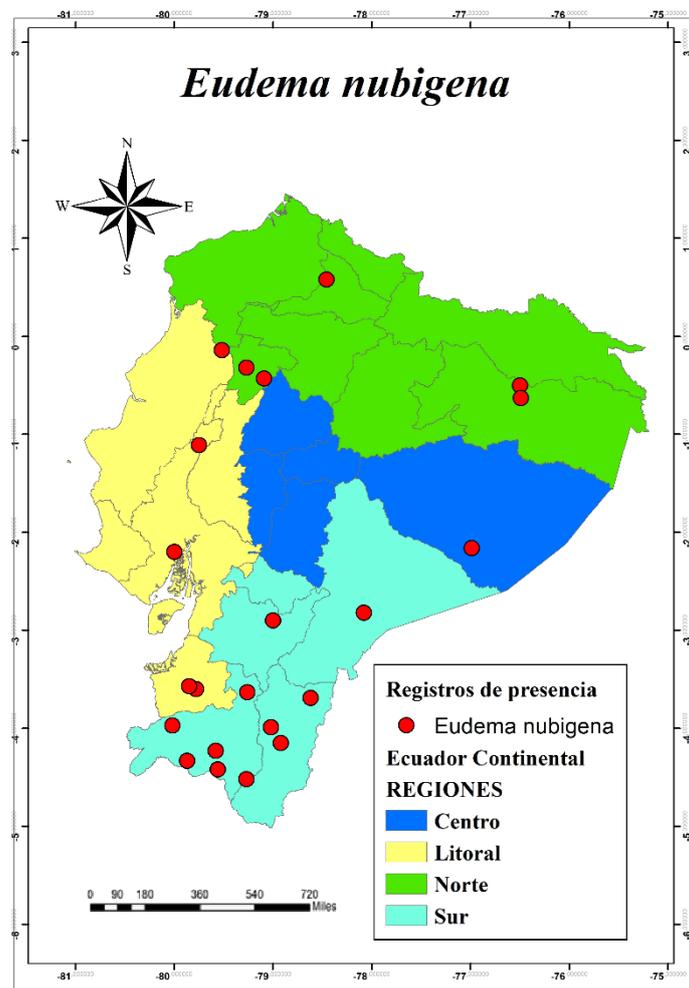
*Gentianella jamesonii*



**Figura 9.** Cambios en la distribución de condiciones adecuadas favorables para *Gentianella jamesonii* ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070

- *Eudema nubigena*

*Eudema nubigena* es una especie endémica de Ecuador, es conocida particularmente como hierba terrestre, su estatus de conservación según los criterios de la UICN, “En peligro de extinción”. Su hábitat natural es rocoso, habita en el superpáramo y en pisos altitudinales tales como: Altoandino, Templada occidental, Templada oriental; A temperaturas de entre 15-20°C, con precipitación media anual de 800-1500 mm, su principal amenaza es la pérdida de hábitat. Presenta registros de presencia en la región Norte, Centro y Sur de Ecuador continental (Figura 10).



**Figura 10.** Registros de presencia de *Eudema nubigena* en Ecuador Continental

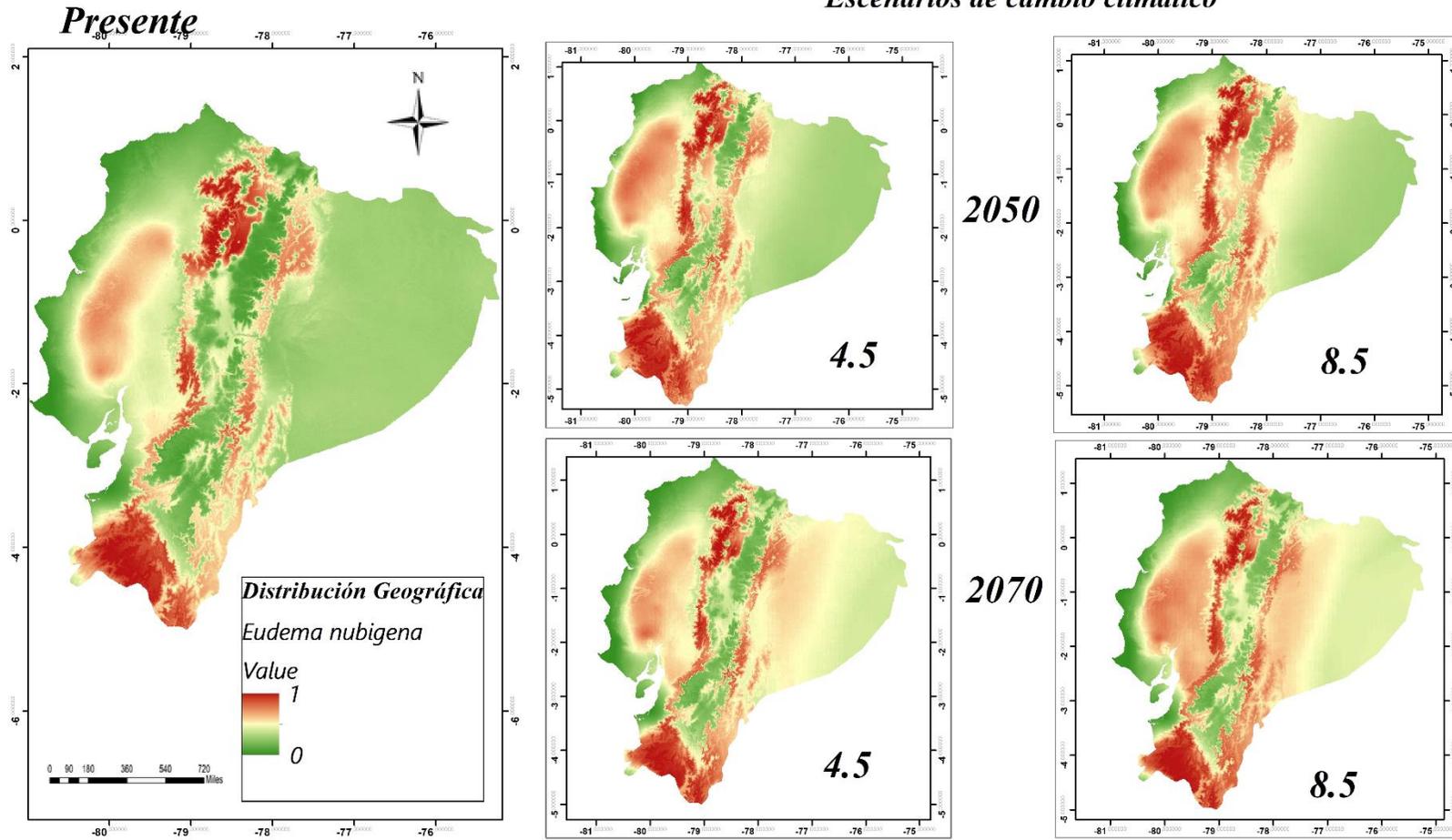
El modelo de nicho climático en el espacio geográfico para *E. nubigena* tuvo un gran desempeño según lo revelan los datos de rendimiento en su prueba de entrenamiento (AUC) y de validación (ROCparcial) obteniendo valores de AUC y ROC parcial estadísticamente significativos ( $p < 0,001$ ), dando como resultado una buena predicción a partir de las variables climáticas utilizadas (Tabla 7). Los valores de umbral de corte fueron  $> 1$  y descartaron la posibilidad de ser un modelo al azar.

A través de la proyección del modelo de *E. nubigena* al espacio geográfico se identificaron las áreas con condiciones favorables para la presencia de la especie en el presente y bajo escenarios de cambio climático, uno cauteloso RCP (4.5) y un extremo RCP (8.5), como se muestra en la Figura 11. Se presentó una combinación de colores para definir las áreas de presencia o ausencia según las condiciones climáticas, el color rojo representa las áreas con condiciones favorables según el resultado del modelo y las zonas verdes se consideran poco favorables (Figura 11).

# *Eudema nubigena*

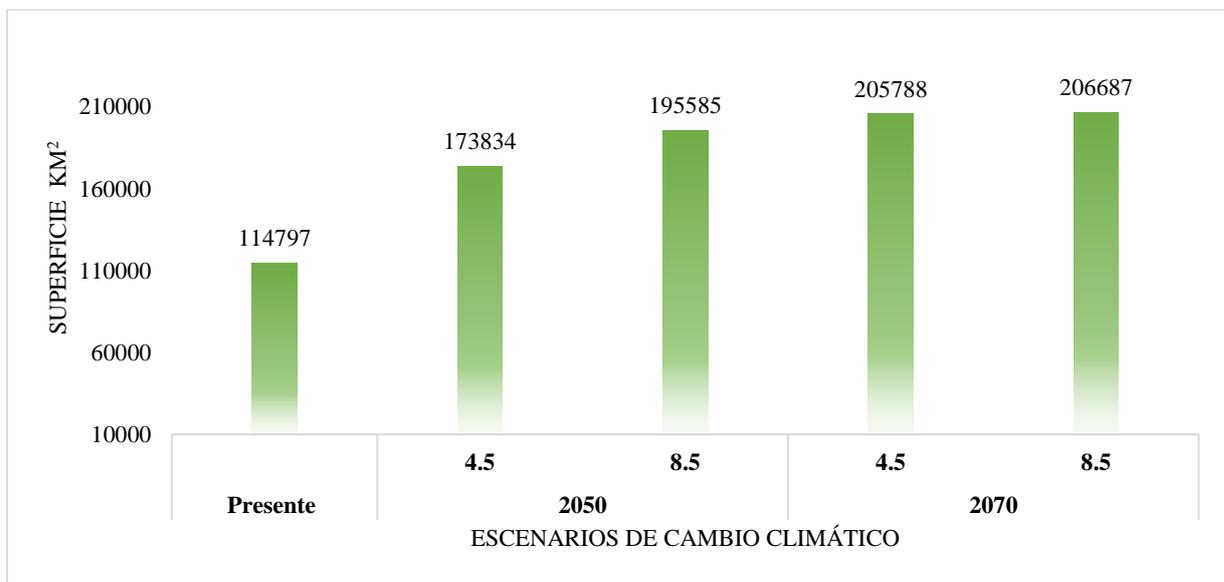
## Escenarios de cambio climático

70



**Figura 11.** Distribución geográfica potencial de *Eudema nubigena* en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5)

Según los resultados del modelo en Ecuador continental, para la especie se identificó un área de favorabilidad en el presente de ~114797 km<sup>2</sup> (Figura 12), abarcando las provincias de El Oro, Cañar, Azuay, Tungurahua, Pichincha, Manabí, Guayas, Carchi, Sucumbíos, Napo, Cotopaxi, Morona Santiago. Las zonas con mayor favorabilidad se localizaron en Loja, Bolívar, Chimborazo, Santo Domingo, Imbabura, Los Ríos, Zamora Chinchipe. Las áreas con menor favorabilidad para la distribución de la especie se localizaron en Pastaza, Santa Elena, Esmeraldas, Orellana, Sucumbíos, Carchi.

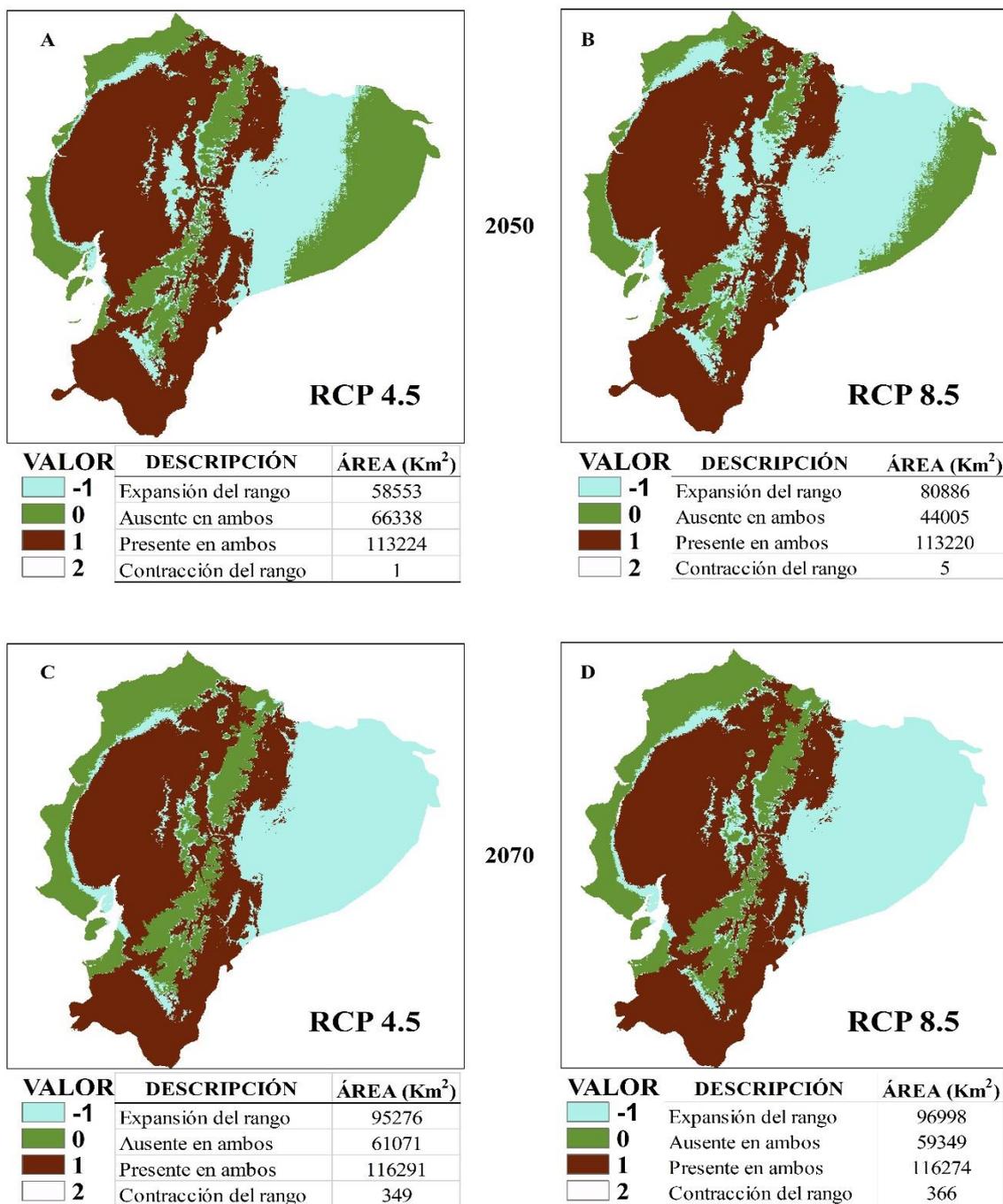


**Figura 12.** Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de *Eudema nubigena* en el presente y bajo escenario del cambio climático

Para el año 2050 y 2070 en el escenario moderado RCP (4.5) la extensión fue 173834 km<sup>2</sup> y 205788 km<sup>2</sup>, (Figura 12) siendo Bolívar, Santo Domingo, Cotopaxi, Los Ríos, Zamora Chinchipe, Chimborazo, Imbabura las áreas con mayor favorabilidad. Las áreas con menor favorabilidad se identificaron en Pastaza, Santa Elena, Esmeraldas, Orellana, Sucumbíos, Carchi. En los escenarios extremos RCP (8.5) 2050 y 2070 se presentó una extensión de condiciones favorables de ~195585 km<sup>2</sup> y 206687 km<sup>2</sup> manteniéndose las mismas provincias antes mencionadas.

Hubo cambios de la distribución de condiciones favorables para la especie según los escenarios de cambio climático. La mayor contracción se identificó en el RCP 8.5 del 2070 (Figura 13). Sin embargo, las zonas de expansión del rango de condiciones favorables coinciden en los cuatro escenarios, localizándose en la zona centro norte de la Amazonía Ecuatoriana con el aumento más alto en el RCP 8.5 del 2070 (Figura 13).

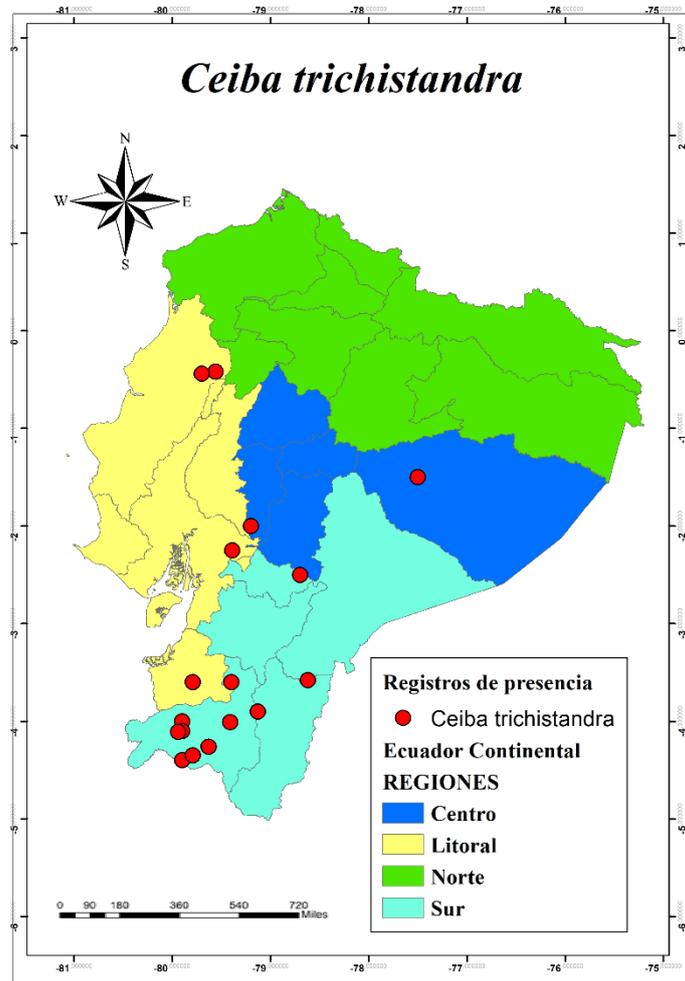
*Eudema nubigena*



**Figura 13.** Cambios en la distribución de condiciones adecuadas favorables para *Eudema nubigena* ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070

- *Ceiba trichistandra*

*Ceiba trichistandra* es una especie endémica de Ecuador, conocido particularmente como “Ceibo”, presenta características de resistencia a catástrofes ambientales, sobrevive en ambientes húmedos, e inundables, se encuentra “Vulnerable” según los criterios de la UICN, presente en pisos altitudinales desde los 1000 – 2600 msnm, a temperaturas entre 18-25°C, con precipitación media anual de 2000 mm, su principal amenaza son la agricultura, ganadería y deforestación. Esta especie se la puede encontrar en diversas se adapta fácilmente a climas cálidos. Presenta registros de presencia en la región Litoral, Centro y Sur de Ecuador continental (Figura 14).



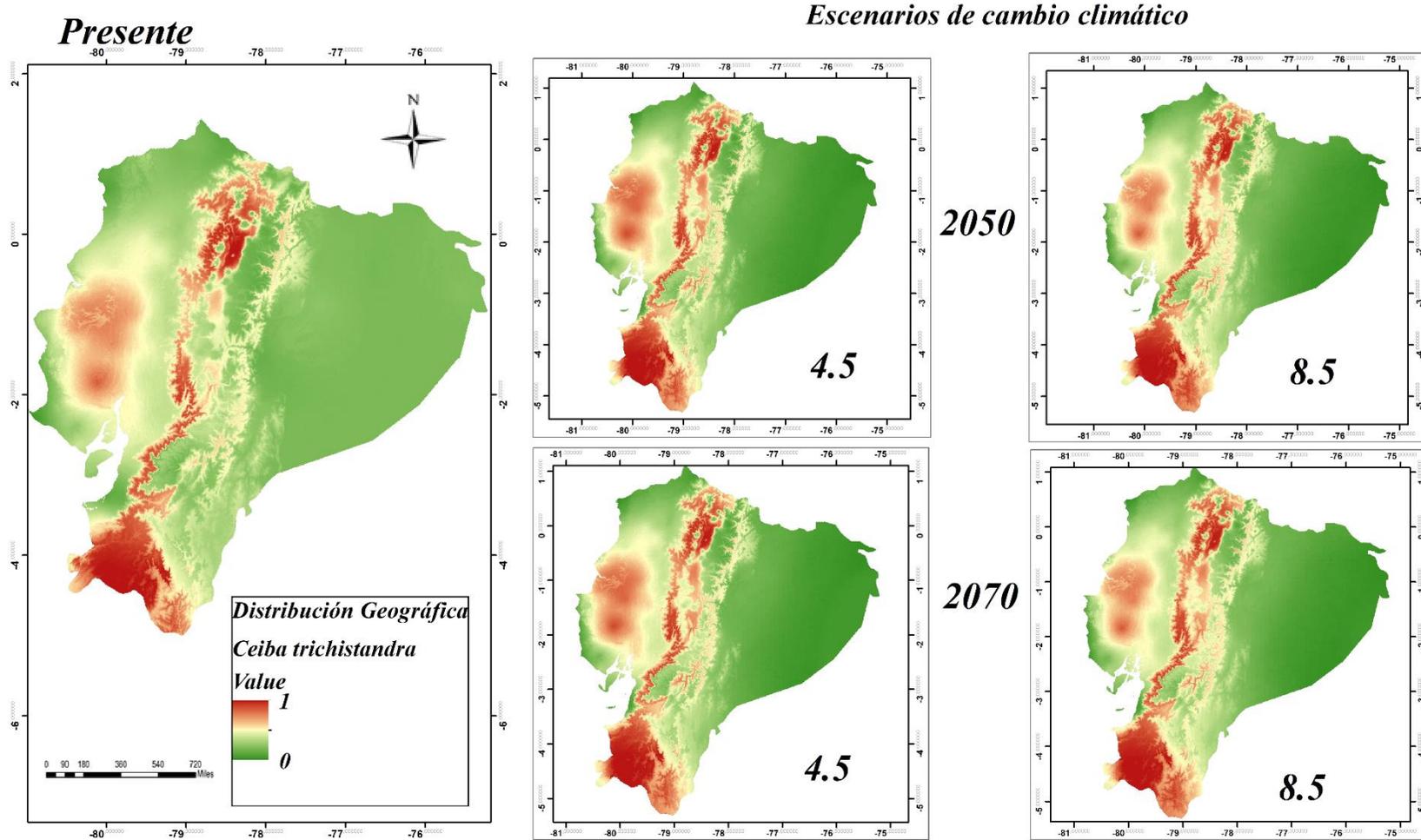
**Figura 14.** Registros de presencia de *Ceiba trichistandra* en el Ecuador Continental

El modelo de nicho climático en el espacio geográfico para *C. trichistandra* tuvo un gran desempeño según lo revelan los datos de rendimiento en su prueba de entrenamiento (AUC) y de validación (ROCparcial) obteniendo valores de AUC y ROC parcial estadísticamente significativos ( $p < 0,001$ ), dando como resultado una buena predicción a partir de las variables climáticas utilizadas (Tabla 7). Los valores de umbral de corte fueron  $> 1$  y descartaron la posibilidad de ser un modelo al azar.

A través de la proyección del modelo de *C. trichistandra* al espacio geográfico se identificaron las áreas con condiciones favorables para la presencia de la especie en el presente y bajo escenarios de cambio climático, uno cauteloso RCP (4.5) y un extremo RCP (8.5), como se muestra en la Figura 15. Se presentó una combinación de colores para definir las áreas de presencia o ausencia según las condiciones climáticas, el color rojo representa las áreas con condiciones favorables según el resultado del modelo y las zonas verdes se consideran poco favorables (Figura 15).

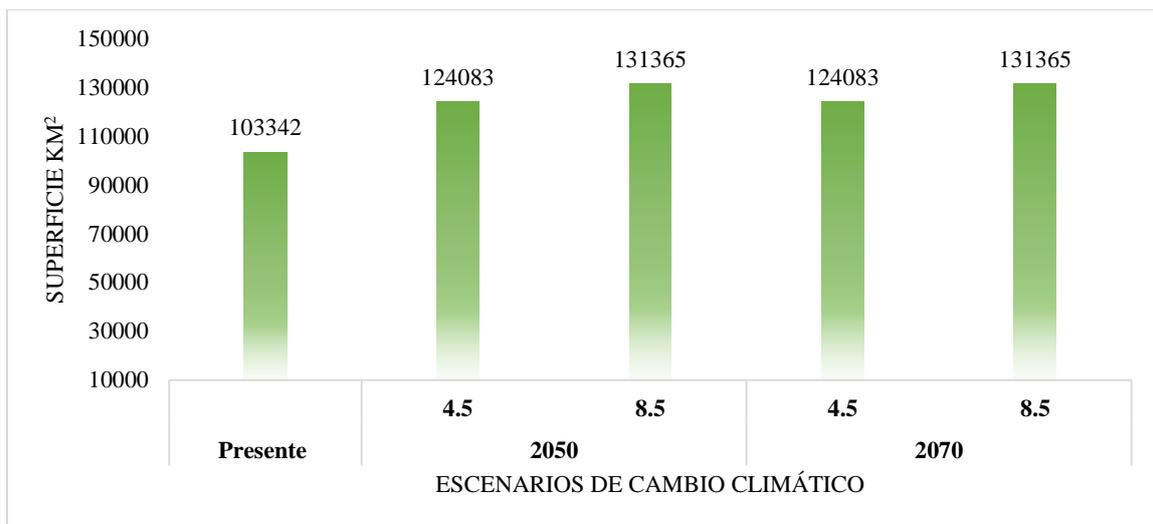
# *Ceiba trichistandra*

75



**Figura 15.** Distribución geográfica potencial de *Ceiba trichistandra* en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5)

Según los resultados del modelo en Ecuador continental, para la especie se identificó un área de favorabilidad en el presente de ~103342 km<sup>2</sup> (Figura 16) abarcando las provincias de El Oro, Santo Domingo, Cotopaxi, Pichincha, Carchi, Tungurahua, Azuay, Cañar. Las zonas con mayor favorabilidad se localizaron en Loja, Bolívar, Guayas, Los Ríos, Zamora Chinchipe, Manabí, Chimborazo, las áreas con menor favorabilidad para la distribución de la especie se localizaron en Sucumbíos, Orellana, Morona Santiago, Pastaza, Santa Elena, Esmeraldas, Napo.

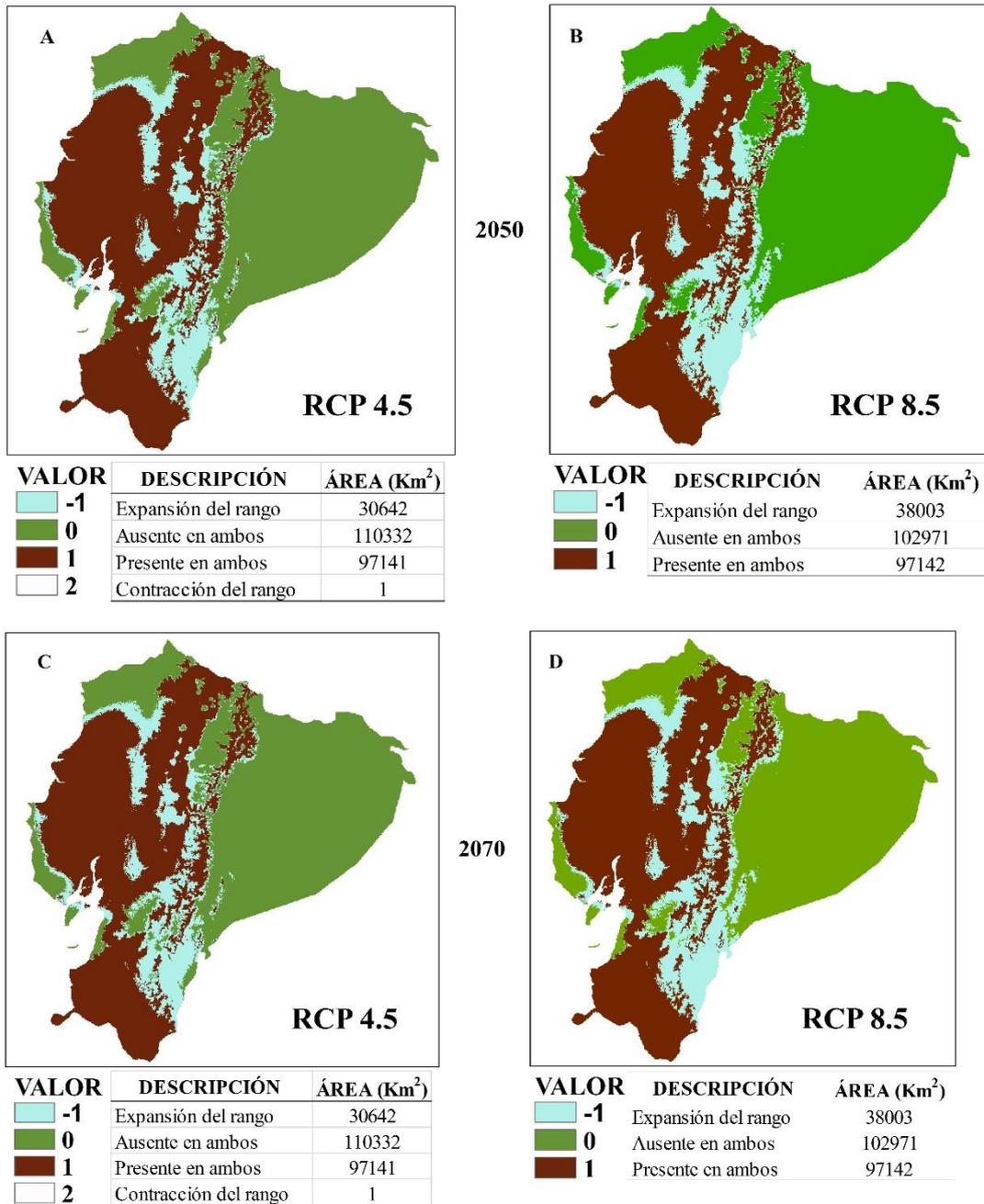


**Figura 16.** Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de la especie *Ceiba trichistandra*, en el presente y bajo escenarios de cambio climático

Para el año 2050 y 2070 en el escenario moderado RCP (4.5) la extensión fue 124083 km<sup>2</sup>, (Figura 16), siendo El Oro, Santo Domingo, Cotopaxi, Napo, Pichincha, Carchi, Tungurahua, Azuay, Cañar, Manabí, Loja, Bolívar, Los Ríos, Zamora Chinchipe, Chimborazo y Cotopaxi, las áreas con mayor favorabilidad. Las áreas con menor favorabilidad se identificaron Sucumbíos, Orellana, Pastaza, Esmeraldas, Carchi. En los escenarios extremos RCP (8.5) 2050 y 2070 se presentó una extensión de condiciones favorables de 131365 km<sup>2</sup>, para ambos escenarios respectivamente manteniéndose las mismas provincias antes mencionadas.

Hubo cambios de la distribución de condiciones favorables para la especie según los escenarios de cambio climático. No se identificaron contracciones en el RCP (8.5) 2050 y 2070 (Figura 17), Sin embargo, las zonas de expansión del rango de condiciones favorables se evidenciaron en los dos escenarios 2050 y 2070 RCP (8.5), localizándose hacia la zona centro sur de la cordillera andina (Figura 17).

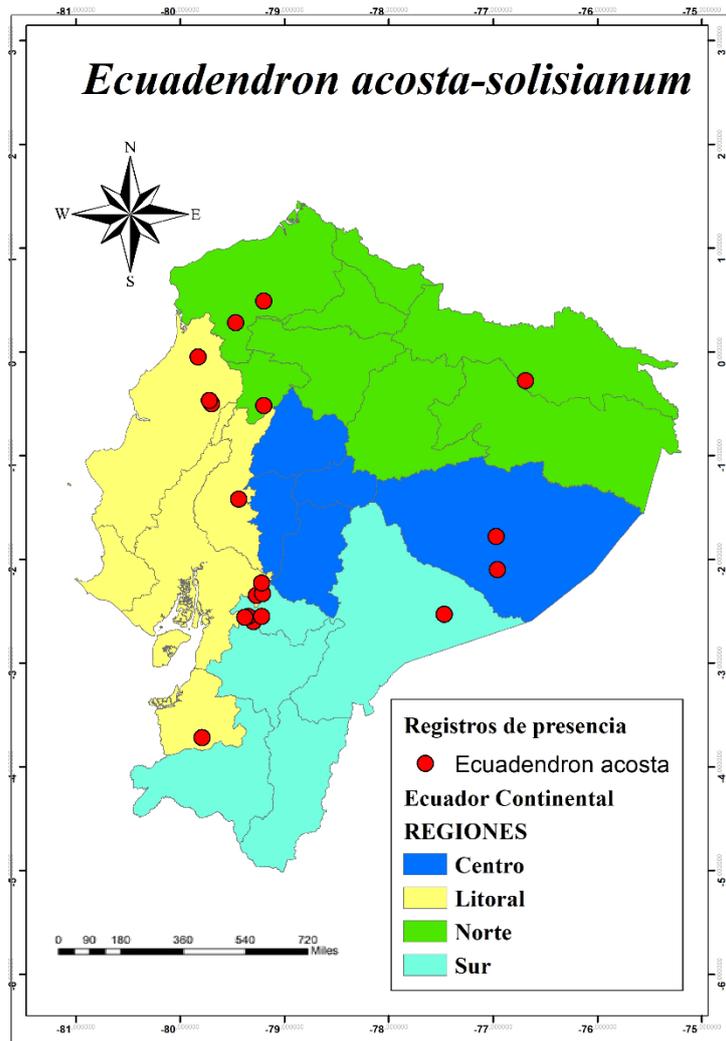
*Ceiba trichistandra*



**Figura 17.** Cambio en la distribución de condiciones adecuadas favorables para *Ceiba trichistandra* ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070

- *Ecuadendron acosta-solisianum*

*Ecuadendron acosta-solisianum* es una especie endémica de la costa Ecuatoriana, se encuentra en peligro crítico según la UICN, soporta temperaturas de entre 21-26°C, y precipitaciones anuales de 1600-3200 msnm, su principal amenaza es la reducción del hábitat por la ampliación de la frontera agrícola, ganadera y por la deforestación, ya que su madera es altamente valorada por leñadores. Presenta registros de presencia en el centro amazónico, litoral, costa norte y sur del país (Figura 18).

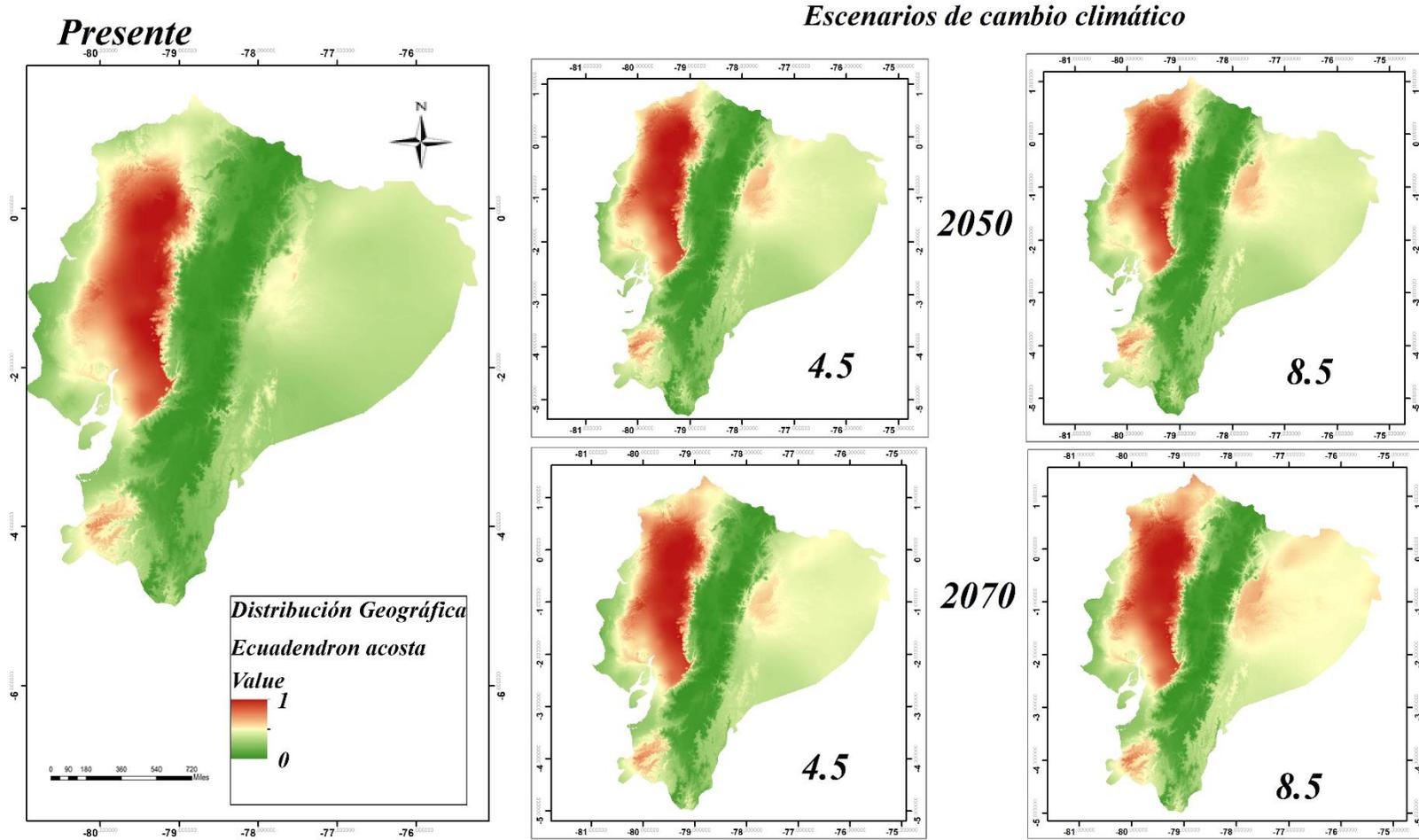


**Figura 18.** Registros de presencia de *Ecuadendron acosta-solisianum* en el Ecuador Continental

El modelo de nicho climático en el espacio geográfico para *E. acosta-solisianum* tuvo un gran desempeño según lo revelan los datos de rendimiento en su prueba de entrenamiento (AUC) y de validación (ROCparcial) obteniendo valores de AUC y ROC parcial estadísticamente significativos ( $p < 0,001$ ), dando como resultado una buena predicción a partir de las variables climáticas utilizadas (Tabla 7). Los valores de umbral de corte fueron  $> 1$  y descartaron la posibilidad de ser un modelo al azar.

A través de la proyección del modelo de *E. acosta-solisianum* al espacio geográfico se identificaron las áreas con condiciones favorables para la presencia de la especie en el presente y bajo escenarios de cambio climático, uno cauteloso RCP (4.5) y un extremo RCP (8.5), como se muestra en la Figura 19. Se presentó una combinación de colores para definir las áreas de presencia o ausencia según las condiciones climáticas, el color rojo representa las áreas con condiciones favorables según el resultado del modelo y las zonas verdes se consideran poco favorables (Figura 19).

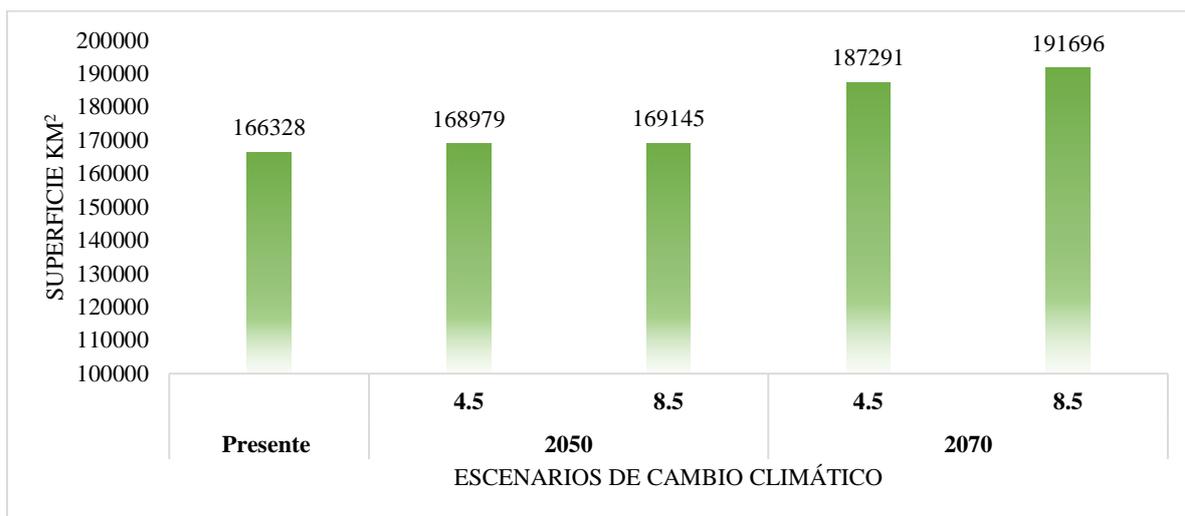
# *Ecuadendron acosta-solisianum*



80

**Figura 19.** Distribución geográfica potencial de *Ecuadendron acosta-solisianum* en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5)

Según los resultados del modelo en Ecuador continental, para la especie se identificó un área de favorabilidad en el presente de ~166328 km<sup>2</sup> (Figura 20) abarcando las provincias de El Oro, Loja, Bolívar, Santa Elena, Cotopaxi, Napo. Las zonas con mayor favorabilidad se localizaron en Pastaza, Esmeraldas, Manabí, Santo Domingo, Sucumbíos, Los Ríos, Orellana. Las áreas con menor favorabilidad para la distribución de la especie se localizaron en Azuay, Chimborazo, Tungurahua, Carchi, Imbabura, Morona Santiago, Cañar.



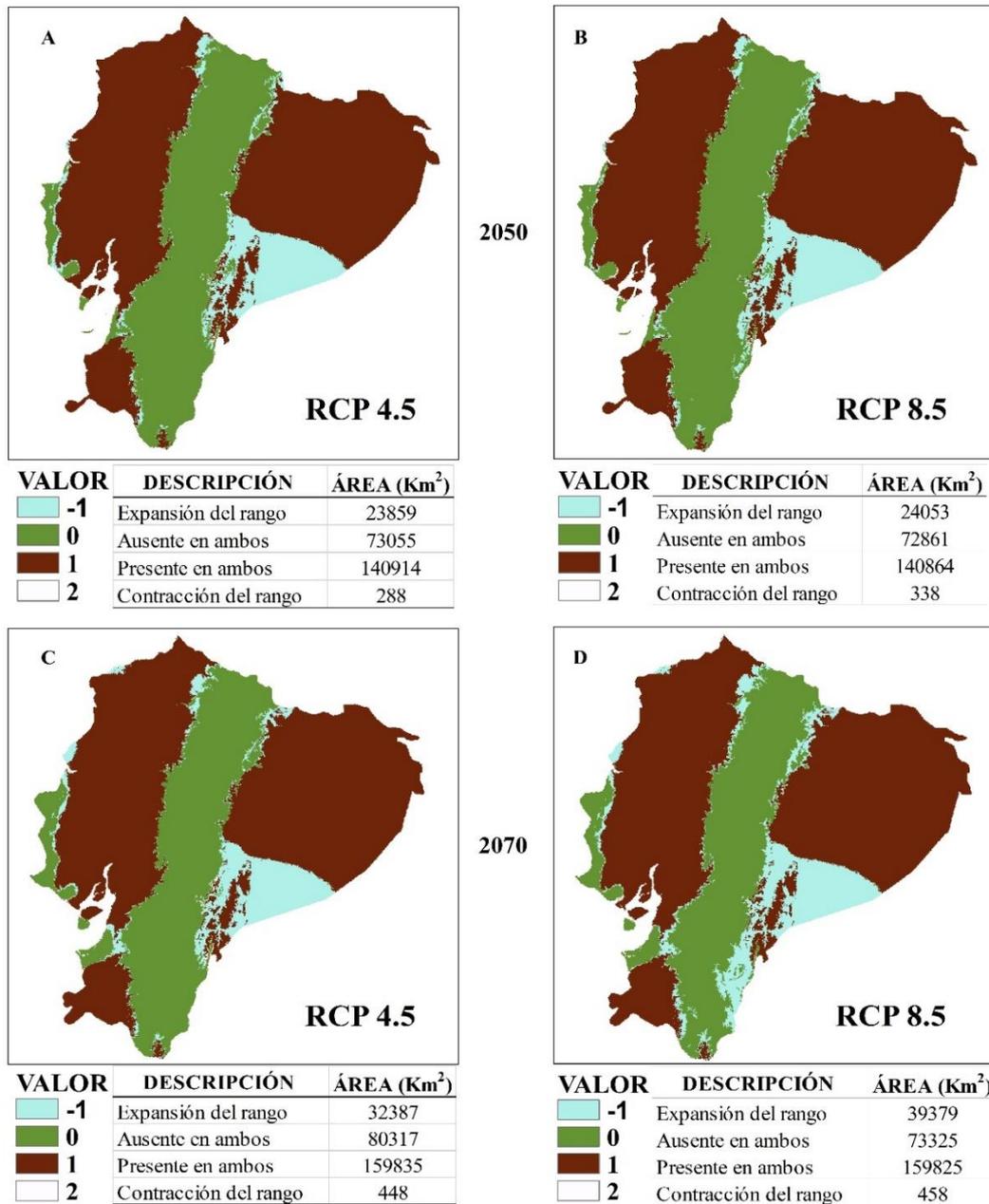
**Figura 20.** Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de la especie *Ecuadendron acosta-solisianum*, en el presente y bajo escenarios de cambio climático

Para el año 2050 y 2070 en el escenario moderado RCP (4.5) la extensión fue ~168979 km<sup>2</sup> y 187291 km<sup>2</sup>, abarcando las provincias con mayor índice de habitabilidad, siendo Pastaza, Esmeraldas, Manabí, Santo Domingo, Los Ríos, Orellana, Las áreas con menor favorabilidad se identificaron en Azuay Chimborazo Tungurahua, Carchi, Imbabura, Morona Santiago y Cañar respectivamente. En los escenarios extremos RCP (8.5) 2050 y 2070 se presentó una extensión de condiciones favorables de ~169145 km<sup>2</sup> y 191696 km<sup>2</sup> (Figura 20), de la misma manera las provincias con mayor índice de habitabilidad para la distribución geográfica se encuentran las provincias de Pastaza, Esmeraldas, Manabí, Santo Domingo, Los Ríos, Orellana, Las áreas con menor favorabilidad se identificaron en Azuay Chimborazo Tungurahua, Carchi, Imbabura, Morona Santiago y Cañar.

Hubo cambios de la distribución de condiciones favorables para la especie según los escenarios de cambio climático. La mayor contracción se identificó en el RCP 8.5 del

2070 (Figura 21). Sin embargo, las zonas de expansión del rango de condiciones favorables se presentó en la zona centro sur de la amazonia con un aumento más alto en el RCP (8.5) del 2070 (Figura 21).

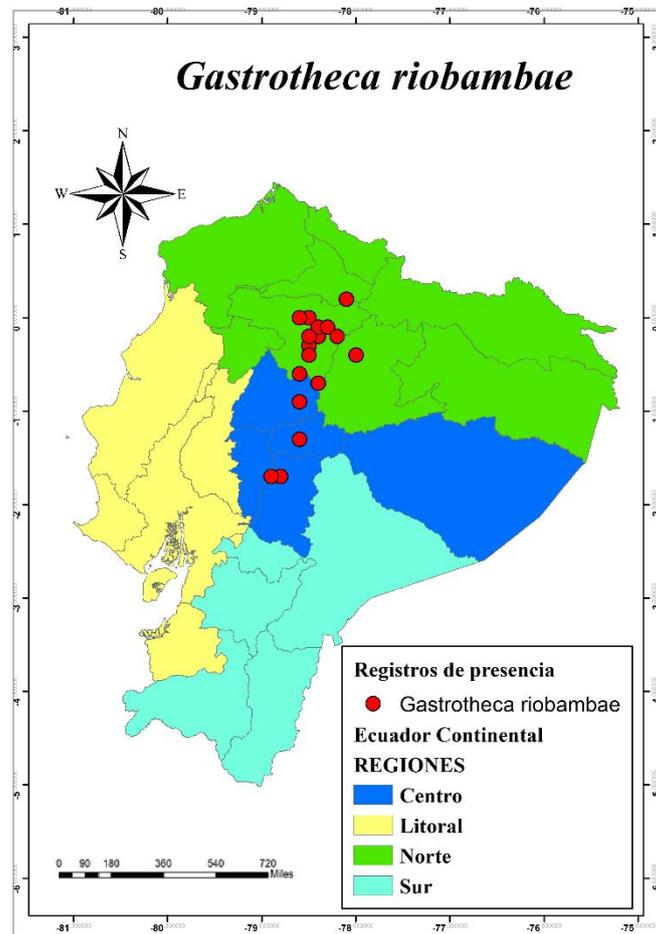
*Ecuadendron acosta-solisianum*



**Figura 21.** Cambios en la distribución de condiciones adecuadas favorables para *Ecuadendron acosta-solisianum* ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070

- *Gastrotheca riobambae*

*Gastrotheca riobambae* es una especie endémica de Ecuador conocida como “Rana marsupial de Quito” o “Riobamba marsupial”, considerada En Peligro según la UICN, se la encuentra en pisos altitudinales altoandinos, templada occidental y templada oriental, en prados montañosos húmedos y laderas rocosas dentro de bosques montanos. Esta especie desplaza competitivamente a *Gastrotheca pseustes* en los andes del sur del Ecuador. Se encuentra en rangos altitudinales de 2200- 3500 msnm, temperatura de 18-25°C, su principal amenaza es la pérdida de hábitat por la extensión de la frontera agrícola, ganadera, acompañada de la quema de bosques. Los registros de presencia se presentan en el Centro y Norte de la cordillera de los andes (Figura 22)

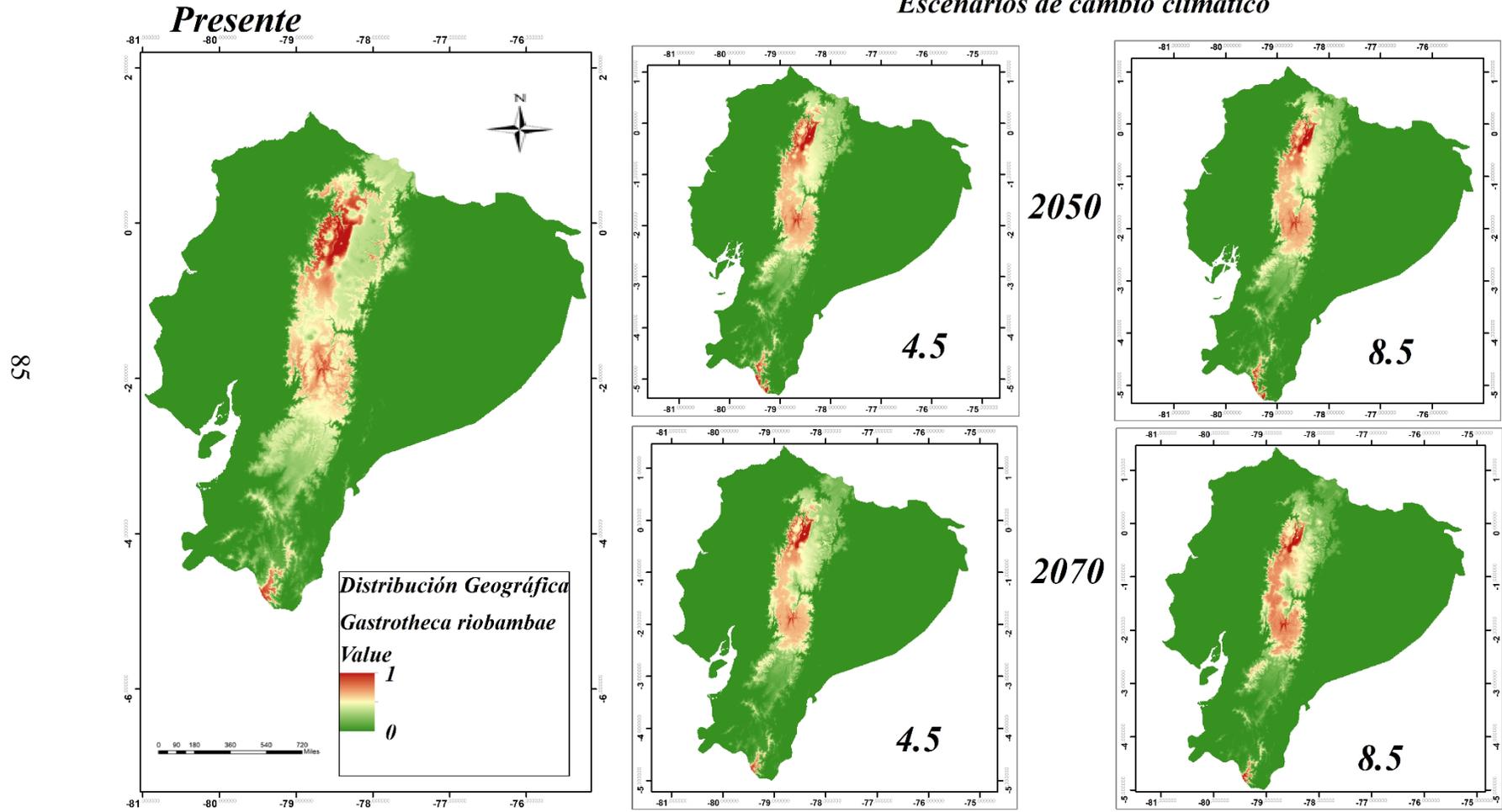


**Figura 22.** Registros de presencia de *Gastrotheca riobambae* en Ecuador Continental

El modelo de nicho climático en el espacio geográfico para *G. riobambae* tuvo un gran desempeño según lo revelan los datos de rendimiento en su prueba de entrenamiento (AUC) y de validación (ROCparcial) obteniendo valores de AUC y ROC parcial estadísticamente significativos ( $p < 0,001$ ), dando como resultado una buena predicción a partir de las variables climáticas utilizadas (Tabla 7). Los valores de umbral de corte fueron  $> 1$  y descartaron la posibilidad de ser un modelo al azar.

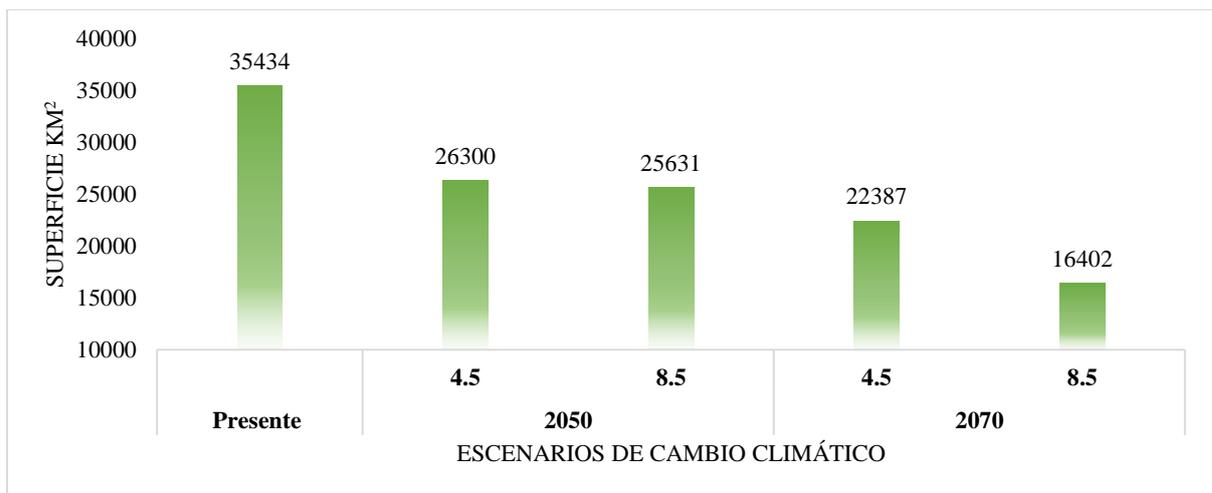
A través de la proyección del modelo de *G. riobambae* al espacio geográfico se identificaron las áreas con condiciones favorables para la presencia de la especie en el presente y bajo escenarios de cambio climático, uno cauteloso RCP (4.5) y un extremo RCP (8.5), como se muestra en la Figura 23. Se presentó una combinación de colores para definir las áreas de presencia o ausencia según las condiciones climáticas, el color rojo representa las áreas con condiciones favorables según el resultado del modelo y las zonas verdes se consideran poco favorables (Figura 23).

# *Gastrotheca riobambae*



**Figura 23.** Distribución geográfica potencial de *Gastrotheca riobambae* en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5)

El resultado del modelo en la zona de Ecuador continental, presentó un área de 35434 km<sup>2</sup> en el presente (Figura 24) para *Gastrotheca riobambae*, estas zonas incluyen las provincias de Azuay, Pichincha, Imbabura, Morona Santiago, con mayor índice de habitabilidad para la distribución se encuentran las provincias de Cañar, Bolívar, Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, Zamora Chinchipe con menor índice de adecuación se encuentra Pastaza, El Oro, Loja, Santo Domingo, Esmeraldas, Carchi, Sucumbíos, Orellana.



**Figura 24.** Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de la especie *Gastrotheca riobambae*, en el presente y bajo escenarios de cambio climático

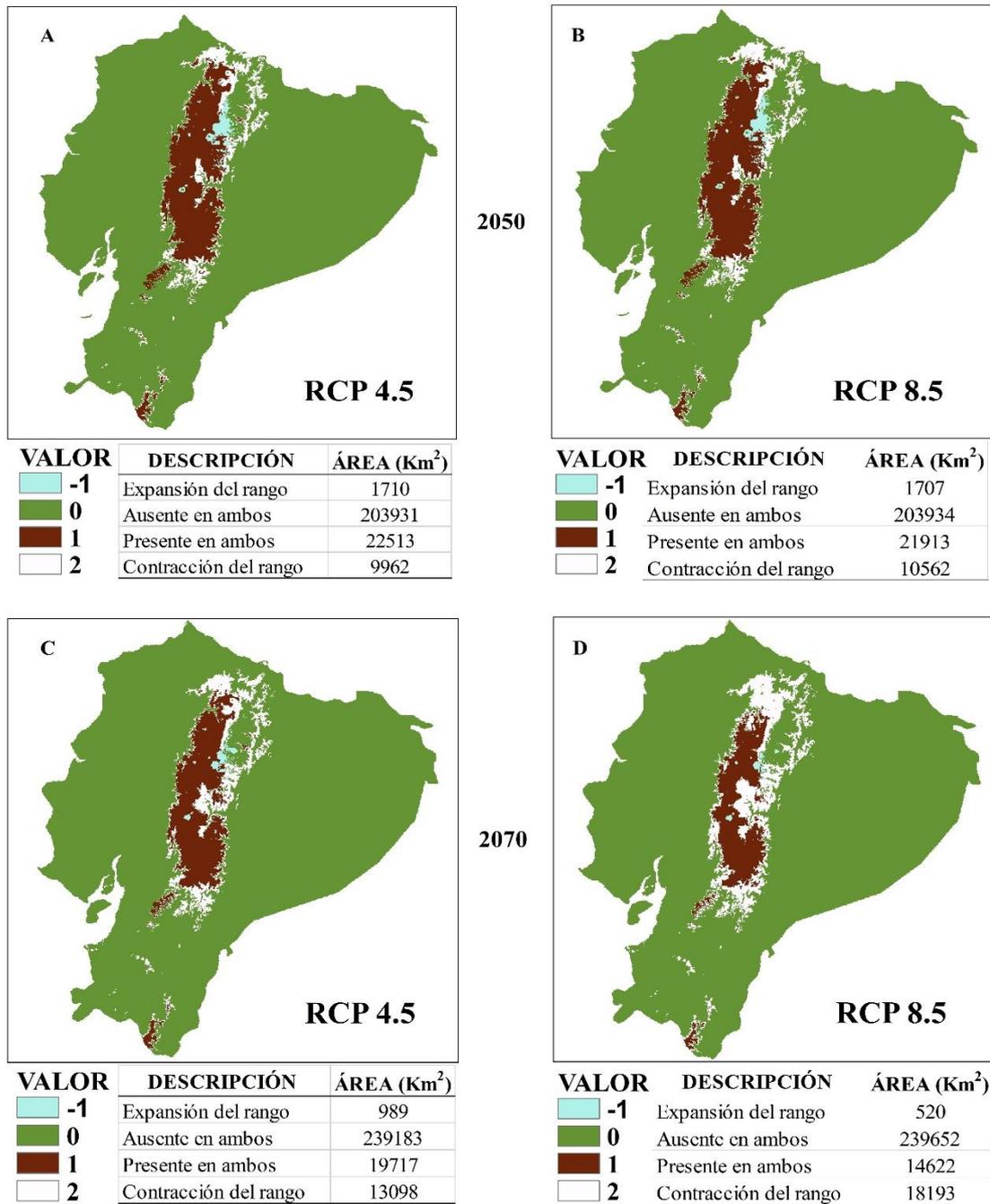
Para el año 2050 y 2070 RCP (4.5) la especie presenta área de adecuación de 26300 km<sup>2</sup> y 22387 km<sup>2</sup> (Figura 24), abarcando las provincias con mayor índice de habitabilidad Bolívar, Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, Zamora Chinchipe, las provincias con menor índice de adecuación son Esmeraldas, Azuay, Loja, El Oro, Imbabura, Cañar, Morona Santiago.

Para el año 2050 y 2070 RCP (8.5) la especie presentó un área de adecuación de 25631 km<sup>2</sup> y 16402 km<sup>2</sup>, de la misma manera las provincias con mayor índice de habitabilidad para la distribución geográfica son las mencionadas anteriormente y se presentan en el para ambos escenarios se excluyó sucumbíos ya que no presentó condiciones ambientales adecuadas para su distribución (Figura 24).

En la distribución potencial de *G. riobambae* se evidenciaron afectaciones que genera el cambio climático a la especie endémica. Los cambios sustanciales se presentan en la (Figura 25), el cual describió que no existe aumento mayor en la expansión y contracción

del rango en el 2050 RCP (8.5), el escenario 2070 presentó disminución en la expansión y aumento en la contracción del rango en el RCP (8.5).

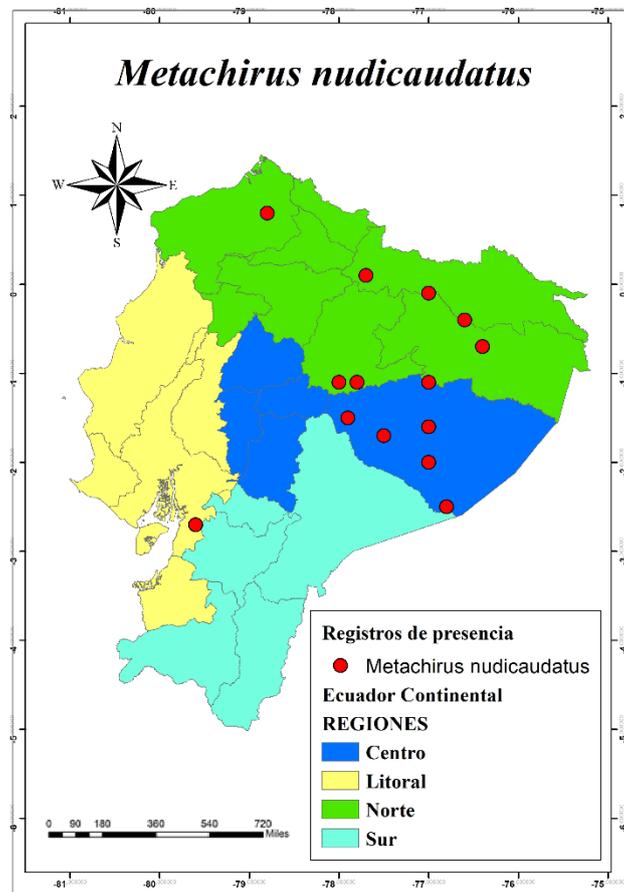
*Gastrotheca riobambae*



**Figura 25.** Cambio en la distribución de las condiciones adecuadas favorables para *Gastrotheca riobambae* ante escenario de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070

● *Metachirus nudicaudatus*

*Metachirus nudicaudatus* es una especie endémica de Ecuador conocida como “Raposa Marrón de cuatro ojos”, sus características de habitabilidad es el bosque húmedo tropical amazónico, bosque piemontano occidental, matorral seco de la costa, bosque pie montano oriental, considerado de “Preocupación menor” según los criterios de la UICN, se encuentra en rangos altitudinales de 100- 2100 msnm, con temperaturas de 20°C-25°C, precipitaciones de 843-2086 mm, se encuentra amenazado por el crecimiento poblacional y la urbanización. Los registros de presencia se presentan en la región norte y centro amazónico (Figura 26).



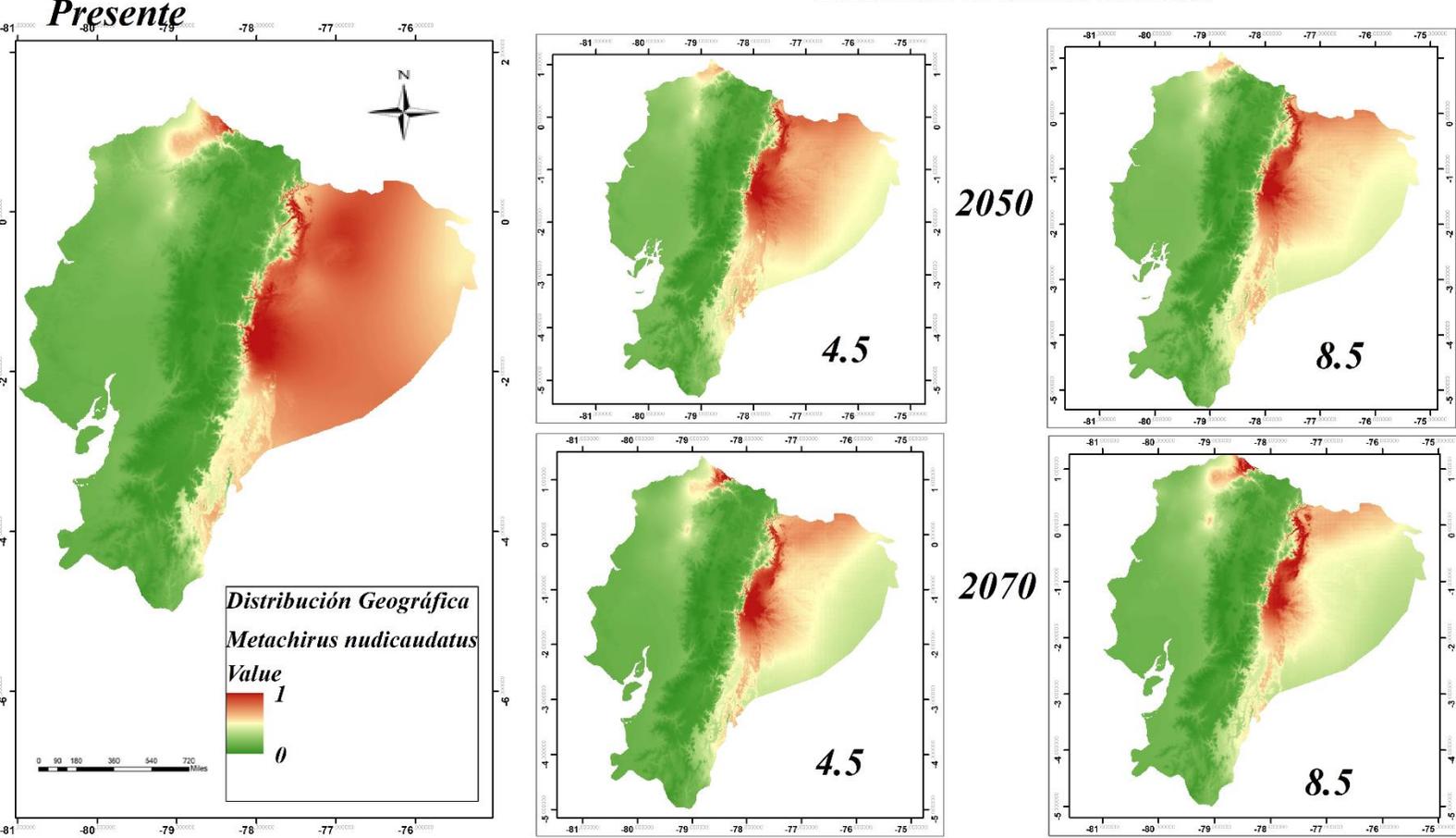
**Figura 26.** Registros de presencia de *Metachirus nudicaudatus* en el Ecuador Continental

El modelo de nicho climático en el espacio geográfico para *M. nudicaudatus* tuvo un gran desempeño según lo revelan los datos de rendimiento en su prueba de entrenamiento (AUC) y de validación (ROCparcial) obteniendo valores de AUC y ROC parcial estadísticamente significativos ( $p < 0,001$ ), dando como resultado una buena predicción a partir de las variables climáticas utilizadas (Tabla 7). Los valores de umbral de corte fueron  $> 1$  y descartaron la posibilidad de ser un modelo al azar.

A través de la proyección del modelo de *M. nudicaudatus* al espacio geográfico se identificaron las áreas con condiciones favorables para la presencia de la especie en el presente y bajo escenarios de cambio climático, uno cauteloso RCP (4.5) y un extremo RCP (8.5), como se muestra en la Figura 27. Se presentó una combinación de colores para definir las áreas de presencia o ausencia según las condiciones climáticas, el color rojo representa las áreas con condiciones favorables según el resultado del modelo y las zonas verdes se consideran poco favorables (Figura 27).

# *Metachirus nudicaudatus*

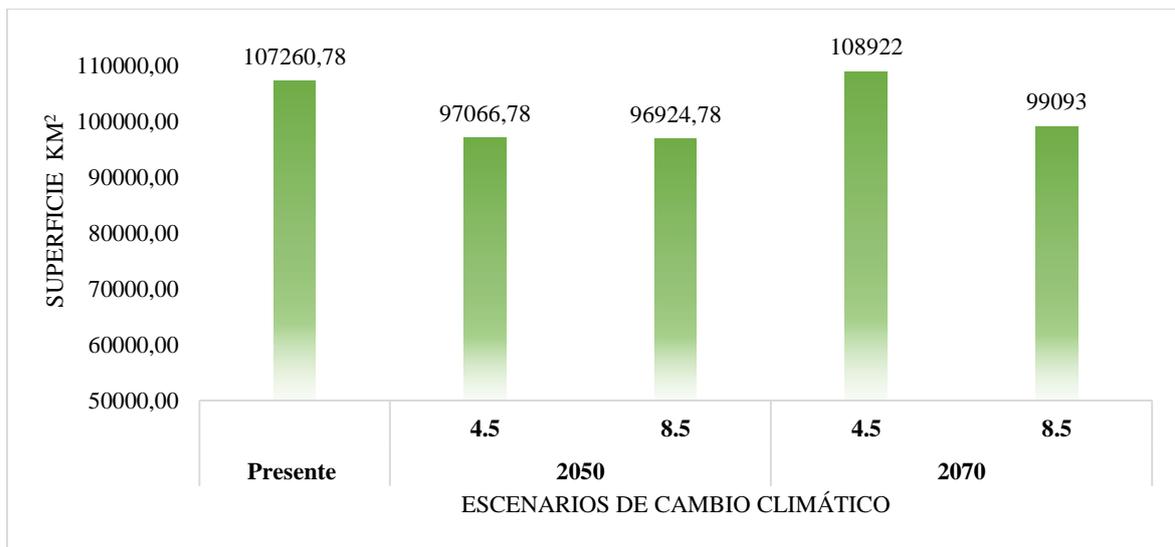
## Escenarios de cambio climático



06

**Figura 27.** Distribución geográfica potencial de *Metachirus nudicaudatus* en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5)

Según los resultados del modelo en Ecuador continental, para la especie se identificó un área de favorabilidad en el presente de ~107260,78 km<sup>2</sup> (Figura 28), abarcando las provincias de Pastaza, Esmeraldas, Napo, Orellana, Morona Santiago, Zamora Chinchipe. Las zonas con mayor favorabilidad se localizaron en Azuay, Tungurahua, Santo Domingo, Pichincha, Imbabura.

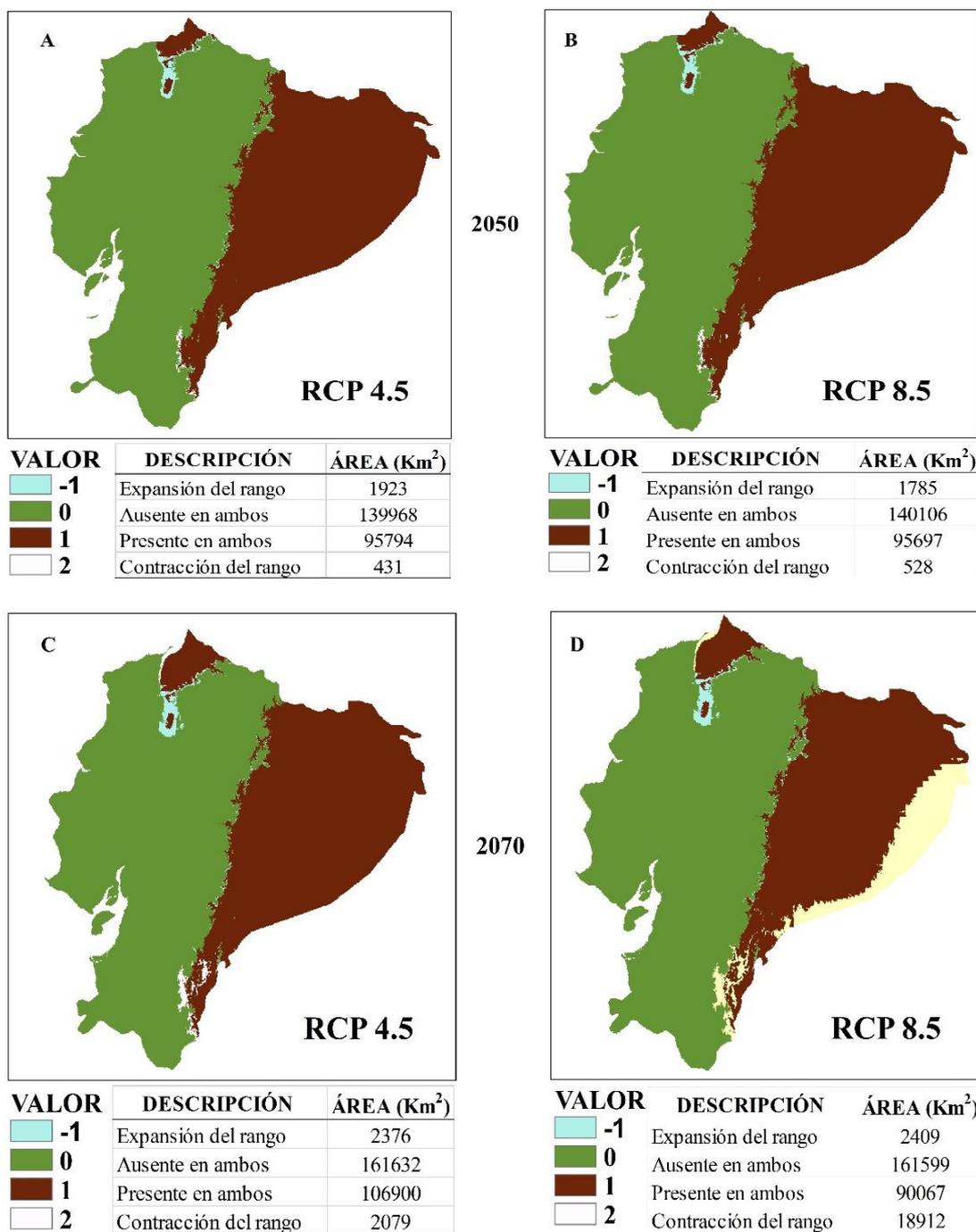


**Figura 28.** Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de la especie *Metachirus nudicaudatus* en el presente y bajo escenarios de cambio climático

Para el año 2050 y 2070 en el escenario moderado RCP (4.5) la extensión fue 97066,78 km<sup>2</sup> y 108922 km<sup>2</sup> (Figura 28) siendo Pastaza, Sucumbíos, Napo, Orellana, Zamora Chinchipe, Morona Santiago, las áreas con mayor favorabilidad. Las áreas con menor favorabilidad se identificaron en Imbabura, Carchi, Tungurahua y Santo Domingo. En los escenarios extremos RCP (8.5) 2050 y 2070 se presentó una extensión de condiciones favorables de ~ 96924,78 km<sup>2</sup> y 99093 km<sup>2</sup> manteniéndose las mismas provincias antes mencionadas.

Hubo cambios de la distribución de condiciones favorables para la especie según los escenarios de cambio climático. La mayor contracción se identificó en RCP (4.5) del 2070 (Figura 29). Sin embargo, las zonas de expansión del rango de condiciones favorables se presentaron en el RCP (8.5) del 2070.

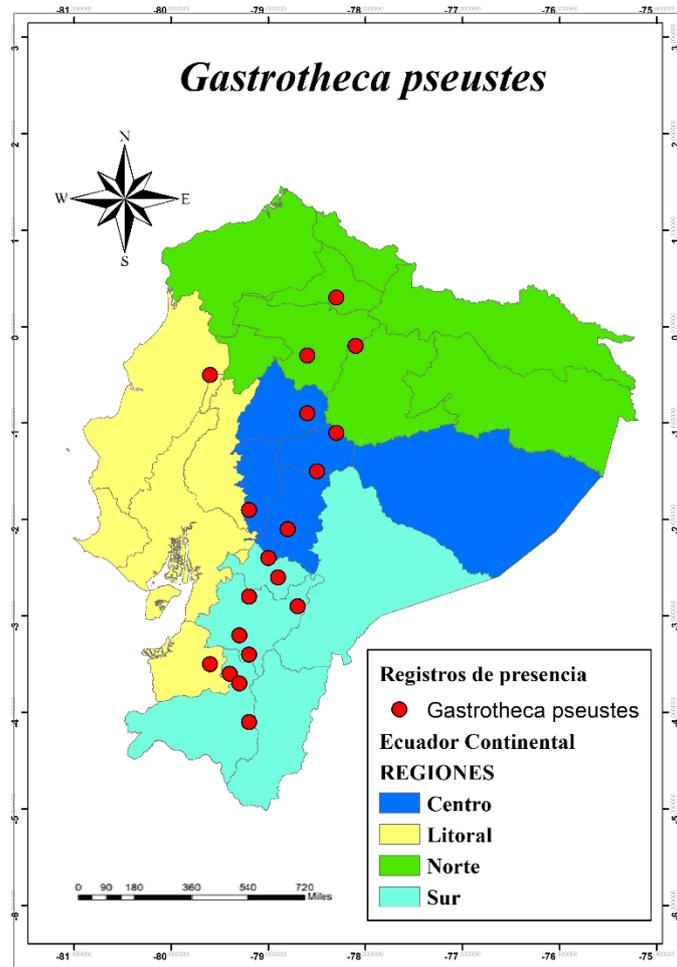
*Metachirus nudicaudatus*



**Figura 29.** Cambio en la distribución de condiciones adecuadas favorables para *Metachirus nudicaudatus* ante escenario de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070

- *Gastrotheca pseustes*

*Gastrotheca pseustes* es una especie endémica de Ecuador, conocido como “Rana marsupial de San Lucas”, se considera de preocupación menor según la UICN, se encuentra en los bosques montano occidental, matorral interandino, bosque montano oriental, a 2200-4080 msnm, en temperaturas de 15-20°C, con precipitaciones de 800-1500 msnm, su pérdida de hábitat es la principal amenaza. Se evidencia que competitivamente *G. pseustes* es desplazada por *G. riobambae*. Los registros de presencia de especies se presentan en la región norte centro y sur de la cordillera de los andes (Figura 30).

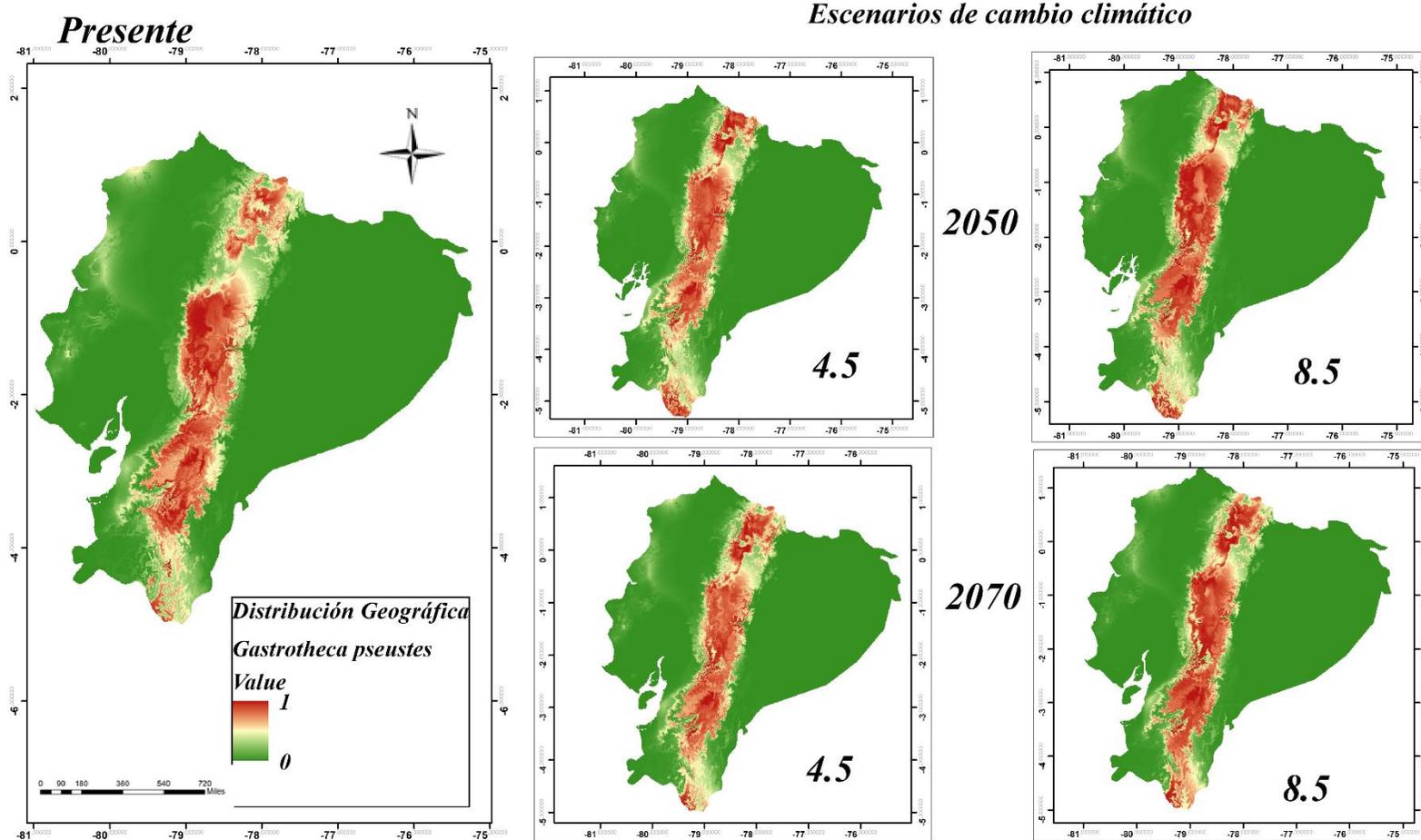


**Figura 30.** Registros de presencia de *Gastrotheca pseustes* en el Ecuador Continental

El modelo de nicho climático en el espacio geográfico para *G. pseustes* tuvo un gran desempeño según lo revelan los datos de rendimiento en su prueba de entrenamiento (AUC) y de validación (ROCparcial) obteniendo valores de AUC y ROC parcial estadísticamente significativos ( $p < 0,001$ ), dando como resultado una buena predicción a partir de las variables climáticas utilizadas (Tabla 7). Los valores de umbral de corte fueron  $> 1$  y descartaron la posibilidad de ser un modelo al azar.

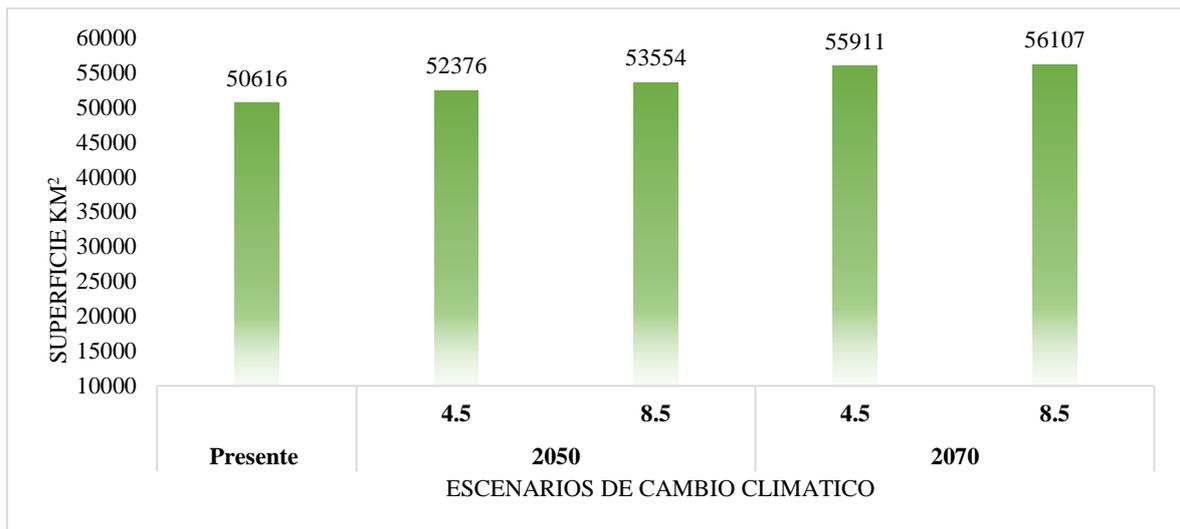
A través de la proyección del modelo de *G. pseustes* al espacio geográfico se identificaron las áreas con condiciones favorables para la presencia de la especie en el presente y bajo escenarios de cambio climático, uno cauteloso RCP (4.5) y un extremo RCP (8.5), como se muestra en la Figura 31. Se presentó una combinación de colores para definir las áreas de presencia o ausencia según las condiciones climáticas, el color rojo representa las áreas con condiciones favorables según el resultado del modelo y las zonas verdes se consideran poco favorables (Figura 31).

# *Gastrotheca pseustes*



**Figura 31.** Distribución geográfica potencial de *Gastrotheca pseustes* en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5)

Según los resultados del modelo en Ecuador continental, para la especie se identificó un área de favorabilidad en el presente de ~50616 km<sup>2</sup> (Figura 32), abarcando las provincias de Morona Santiago, El Oro, Loja, Bolívar, Pichincha, Cotopaxi, Napo Las zonas con mayor favorabilidad se localizaron en Chimborazo, Azuay, Cañar, Tungurahua, Zamora Chinchipe. Las áreas con menor favorabilidad para la distribución de la especie se localizaron en Guayas, Manabí, Esmeraldas, Sucumbíos, Pastaza.

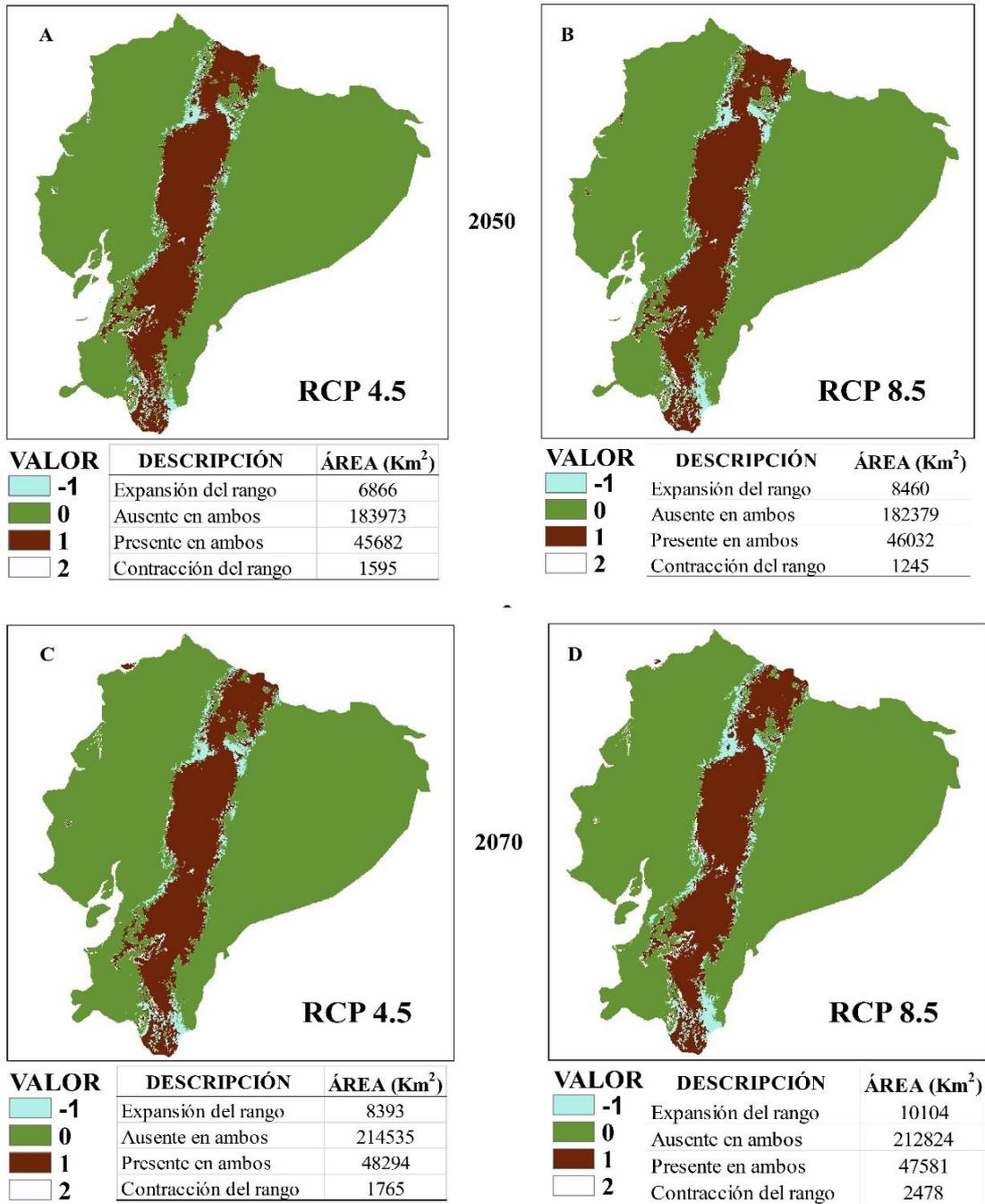


**Figura 32.** Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de la especie *Gastrotheca pseustes* en el presente y bajo escenarios de cambio climático

Para el año 2050 y 2070 en el escenario moderado RCP (4.5) la extensión fue 52376 km<sup>2</sup> y 55911 km<sup>2</sup> (Figura 32), siendo Chimborazo, Azuay, Cañar, Tungurahua, Zamora Chinchipe, las áreas con mayor favorabilidad. Las áreas con menor favorabilidad se identificaron en Guayas, Manabí, Esmeraldas, Sucumbíos, Pastaza. En los escenarios extremos RCP (8.5) 2050 y 2070 se presentó una extensión de condiciones favorables de ~53554 km<sup>2</sup> y 56107 km<sup>2</sup> manteniéndose las mismas provincias antes mencionadas.

Hubo cambios de la distribución de condiciones favorables para la especie según los escenarios de cambio climático. La mayor contracción se identificó en el RCP (4.5) del 2070 (Figura 33). Sin embargo, las zonas de expansión del rango de condiciones favorables se presentaron en la cordillera andina, con el aumento más alto en el RCP (8.5) del 2070.

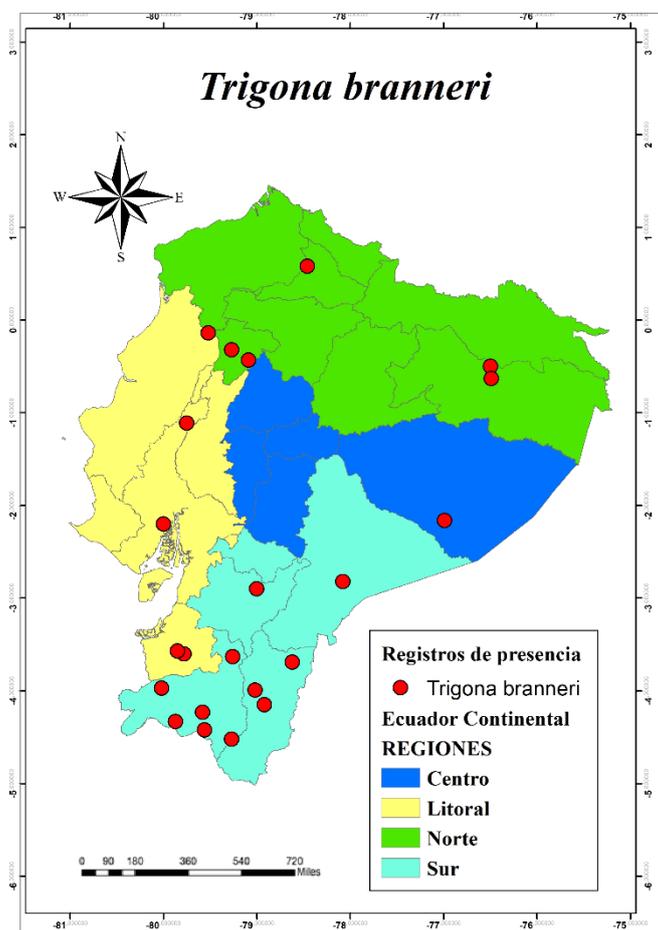
*Gastrotheca pseustes*



**Figura 33.** Cambios en la distribución de condiciones adecuadas favorables para *Gastrotheca pseustes* ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070

- *Trigona branneri*

*Trigona branneri* es una especie endémica de Ecuador, conocida como “Abeja sin aguijón”, considerada de preocupación menor según la UICN, habita en bosque tropical húmedo amazónico, bosque seco subtropical y templado, bosque piemontano occidental, matorral seco de la costa, a rangos altitudinales 600- 2500 msnm, en temperaturas de 20°C-26°C. Su principal amenaza es la agricultura, el uso de agroquímicos que extinguen y desplazan a la especie, además se ha reducido significativamente las áreas con presencia de néctar para la alimentación. Se registran datos de presencia en la región litoral, costa norte, y sur del país (figura 34).



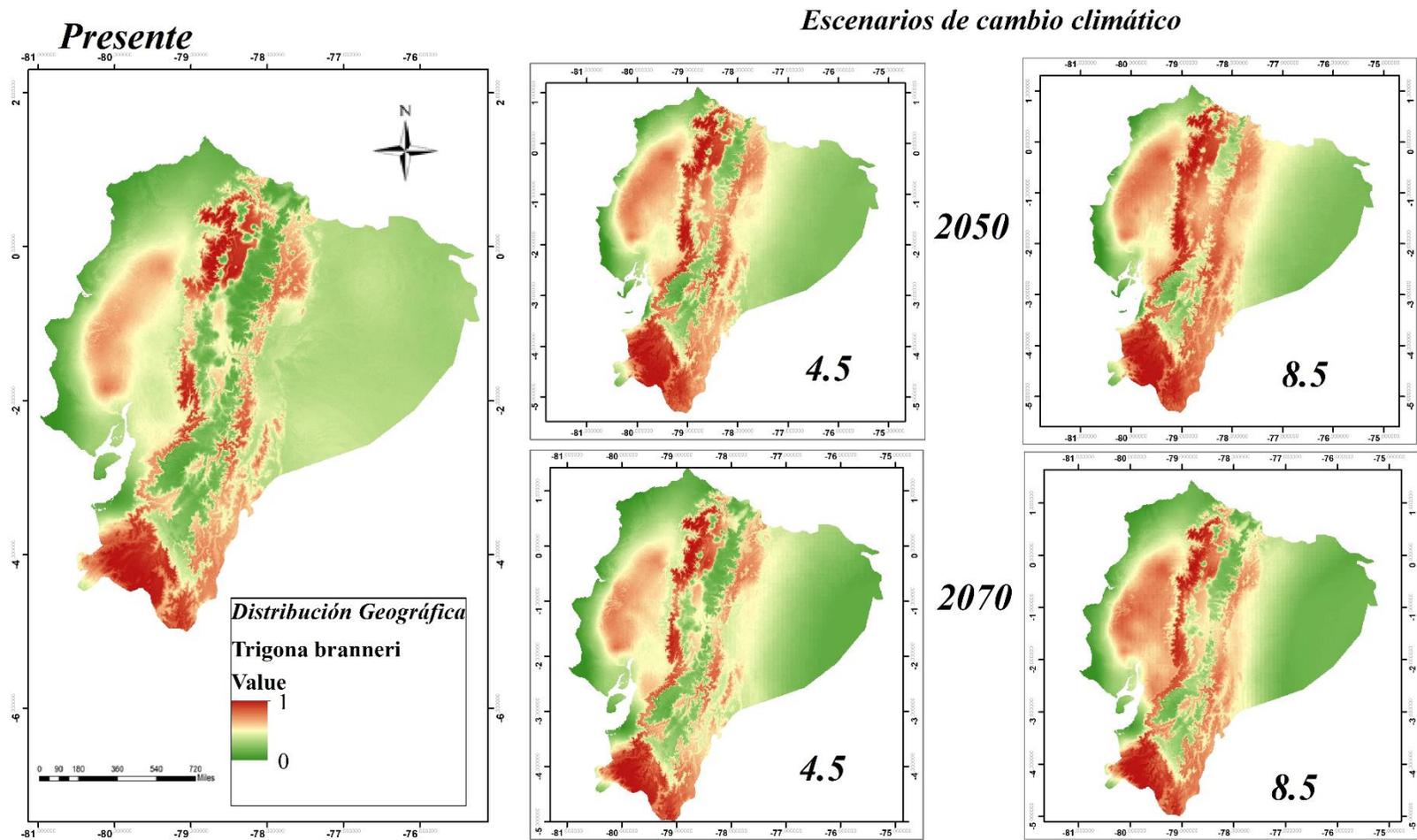
**Figura 34.** Registros de presencia de *Trigona branneri* en el Ecuador Continental

El modelo de nicho climático en el espacio geográfico para *T. branneri* tuvo un gran desempeño según lo revelan los datos de rendimiento en su prueba de entrenamiento (AUC) y de validación (ROCparcial) obteniendo valores de AUC y ROC parcial estadísticamente significativos ( $p < 0,001$ ), dando como resultado una buena predicción a partir de las variables climáticas utilizadas (Tabla 7). Los valores de umbral de corte fueron  $> 1$  y descartaron la posibilidad de ser un modelo al azar.

A través de la proyección del modelo de *T. branneri* al espacio geográfico se identificaron las áreas con condiciones favorables para la presencia de la especie en el presente y bajo escenarios de cambio climático, uno cauteloso RCP (4.5) y un extremo RCP (8.5), como se muestra en la Figura 35. Se presentó una combinación de colores para definir las áreas de presencia o ausencia según las condiciones climáticas, el color rojo representa las áreas con condiciones favorables según el resultado del modelo y las zonas verdes se consideran poco favorables (Figura 35).

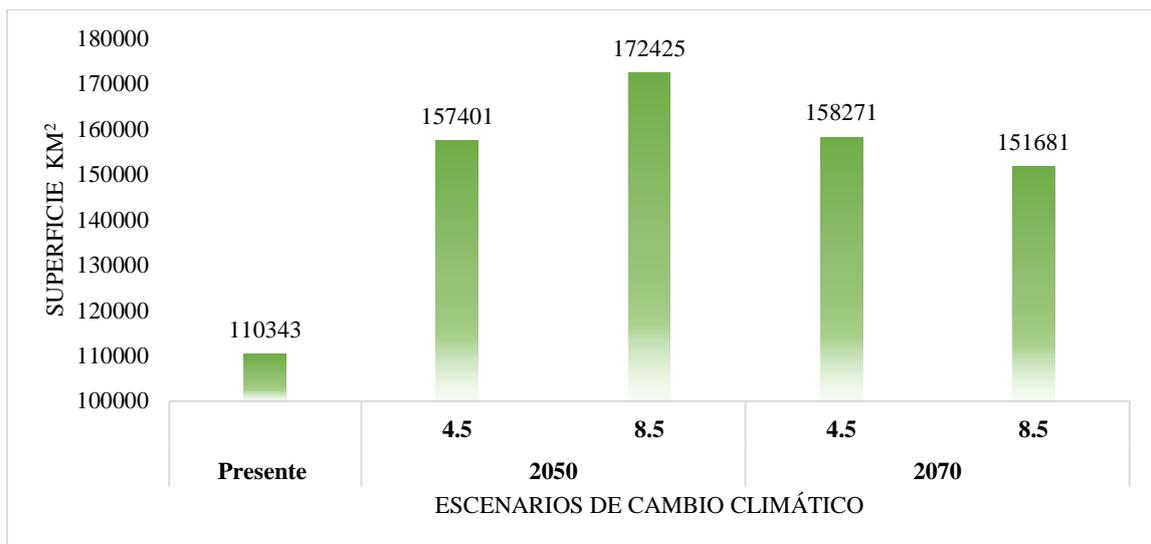
# *Trigona branneri*

100



**Figura 35.** Distribución geográfica potencial de *Trigona branneri* en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5)

Según los resultados del modelo en Ecuador continental, para la especie se identificó un área de favorabilidad en el presente de ~110343 km<sup>2</sup> (Figura 36), abarcando las provincias de El Oro, Cañar, Azuay, Esmeraldas, Morona Santiago, Santo Domingo, Guayas, Imbabura, Napo, Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi. Las zonas con mayor favorabilidad se localizaron en Manabí, Loja, Bolívar, Los Rios, Zamora Chinchipe, Pichincha. Las áreas con menor favorabilidad para la distribución de la especie se localizaron en Pastaza, Carchi, Santa Elena.

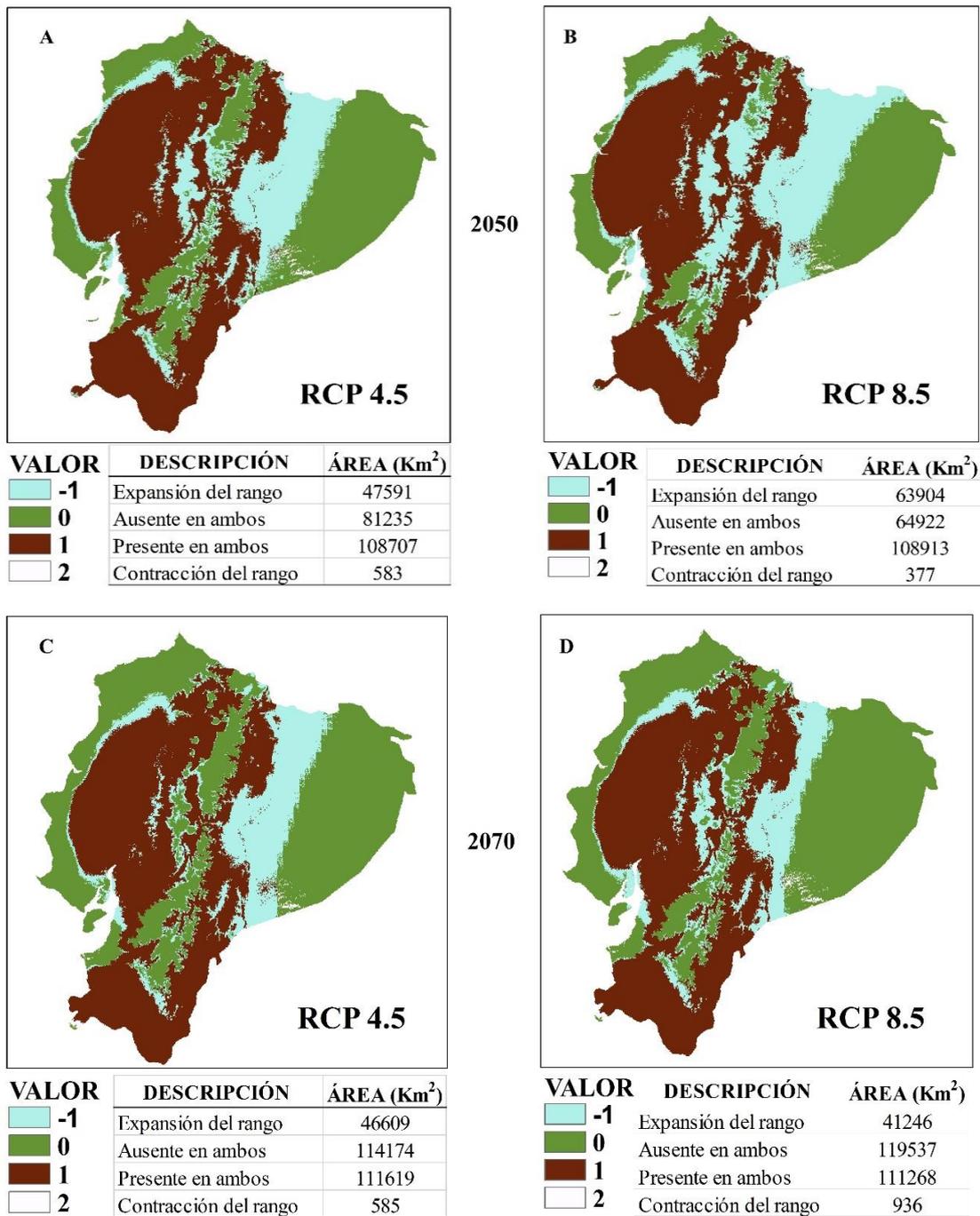


**Figura 36.** Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de la especie *Trigona branneri* en el presente y bajo escenarios de cambio climático

Para el año 2050 y 2070 en el escenario moderado RCP (4.5) la extensión fue 157401 km<sup>2</sup> y 158271 km<sup>2</sup> (Figura 36), siendo Manabí, Loja, Bolívar, Los Rios, Zamora Chinchipe, Pichincha las áreas con mayor favorabilidad. Las áreas con menor favorabilidad se identificaron en Pastaza, Carchi, Santa Elena, Sucumbíos. En los escenarios extremos RCP (8.5) 2050 y 2070 se presentó una extensión de condiciones favorables de ~172425 km<sup>2</sup> y 151681 km<sup>2</sup> manteniéndose las mismas provincias antes mencionadas.

Hubo cambios de la distribución de condiciones favorables para la especie según los escenarios de cambio climático. La mayor contracción se identificó en el RCP (8.5) del 2070 (Figura 37). Sin embargo, las zonas de expansión del rango de condiciones favorables coinciden en los cuatro escenarios, localizándose en la zona centro norte con el aumento más alto en el RCP (8.5) del 2070.

*Trigona branneri*



**Figura 37.** Cambios en la distribución de condiciones adecuadas favorables para *Trigona branneri* ante escenarios de cambio climático conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070

## 4.2. Especies exótica invasoras

Las especies exóticas invasoras en estudio tuvieron distintos orígenes a nivel mundial: Brasil para *Arachis pintoi*, África para *Melinis minutiflora*, *Hyparrhenia rufa*, *Senecio vulgaris*, Asia para *Coix lacryma-jobi*, Europa para *Lolium multiflorum*, *Spartium junceum*, Sudamérica para *Asclepia curassavica*, *Lantana camara*, *Setaria palmifolia*, *Cenchrus echinatus*, Centroamérica para *Leucaena leucocephala* y Malasia para *Terminalia catappa*, estas especies se distribuyen en zonas templadas, cálidas, tropical y subtropical. Son de fácil adaptación y la mayoría resiste variaciones de clima (Anexo 3).

El desempeño de los modelos de las EEI dado por el AUC y el ROC parcial, varió entre 0,6-0,96 para el AUC, con los valores más altos para *Arachis pintoi*, *Lolium multiflorum* y *Melinis minutiflora* y los más bajos para *Coix lacryma-jobi*, *Cenchrus echinatus*, *Leucaena leucocephala*, *Azadirachta indica* A. e *Hyparrhenia rufa* (Tabla 8). La curva de AUC describe la tasa de identificación correcta de presencias contra la tasa de falsas alarmas. Sin embargo, todos los análisis de ROC parcial fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.0001$ ) con valores  $> 1$ , descartando la posibilidad de que la predicción de los modelos haya sido al azar, aun para los valores más bajos de AUC, separando bien presencias de ausencias (Tabla 8).

**Tabla 8.** Medidas de desempeño de los modelos de nicho climático para las especies exóticas invasoras analizadas en Ecuador continental. AUC (área bajo la curva); ROC (Receiver Operating Characteristic).

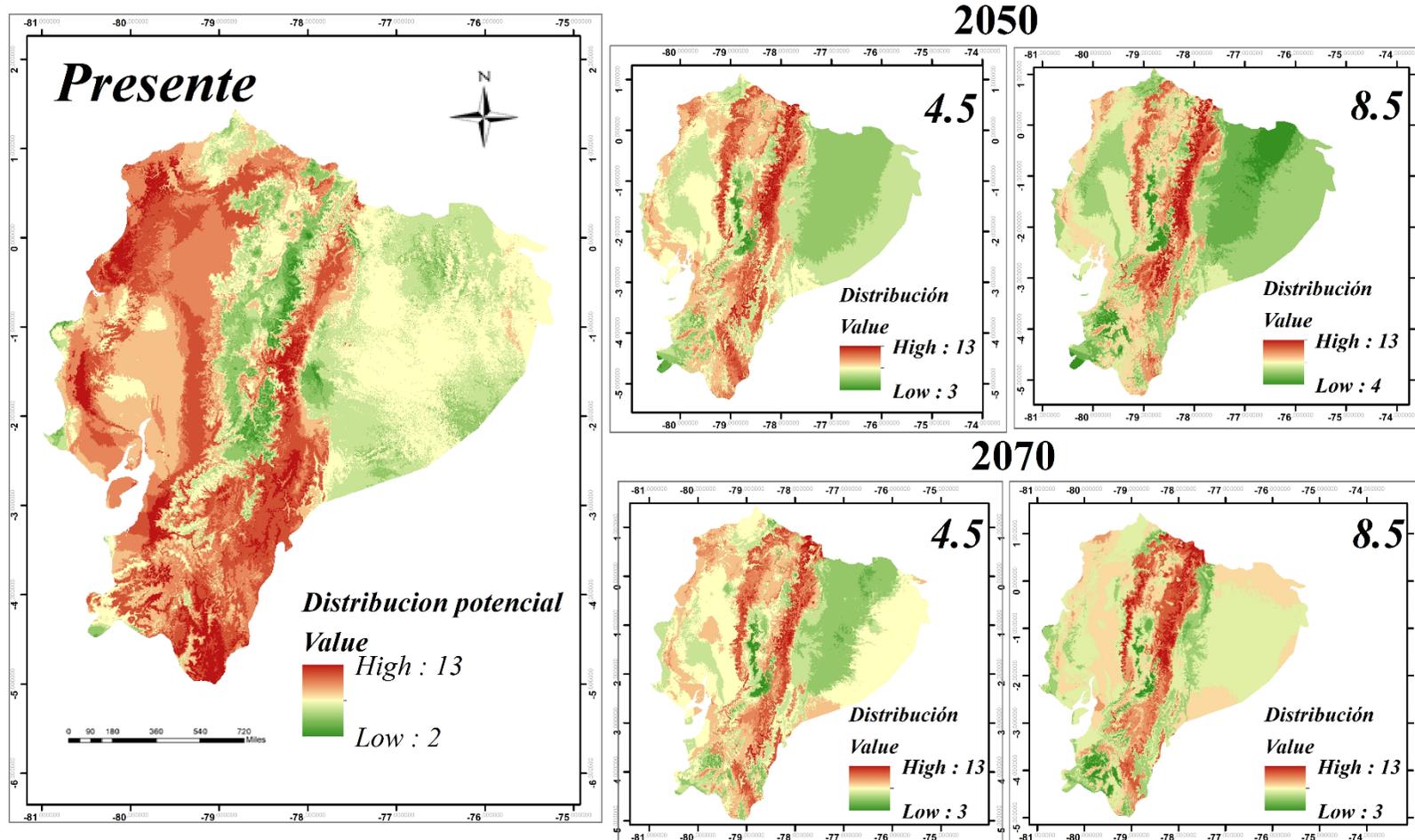
<b>Especies exótica invasora</b>	<b>AUC</b>	<b>ROC parcial</b>	<b>p</b>
<i>Arachis pintoi</i>	0,96 ± 0,001	1,94 ± 0,02	<0,0001
<i>Asclepia curassavica</i>	0,91 ± 0,001	1,91 ± 0,03	<0,0001
<i>Melinis minutiflora</i>	0,95 ± 0,001	1,96 ± 0,01	<0,0001
<i>Lolium multiflorum</i>	0,96 ± 0,001	1,6 ± 0,2	<0,0001
<i>Lantana camara</i>	0,89 ± 0,002	1,91 ± 0,04	<0,0001
<i>Hyparrhenia rufa</i>	0,62 ± 0,09	1,8 ± 0,12	<0,0001
<i>Azadirachta indica</i>	0,64 ± 0,56	1,77 ± 0	<0,0001
<i>Senecio vulgaris</i>	0,83 ± 0,56	1,77 ± 1	<0,0001
<i>Terminalia catappa</i>	0,83 ± 0,06	1,61 ± 0,34	<0,0001
<i>Leucaena leucocephala</i>	0,63 ± 0,09	1,44 ± 0,28	<0,0001
<i>Setaria palmifolia</i>	0,80 ± 0,09	1,9 ± 0,1	<0,0001
<i>Coix lacryma-jobi</i>	0,60 ± 0,06	1,24 ± 0,12	<0,0001
<i>Cenchrus echinatus</i>	0,62 ± 0,08	1,39 ± 0,44	<0,0001
<i>Spartium junceum</i>	0,81 ± 0,05	1,75 ± 0,18	<0,0001

A partir del mapa suma de los mapas binarios de todas las EEI se obtuvo una representación geográfica de la coincidencia de los modelos, y se identificaron las áreas que tuvieron la mayor coincidencia de EEI, dichas áreas se consideraron más susceptibles a invasiones biológicas (Figura 38). Para el presente se identificó que existieron de dos a trece coincidencias en la zona costera de Ecuador continental.

En el escenario 2050 RCP (4.5) se identificaron áreas con mayor coincidencia de EEI, existieron tres de trece coincidencias en la zona costera y parte de la cordillera andina. En el 2050 RCP (8.5) existieron cuatro de trece coincidencias entre la cordillera interandina. Para el 2070 RCP (4.5) existieron tres de trece coincidencias (Figura 38), abarcando parte de la costa y las laderas de la cordillera andina. En el 2070 (8.5) existieron tres de trece coincidencias abarcando la mayor parte de la sierra ecuatoriana.

Según los resultados del modelo en Ecuador continental, para las especies exóticas invasoras se identificaron mayores áreas de favorabilidad para las especies *Hyparrhenia rufa*, *Cenchrus echinatus*, *Leucaena leucocephala*, *Terminalia catappa*, cubriendo entre el 90% y 95% de la superficie terrestre de Ecuador Continental dentro de los cinco escenarios de cambio climático para el que fueron modeladas (Tabla 9). Las especies que presentaron menor cobertura a nivel continental fueron *Lolium multiflorum*, *Spartium junceum*, *Setaria palmifolia*, abarcando menos del 50% de la superficie terrestre de Ecuador Continental (Tabla 9).

## Distribución potencial EEI



**Figura 38.** Distribución geográfica potencial de las especies exóticas invasoras en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 (RCP 4.5 y 8.5) y 2070 (RCP 4.5 y 8.5)

**Tabla 9.** Extensión del área con condiciones favorables para la distribución geográfica potencial de las especies exóticas invasoras en el presente y bajo escenarios de cambio climático.

Especies exóticas invasoras	PRESENTE	2050					2070			
	Superficie km <sup>2</sup>	%	4,5	%	8,5	%	4,5	%	8,5	%
<i>Arachis pintoi</i>	189117,78	76,89	61479,00	25,00	51156,00	20,80	54892,00	22,32	41231,00	16,76
<i>Asclepia Curassavica</i>	112011,00	45,54	84056,00	34,18	83068,00	33,77	79367,00	32,27	74830,00	30,43
<i>Melinis minutiflora</i>	120985,00	49,19	83302,00	33,87	78995,00	32,12	134490,00	54,68	192662,00	78,33
<i>Lolium multiflorum</i>	2843,00	1,16	9286,00	3,78	11358,00	4,62	7651,00	3,11	4966,00	2,02
<i>Lantana camara</i>	164553,00	66,91	134570,00	54,71	134567,00	54,71	160437,00	65,23	181867,00	73,95
<i>Hyparrhenia rufa</i>	244138,78	99,26	210842,78	85,73	219623,78	89,30	231226,78	94,01	225047,78	91,50
<i>Azadirachta indica A.</i>	145340,00	59,09	168008,00	68,31	182325,00	74,13	197182,00	80,17	243127,78	98,85
<i>Senecio vulgaris L.</i>	146114,78	59,41	142483,78	57,93	157541,78	64,05	159463,78	64,84	177400,78	72,13
<i>Terminalia catappa L</i>	240015,78	97,59	192499,78	78,27	198570,78	80,74	215396,78	87,58	213657,78	86,87
<i>Leucaena leucocephala</i>	243797,00	99,13	227696,78	92,58	226911,78	92,26	238020,78	96,78	245905,78	99,98
<i>Setaria palmifolia</i>	162286,00	65,98	53109,00	21,59	48283,00	19,63	60818,00	24,73	54076,00	21,99
<i>Coix lacryma-jobi</i>	219317,78	89,17	203117,78	82,59	188314,78	76,57	211108,78	85,83	208961,78	84,96
<i>Cenchrus echinatus</i>	237765,78	96,67	225688,78	91,76	226063,78	91,91	243714,78	99,09	244743,78	99,51
<i>Spartium junceum L.</i>	73666,00	29,95	84119,00	34,20	82550,00	33,56	90835,00	36,93	116480,00	47,36

De forma general, para el 67% de las EEI las condiciones favorables en los escenarios de cambio climático aumentaron, identificándose expansiones en la comparación de condiciones respecto al presente (Tabla 10). En este sentido, en el RCP 8.5 del 2070 se identificaron las expansiones más grandes con *Melinis minutiflora* ya que podría encontrar la mayor extensión de condiciones favorables en el futuro (~104992 km<sup>2</sup>). Por el contrario, *Arachis pintoii* podría encontrar menor extensión de área con condiciones favorables para su invasión en los escenarios futuros, por lo que se obtuvieron contracciones de rango en todos los escenarios, principalmente en el RCP 4.5 del 2070 (~125618 km<sup>2</sup>) (Tabla 10).

**Tabla 10.** Cambios en la extensión (km<sup>2</sup>) de condiciones favorables para las especies exóticas invasoras ante escenarios de cambio climático: conservador (RCP 4.5) y extremo (RCP 8.5) de los años 2050 y 2070.

Especie	Cambio	Escenario 2050		Escenario 2070	
		4.5	8.5	4.5	8.5
<i>Arachis pintoii</i>	Expansión	3362	2914	5254	2914
	Ausencia	73618	74066	90642	74066
	Presencia	57659	44938	51473	44938
	Contracción	103477	116198	125618	116198
<i>Asclepia curassavica</i>	Expansión	17663	20803	17161	23266
	Ausencia	115046	111906	134678	128573
	Presencia	68697	64148	72602	57538
	Contracción	36710	41259	48546	63610
<i>Melinis minutiflora</i>	Expansión	5214	5214	54049	104992
	Ausencia	111499	111499	87938	36995
	Presencia	74492	74492	80741	83979
	Contracción	46911	46911	50259	47021
<i>Lolium multiflorum</i>	Expansión	7530	9741	6470	4648
	Ausencia	227807	225596	263739	265561
	Presencia	1151	696	729	21
	Contracción	1628	2083	2049	2757
<i>Lantana camara</i>	Expansión	15907	15907	23262	44213
	Ausencia	82392	82392	88854	67903
	Presencia	109117	109117	133277	133107
	Contracción	30700	30700	27594	27764
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Expansión	1055	1147	1242	800
	Ausencia	2843	2751	2799	3241
	Presencia	160295	164742	188432	183362

	Contracción	11663	7216	11464	16534
<i>Azadirachta indica</i>	Expansión	29620	39423	42942	82170
	Ausencia	50877	41074	45795	6567
	Presencia	94202	92551	113348	114977
	Contracción	1157	2808	1852	223
<i>Senecio vulgaris</i>	Expansión	19679	28426	18595	31221
	Ausencia	62795	54048	69558	56932
	Presencia	86412	88764	105838	108508
	Contracción	6970	4618	9946	7276
<i>Terminalia catappa</i>	Expansión	1585	2116	2526	2719
	Ausencia	11101	10570	10671	10478
	Presencia	142357	147185	171188	170775
	Contracción	20813	15985	19552	19965
<i>Leucaena leucocephala</i>	Expansión	10385	10516	10518	11587
	Ausencia	896	765	1135	66
	Presencia	163528	163580	190439	192215
	Contracción	1047	995	1845	69
<i>Setaria palmifolia</i>	Expansión	340	238	787	699
	Ausencia	67342	67444	79079	79167
	Presencia	38362	33979	50116	44762
	Contracción	69812	74195	73955	79309
<i>Coix lacryma-jobi</i>	Expansión	8975	5304	11201	19905
	Ausencia	16849	20520	19306	10602
	Presencia	143298	132607	153969	153604
	Contracción	6734	17425	19461	19826
<i>Cenchrus echinatus</i>	Expansión	8450	8077	8942	10333
	Ausencia	2353	2726	3038	1647
	Presencia	164958	164063	191795	191767
	Contracción	95	990	162	190
<i>Spartium junceum</i>	Expansión	13622	12841	13239	18692
	Ausencia	117007	117788	133461	128008
	Presencia	44195	43782	51678	52405
	Contracción	1032	1445	5559	4832

#### 4.6. Describir el nicho climático de las especies endémicas y las exóticas invasoras en la zona de Ecuador continental ante escenarios de cambio climático

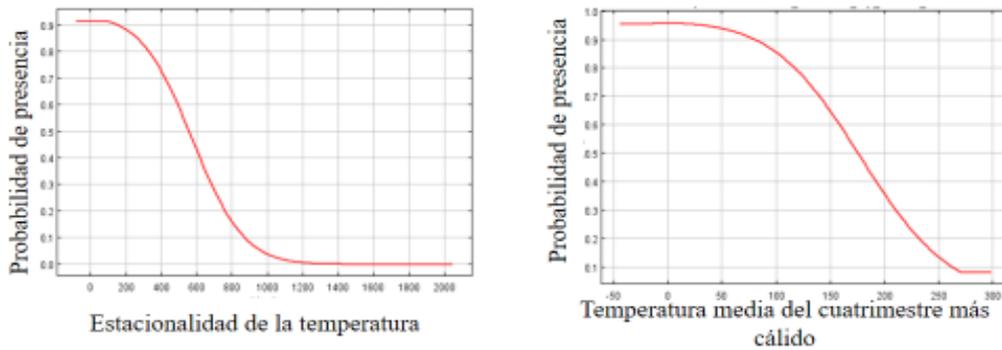
- *Passiflora roseorum*

Las variables climáticas con mayor aportación al modelo de nicho ecológico para *Passiflora roseorum* fueron: Temperatura media del cuatrimestre más cálido (°C), Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %). Las variables de menor aporte al modelo fue Oscilación diurna de la temperatura (°C), Temperatura media del cuatrimestre más frío (°C) (Tabla 11).

**Tabla 11.** Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho climático de *Passiflora roseorum*

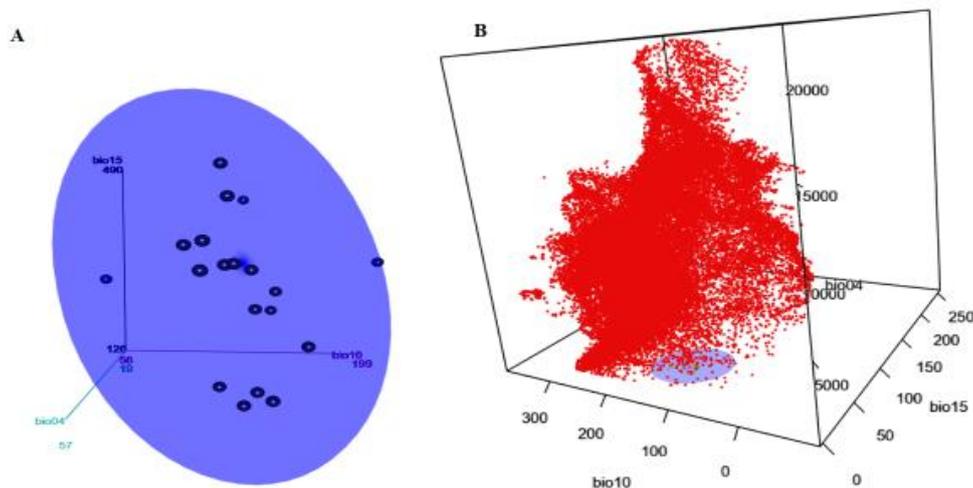
Variables	Porcentaje de contribución	Importancia de la permutación
(Bio_10) Temperatura media del cuatrimestre más cálido (°C)	78,1	0
(Bio_4) Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)	13,8	66,2
(Bio_15) Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)	1,9	3,4
(Bio_16) Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	1,6	13,6
(Bio_13) Precipitación del periodo más lluvioso (mm)	1,1	1,9
(Bio_14) Precipitación del periodo más seco (mm)	1	0,5
(Bio_2) Oscilación diurna de la temperatura (°C)	0,9	2,2
(Bio_11) Temperatura media del cuatrimestre más frío (°C)	0,3	11,6

Según el modelo de nicho ecológico para *Passiflora roseorum* estuvo condicionada por la variación estacional de la temperatura, y la temperatura media del cuatrimestre más cálido donde la especie se distribuyó de manera potencial en áreas donde el intervalo de temperatura esta entre 10°C y 20°C, ya que por encima de esas temperaturas la adaptabilidad de la especie disminuye drásticamente (Figura 39).



**Figura 39.** Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Passiflora roseorum*

La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 40), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Passiflora roseorum* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 40), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 11), podría encontrar condiciones favorables esta especie endémica.



**Figura 40.** Condiciones favorables para *Passiflora roseorum* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. **A:** nicho conocido, se resalta el centroide; **B:** modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

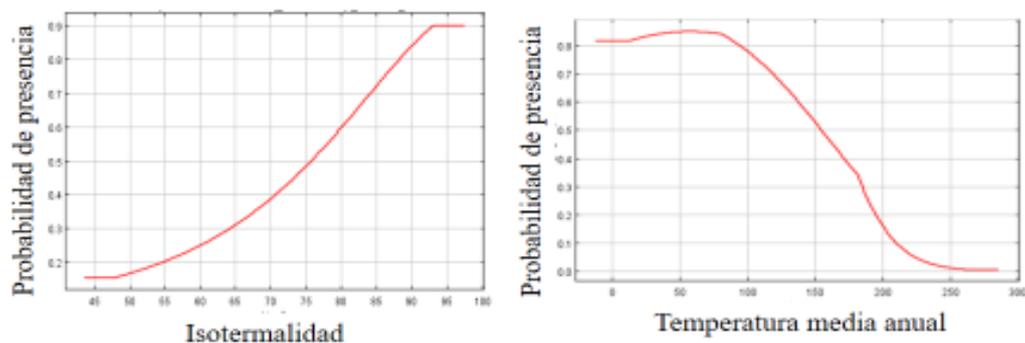
- *Gentianella jamesonii*

Las variables climáticas con mayor aportación al modelo de nicho ecológico para *Gentianella jamesonii* fueron: Temperatura media anual (°C), Isotermalidad (°C) (cociente entre parámetros 2 y 7). Las variables de menor aporte al modelo fue Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %), Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %) (Tabla 12).

**Tabla 12.** Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Gentianella jamesonii*

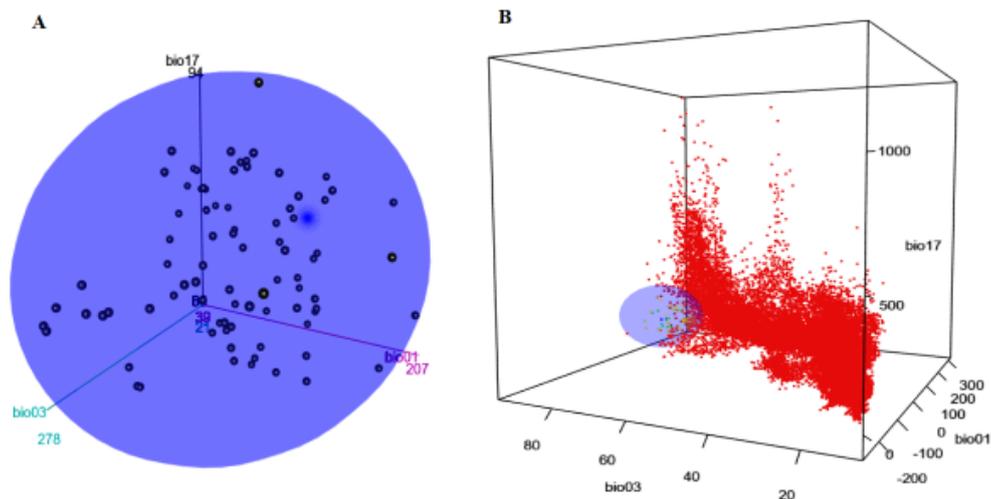
Variables	Porcentaje de contribución	Importancia de la permutación
(Bio_1)Temperatura media anual (°C)	61,5	0
(Bio_3) Isotermalidad (°C) (cociente entre parámetros 2 y7)	11	2,4
(Bio_17) Precipitación del cuatrimestre más seco(mm)	5,8	26,7
(Bio_14) Precipitación del periodo más seco (mm)	4,7	25,1
(Bio_15) Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)	3,7	5,5
(Bio_4) Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)	1,7	4,5

Según el modelo de nicho ecológico para la especie *Gentianella jamesonii* se encuentra condicionada por la isotermalidad que cuantifica temperaturas de día y noche en relación con las oscilaciones de verano-invierno, y la temperatura media anual donde la especie se distribuyó de manera potencial en áreas dónde el intervalo de temperatura esta entre 5°C y 9 °C ya que por encima de esas temperaturas la adaptabilidad de la especie disminuye drásticamente (Figura 41).



**Figura 41.** Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Gentianella jamesonii*

La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 42), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Gentianella jamesonii* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 42), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 12), podría encontrar condiciones favorables esta especie endémica



**Figura 42.** Condiciones favorables para *Gentianella jamesonii* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. **A:** nicho conocido, se resalta el centroide; **B:** modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

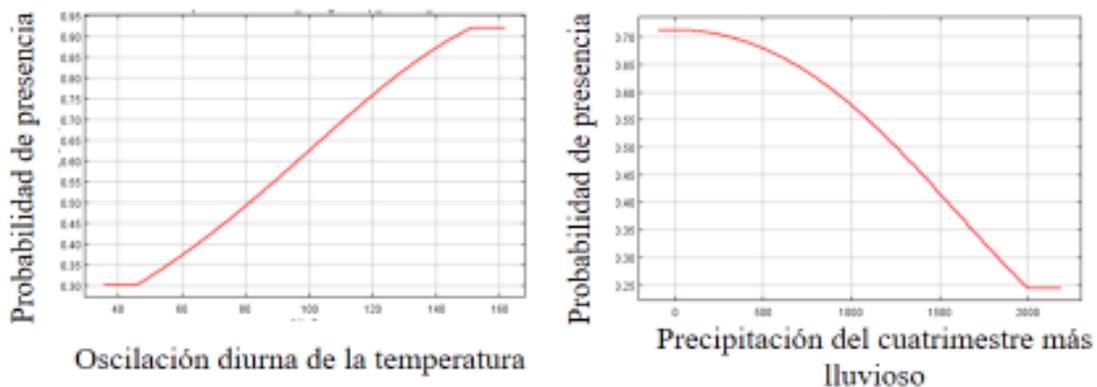
- *Eudema nubigena*

Las variables climáticas con mayor aportación al modelo de nicho ecológico para *Eudema nubigena* fueron: Oscilación diurna de la temperatura (°C), Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm). Las variables de menor aporte al modelo fueron: Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %), Precipitación del cuatrimestre más seco (mm) (Tabla 13).

**Tabla 13.** Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Eudema nubigena*

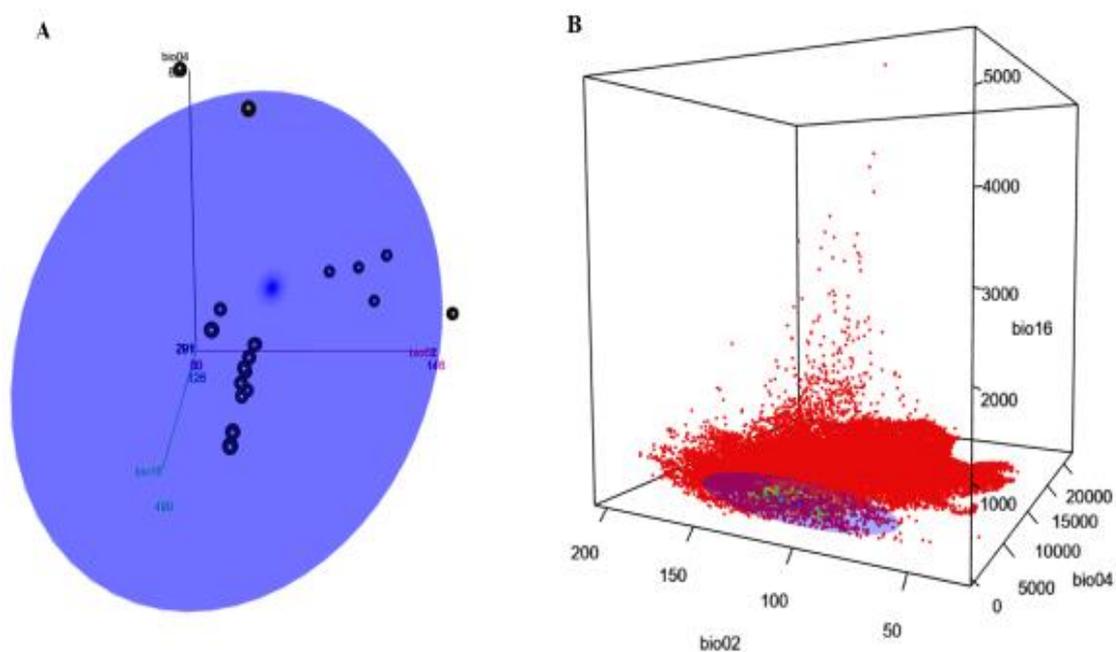
Variables	Porcentaje de contribución	Importancia de la permutación
(Bio_2) Oscilación diurna de la temperatura (°C)	46,3	0
(Bio_16) Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	14,4	16,8
(Bio_4) Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)	12,7	11,1
(Bio_15) Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)	10	11,2
(Bio_17) Precipitación del cuatrimestre más seco(mm)	0,6	26,2

Según el modelo de nicho ecológico para la especie *Eudema nubigena* estuvo condicionada por la Oscilación diurna de la temperatura, Precipitación del cuatrimestre más lluvioso donde la especie se distribuyó de manera potencial en áreas dónde el intervalo de temperatura esta entre 14°C y 15°C, ya que por encima de esas temperaturas la adaptabilidad de la especie disminuye drásticamente (Figura 43).



**Figura 43.** Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Eudema nubigena*

La paquetería NicheToolBoox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 44), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Eudema nubigena* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 44), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 13), podría encontrar condiciones favorables esta especie endémica



**Figura 44.** Condiciones favorables para *Eudema nubigena* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

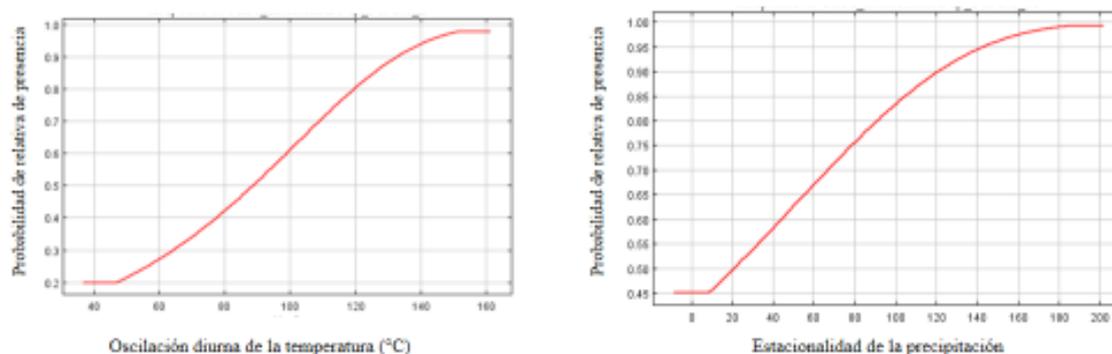
- ***Ceiba trichistandra***

Las variables climáticas con mayor aportación al modelo de nicho ecológico para *Ceiba trichistandra* fueron: Oscilación diurna de la temperatura (°C), Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %), Precipitación del periodo más seco (mm). Las variables de menor aporte al modelo fue Precipitación anual (mm), Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre parámetros 5 y 6) (Tabla 14).

**Tabla 14.** Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Ceiba trichistandra*

Variables	Porcentaje de contribución	Importancia de la permutación
(Bio_2) Oscilación diurna de la temperatura (°C)	31,2	0
(Bio_15) Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)	22,5	45,8
(Bio_14) Precipitación del periodo más seco (mm)	21,2	1,1
(Bio_4) Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)	6,5	0
(Bio_13) Precipitación del periodo más lluvioso (mm)	3,2	0
(Bio_12) Precipitación anual (mm)	2	16,7
(Bio_7) Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre parámetros 5 y 6)	0,3	0
(Bio_17) Precipitación del cuatrimestre más seco(mm)	0,1	0

Según el modelo de nicho ecológico para *Ceiba trichistandra* estuvo condicionado por la Oscilación diurna de la temperatura, Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %) donde la especie se distribuyó de manera potencial en áreas dónde el intervalo de temperatura esta sobre los 15 °C y precipitaciones de 180 mm ya que por encima o por debajo de esas precipitaciones la adaptabilidad de la especie permanece (Figura 45).



**Figura 45.** Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Ceiba trichistandra*

La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 46), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Ceiba trichistandra* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 46), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental

donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 14), podría encontrar condiciones favorables esta especie endémica

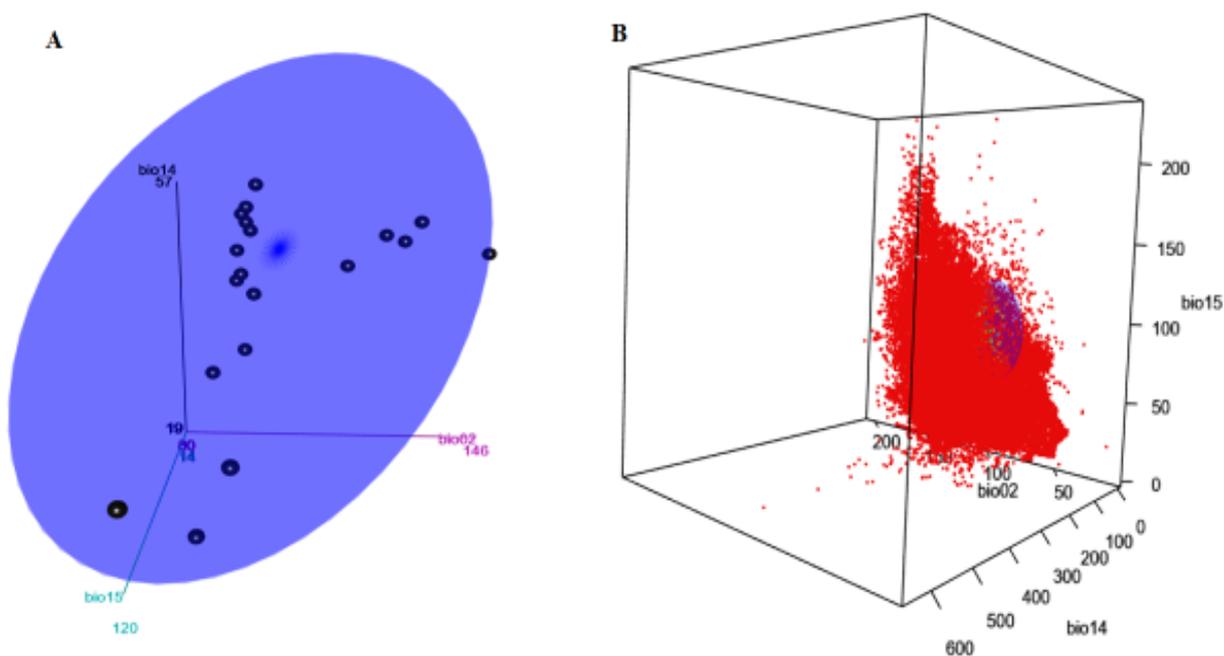


Figura 46. Condiciones favorables para *Ceiba trichistandra* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

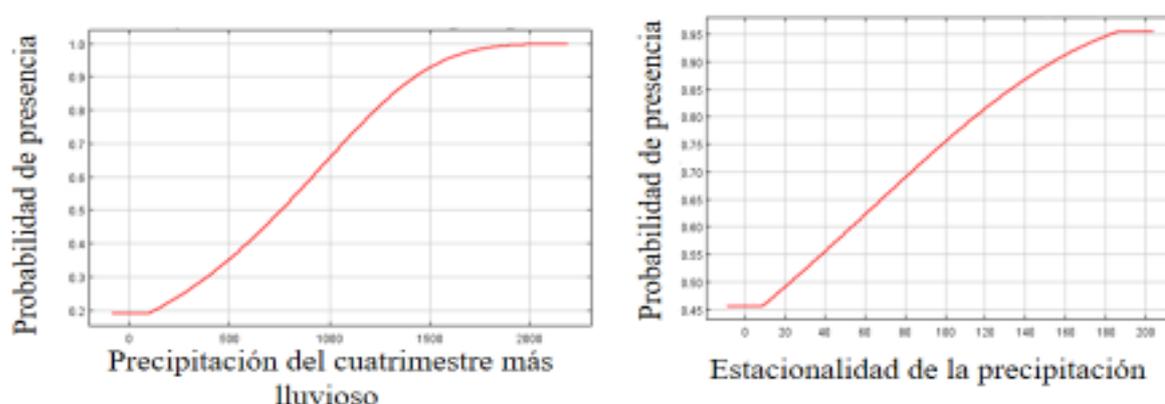
- ***Ecuadendron acosta-solisianum***

Las variables climáticas con mayor aportación al modelo de nicho ecológico para *Ecuadendron acosta-solisianum* fueron: Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %), Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm), Precipitación del periodo más seco (mm). Las variables de menor aporte al modelo fueron Temperatura máxima media del periodo más cálido (°C), Precipitación anual (mm) (Tabla 15).

**Tabla 15.** Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Ecuadendron acosta-solisianum*

Variables	Porcentaje de contribución	Importancia de la permutación
(Bio_15) Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)	42,1	40,9
(Bio_16) Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	41,4	4,8
(Bio_17) Precipitación del cuatrimestre más seco(mm)	8,7	7,9
(Bio_1) Temperatura media anual (°C)	4,5	6,4
(Bio_5) Temperatura máxima media del periodo más cálido (°C)	2,6	24,6
(Bio_12) Precipitación anual (mm)	0,5	15,4

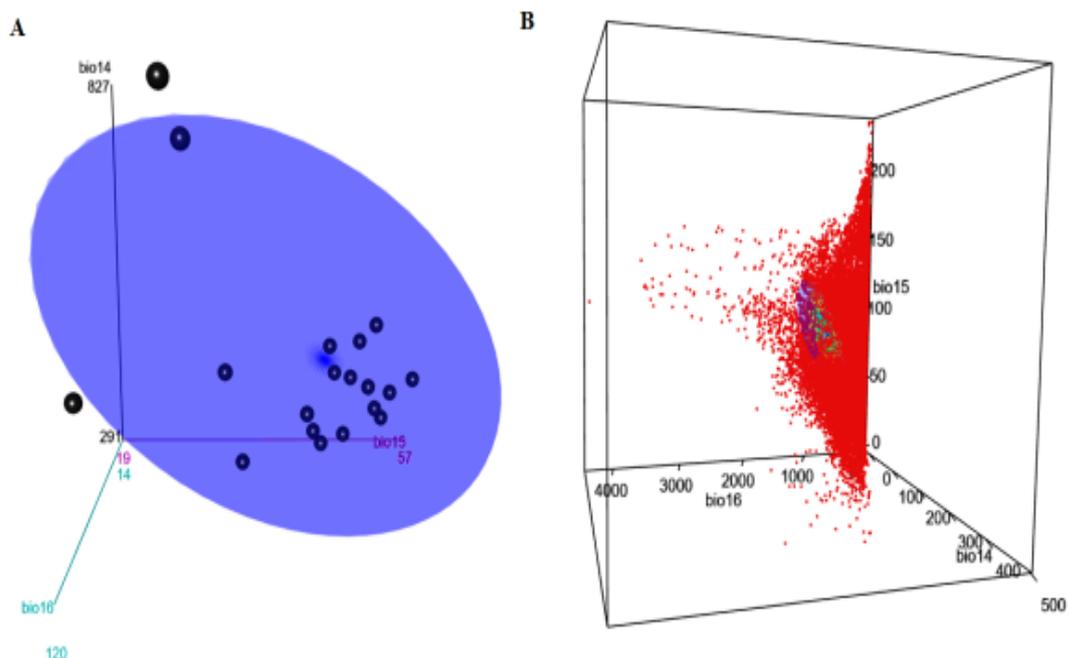
Según el modelo de nicho ecológico para la especie *Ecuadendron acosta-solisianum* estuvo condicionada por la Estacionalidad de la precipitación, Precipitación del cuatrimestre más lluvioso donde la especie se distribuyó de manera potencial en áreas dónde el intervalo de precipitación es superior a los 200 mm, ya que por encima de estas precipitaciones la adaptabilidad de la especie aumenta drásticamente (Figura 47).



**Figura 47.** Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Ecuadendron acosta-solisianum*

La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 48), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Ecuadendron acosta-solisianum* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 48), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña

fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 15), podría encontrar condiciones favorables esta especie endémica



**Figura 48.** Condiciones favorables para *Ecuadendron acosta-solisianum* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

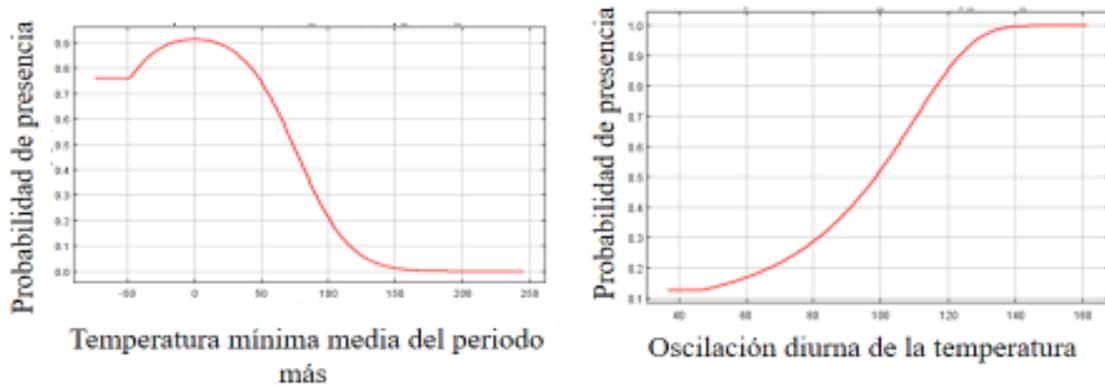
- ***Gastrotheca riobambae***

Las variables climáticas con mayor aportación al modelo de nicho ecológico para *Gastrotheca riobambae* fueron: Temperatura mínima media del periodo más frío (°C), Oscilación diurna de la temperatura (°C), Temperatura media del cuatrimestre más cálido (°C) (Tabla 16).

**Tabla 16.** Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Gastrotheca riobambae*

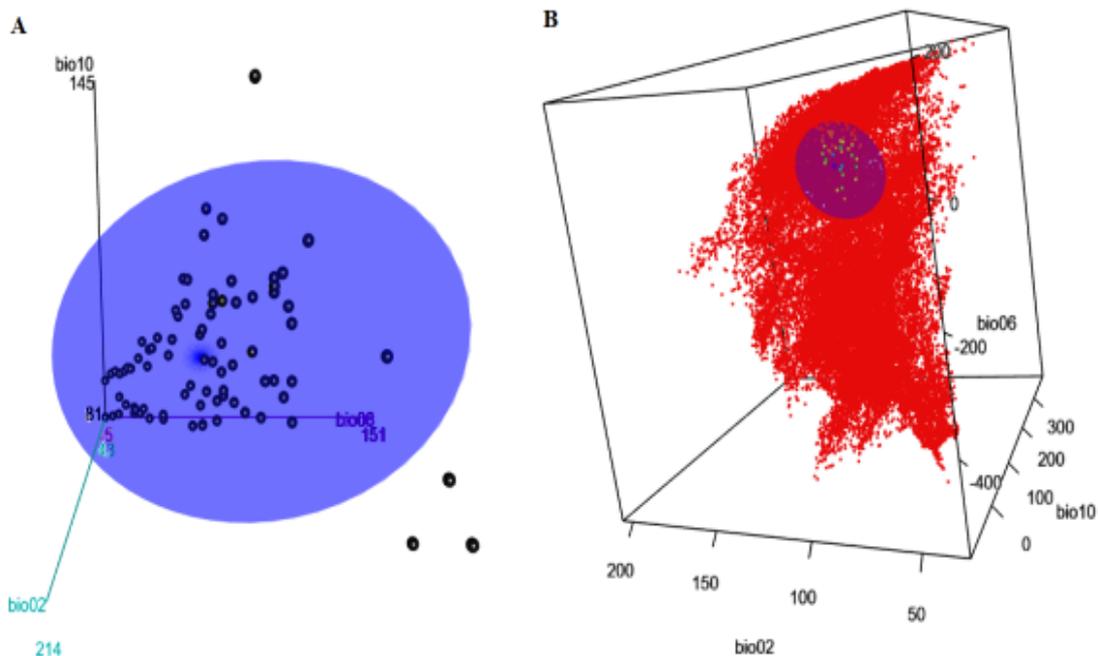
Variables	Porcentaje de contribución	Importancia de la permutación
(Bio_6) Temperatura mínima media del periodo más frío (°C)	46,4	92,1
(Bio_2) Oscilación diurna de la temperatura (°C)	24,4	4,7
(Bio_10) Temperatura media del cuatrimestre más cálido (°C)	18,7	0

Según el modelo de nicho ecológico para la especie *Gastrotheca riobambae* estuvo condicionado por la temperatura mínima media del periodo más frío, Oscilación diurna de la temperatura donde la especie se distribuyó de manera potencial en áreas dónde el intervalo de temperatura es menor a 15°C, ya que por encima de esas temperaturas la adaptabilidad de la especie disminuye drásticamente (Figura 49).



**Figura 49.** Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Gastrotheca riobambae*

La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 50), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Gastrotheca riobambae* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 50), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 16), podría encontrar condiciones favorables esta especie endémica



**Figura 50.** Condiciones favorables para *Gastrotheca riobambae* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- *Metachirus nudicaudatus*

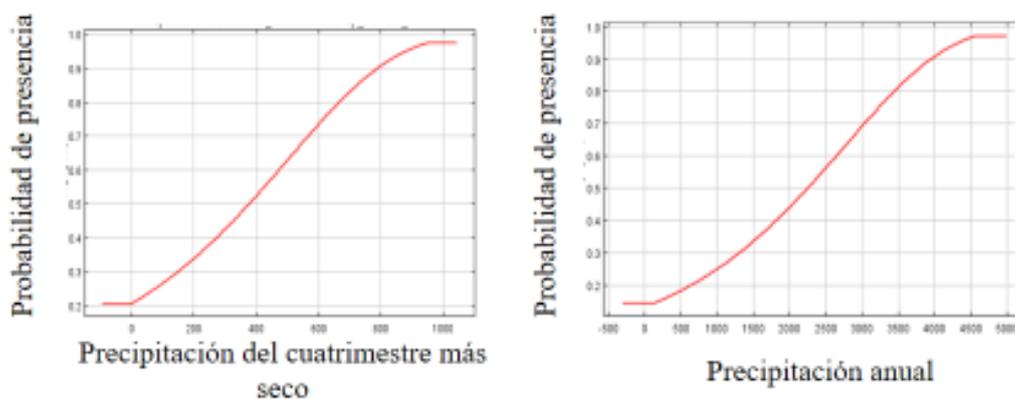
Las variables climáticas con mayor aportación al modelo de nicho ecológico para *Metachirus nudicaudatus* fueron: Precipitación del cuatrimestre más seco (mm), Precipitación anual. Las variables de menor aporte al modelo fue Precipitación del periodo más seco (mm), Temperatura media del cuatrimestre más frío (°C) (Tabla 17).

**Tabla 17.** Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Metachirus nudicaudatus*

Variabes	Porcentaje de contribución	Importancia de la permutación
(Bio_17) Precipitación del cuatrimestre más seco(mm)	90,3	93,1
(Bio_12) Precipitación anual (mm)	4	0
(Bio_14) Precipitación del periodo más seco (mm)	3	0
(Bio_11) Temperatura media del cuatrimestre más frío (°C)	2,7	6,9

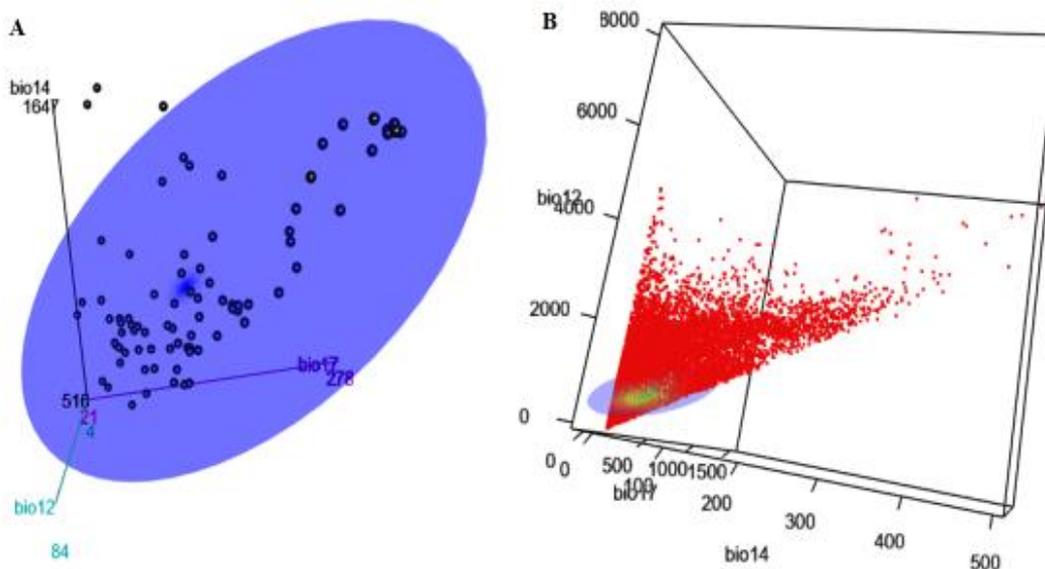
Según el modelo de nicho ecológico para la especie *M. nudicaudatus* estuvo condicionado por la Precipitación del cuatrimestre más seco, Precipitación anual donde la especie se

distribuyó de manera potencial en áreas donde el intervalo de precipitación fuera entre 450° mm y 900 mm, ya que entre estos rangos la adaptabilidad de la especie es favorable (Figura 51).



**Figura 51.** Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Metachirus nudicaudatus*

La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 52), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Metachirus nudicaudatus* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 52), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 17), podría encontrar condiciones favorables esta especie endémica



**Figura 52.** Condiciones favorables para *Metachirus nudicaudatus* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

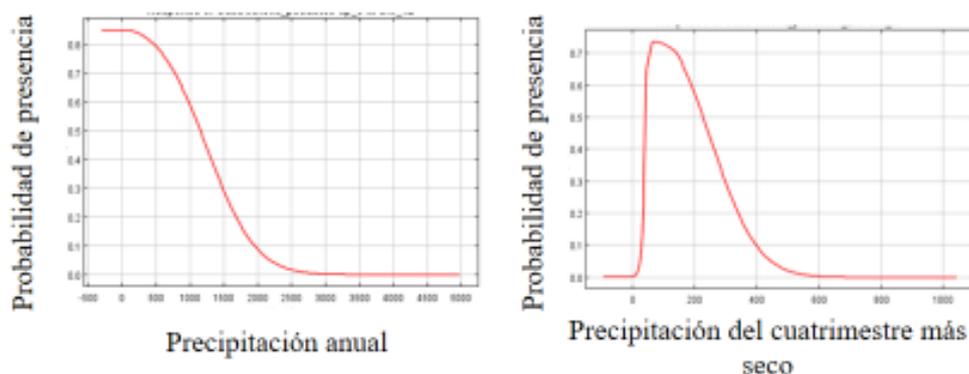
- ***Gastrotheca pseustes***

Las variables climáticas con mayor aportación al modelo de nicho ecológico para *Gastrotheca pseustes* fueron: la Temperatura media anual (°C), Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre parámetros 5 y 6), Precipitación del cuatrimestre más seco (mm). Las variables de menor aporte al modelo fueron: Precipitación del periodo más seco (mm), Temperatura media del cuatrimestre más frío (°C) (Tabla 18).

**Tabla 18.** Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Gastrotheca pseustes*

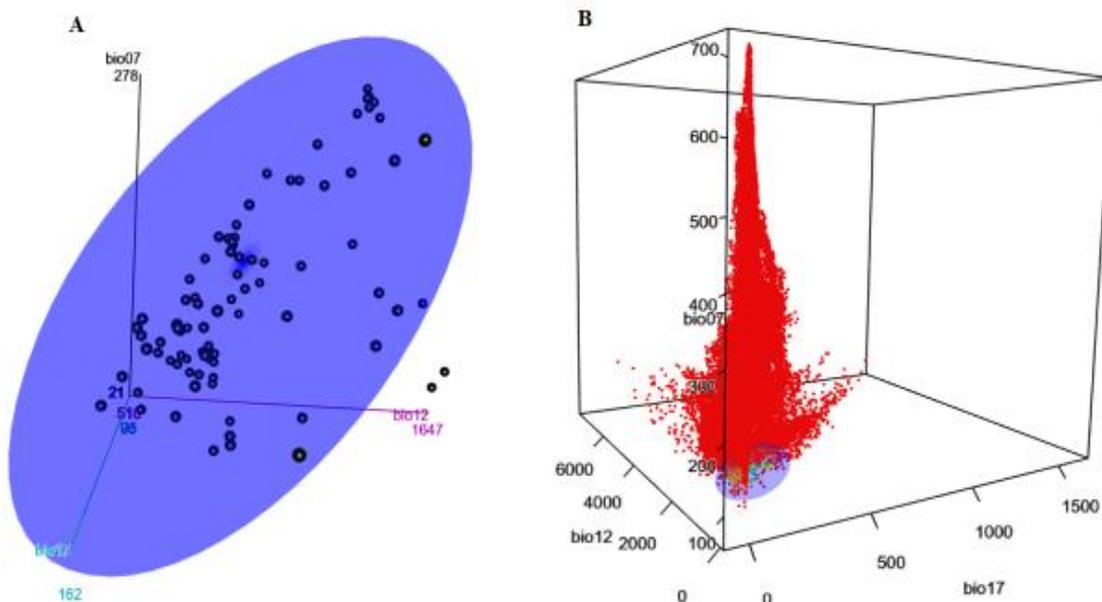
Variables	Porcentaje de contribución	Importancia de la permutación
(Bio_12) Precipitación anual (mm)	4,4	14
(Bio_17) Precipitación del cuatrimestre más seco(mm)	3,6	3,3
(Bio_7) Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre parámetros 5 y 6)	2,6	0,5
(Bio_4) Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)	1,7	5,3
(Bio_16) Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	1,3	1,7

Según el modelo de nicho ecológico para la especie *Gastrotheca pseustes* estuvo condicionado por la Precipitación anual, Precipitación del cuatrimestre más seco donde la especie se distribuyó de manera potencial en áreas con precipitaciones de 700 mm (Figura 53).



**Figura 53.** Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Gastrotheca pseustes*

La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 54), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Gastrotheca pseustes* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 54), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 18), podría encontrar condiciones favorables esta especie endémica



**Figura 54.** Condiciones favorables para *Gastrotheca pseustes* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

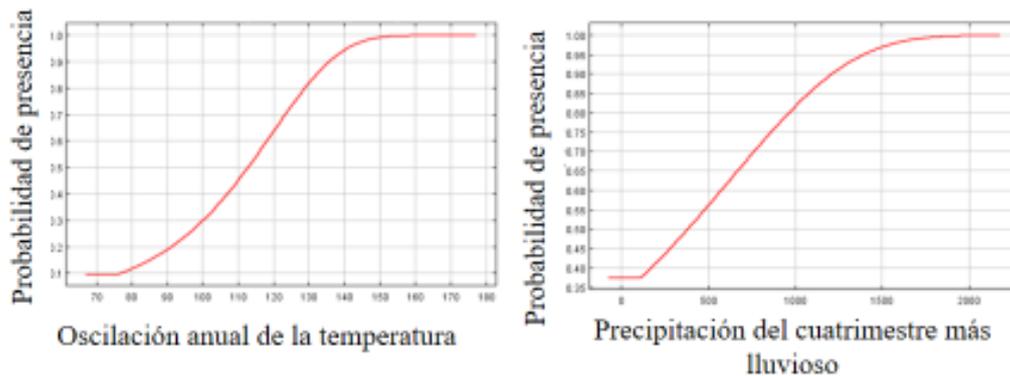
- *Trigona branneri*

Las variables climática con mayor aportación al modelo de nicho ecológico para *Trigona branneri* fueron: Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre parámetros 5 y 6), Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm). Las variables de menor aporte al modelo fueron: Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %), Precipitación del cuatrimestre más seco (mm) (Tabla 19).

**Tabla 19.** Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Trigona branneri*

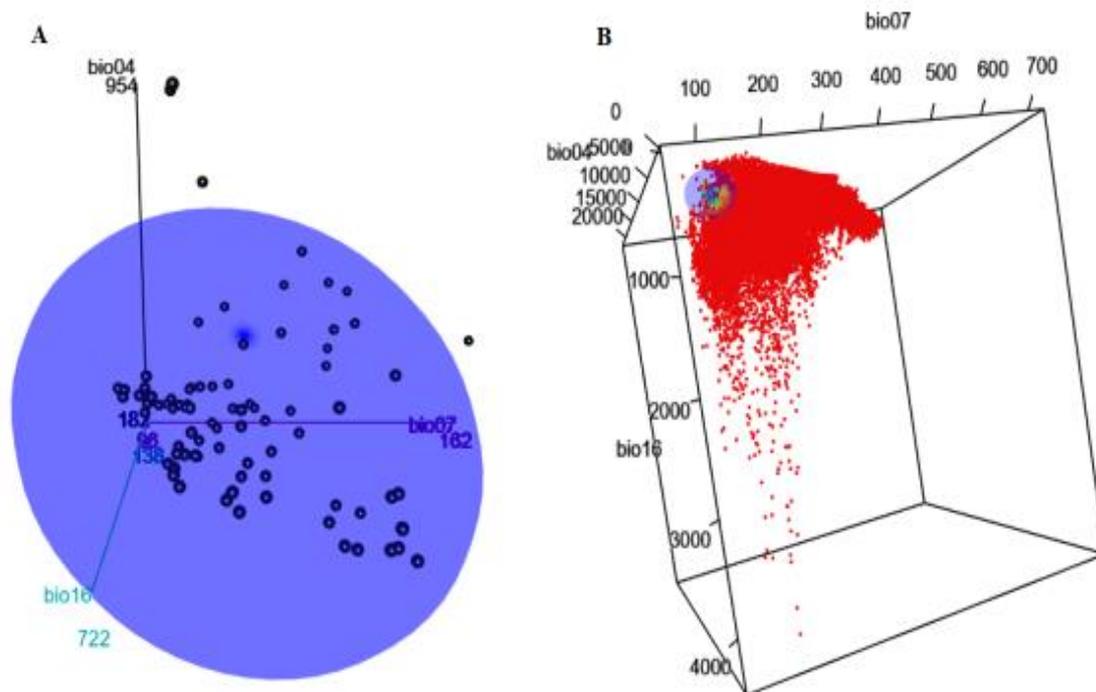
Variables	Porcentaje de contribución	Importancia de la permutación
(Bio_7) Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre parámetros 5 y 6)	27,1	37,1
(Bio_16) Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	18,9	15,9
(Bio_4) Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)	17,9	12,6
(Bio_15) Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)	9,1	10
(Bio_17) Precipitación del cuatrimestre más seco (mm)	0,3	5,5

Según el modelo de nicho ecológico para la especie *Trigona branneri* estuvo condicionada por la Oscilación anual de la temperatura, Precipitación del cuatrimestre más lluvioso, Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %), donde la especie se distribuyó de manera potencial en áreas donde la temperatura sea superior a 16°C, ya que por debajo de esas temperaturas la adaptabilidad de la especie disminuye drásticamente (Figura 55).



**Figura 55.** Comportamiento de las variables de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de *Trigona branneri*

La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 56), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Trigona branneri* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 56), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 19), podría encontrar condiciones favorables esta especie endémica



**Figura 56.** Condiciones favorables para *Trigona branneri* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- **Especies exóticas invasoras**

Las variables climáticas de mayor aportación para cada una de las especies exóticas invasoras se muestran en la (Tabla 20) cada variable presenta el porcentaje de contribución y aportación al modelo de nicho ecológico transferido a Ecuador continental. Las mismas variables se proyectaron bajo escenarios de cambio climático para identificar las variaciones en la distribución geográfica potencial.

**Tabla 20.** Variables climáticas de mayor aporte al modelo de nicho ecológico de las EEI.

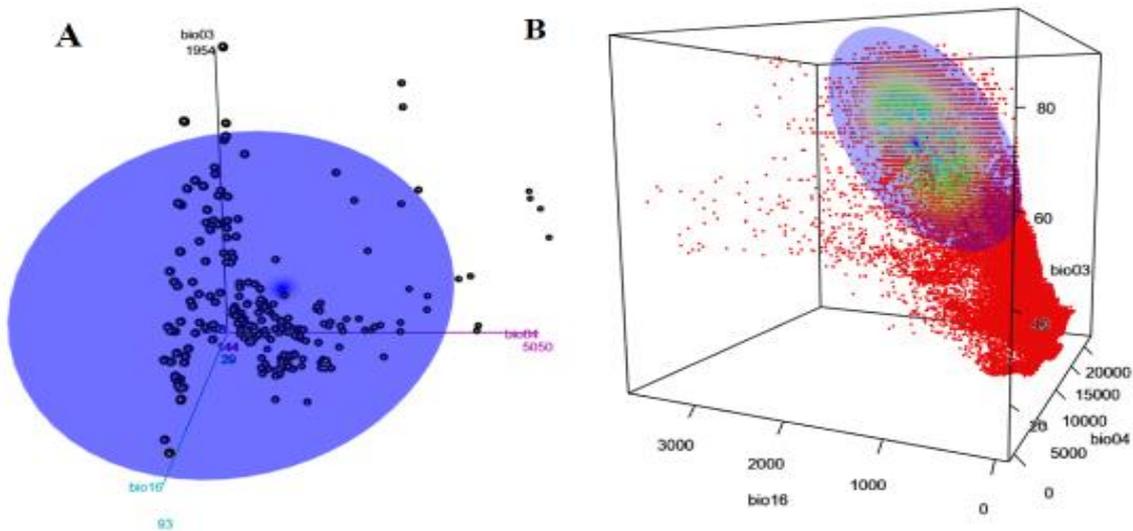
<b>Especies</b>	<b>Variables</b>	<b>Porcentaje de contribución</b>	<b>Importancia de la permutación</b>
<i>Arachis pintoii</i>	Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)	36,8	3,4
	Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	19,3	11,7
	Isotermalidad (°C) (cociente entre parámetros 2 y7)	14,1	15,1
	Precipitación anual (mm)	8,1	9,2
<i>Asclepia Curassavica</i>	Temperatura media del cuatrimestre más frío (°C)	43	49,4
	Precipitación del periodo más lluvioso (mm)	13,9	0
	Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	12,9	5,2
	Isotermalidad (°C) (cociente entre parámetros 2 y7)	10,8	4,5
<i>Melinis minutiflora</i>	Precipitación anual (mm)	33,8	12,6
	Isotermalidad (°C) (cociente entre parámetros 2 y7)	30,8	44,1
	Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)	13,1	4
	Temperatura media del cuatrimestre más frío (°C)	12,8	17,6
	Precipitación del periodo más seco (mm)	3,6	1,3
<i>Lolium multiflorum</i>	Precipitación del periodo más seco (mm)	40,3	1,4
	Temperatura mínima media del periodo más frío (°C)	21,6	0
	Temperatura media anual (°C)	7,8	11,8
	Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre parámetros 5 y 6)	6,6	2,1
<i>Lantana camara</i>	Temperatura media del cuatrimestre más frío (°C)	49,3	31,2
	Precipitación anual (mm)	20,6	4,3
	Temperatura media anual (°C)	7,8	20,1
	Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)	2,3	1,9
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Precipitación del periodo más lluvioso (mm)	24,8	4,5
	Oscilación diurna de la temperatura (°C)	19,7	5,6
	Temperatura máxima media del periodo más cálido (°C)	12,1	28,5
	Precipitación del cuatrimestre más cálido (mm)	9,9	20,8

<i>Azadirachta indica</i>	Precipitación del cuatrimestre más cálido (mm)	18,7	8,4
	Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)	14,4	3,9
	Oscilación diaria de la temperatura (°C)	10,3	4,1
	Isotermalidad (°C) (cociente entre parámetros 2 y 7)	9,3	1,2
	Precipitación del periodo más lluvioso (mm)	2,8	19,2
	Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	4,6	15,7
<i>Senecio vulgaris</i>	Precipitación del cuatrimestre más frío (mm)	34,7	1,8
	Oscilación diaria de la temperatura (°C)	21,5	11
	Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre parámetros 5 y 6)	17,6	42,4
<i>Terminalia catappa</i>	Oscilación diaria de la temperatura (°C)	21,1	11,2
	Precipitación del cuatrimestre más frío (mm)	21,1	17,8
	Precipitación del cuatrimestre más cálido (mm)	20,9	3,4
	Precipitación anual (mm)	2,5	19,5
<i>Leucaena leucocephala</i>	Oscilación diaria de la temperatura (°C)	31,4	44,4
	Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre parámetros 5 y 6)	22,6	0,1
	Cuatrimestre más lluvioso (°C)	2,8	15,5
<i>Setaria palmifolia</i>	Oscilación diaria de la temperatura (°C)	41,8	22,8
		28,8	0,7
	Precipitación anual (mm)	8,5	37,1
<i>Coix lacryma-jobi</i>	Precipitación del periodo más lluvioso (mm)	13,6	14,5
	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)	11,9	10
	Temperatura máxima media del periodo más cálido (°C)	9,9	1,9
	Temperatura media del cuatrimestre más frío (°C)	9,1	2,5
	Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)	7,9	5,5
	Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	3,8	12,1
	Temperatura mínima media del periodo más frío (°C)	1,2	10,7
<i>Cenchrus echinatus</i>	Temperatura mínima media del periodo más frío (°C)	34,7	10,9
	Precipitación del cuatrimestre más frío (mm)	15,6	2,4

	Precipitación del periodo más lluvioso (mm)	6,9	18,9
	Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	3,1	15
	Oscilación diurna de la temperatura (°C)	1,9	13
<i>Spartium junceum</i>	Precipitación del cuatrimestre más cálido (mm)	40,3	12,1
	Temperatura media anual (°C)	15,5	16,1
	Precipitación anual (mm)	8,7	25,8

- *Arachis pintoi*

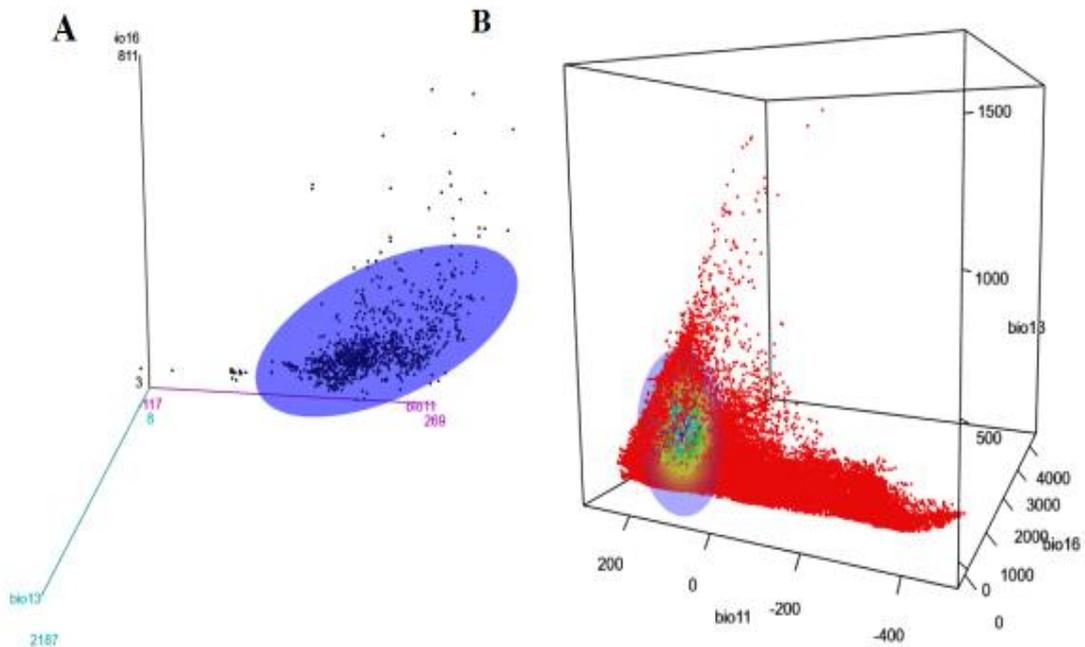
La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 57), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Arachis pintoi* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 57), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora



**Figura 57.** Condiciones favorables para *Arachis pintoi* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- *Asclepia Curassavica*

La paquetería NicheToolBoox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 58), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Asclepia Curassavica* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 58), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora

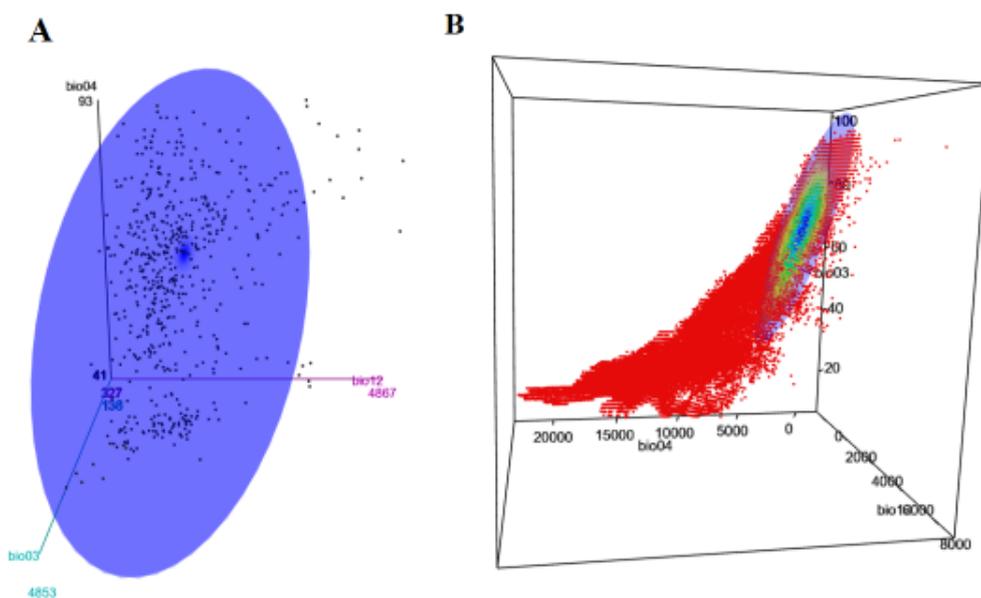


**Figura 58.** Condiciones favorables para *Asclepia Curassavica* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- *Melinis minutiflora*

La paquetería NicheToolBoox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 59), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se

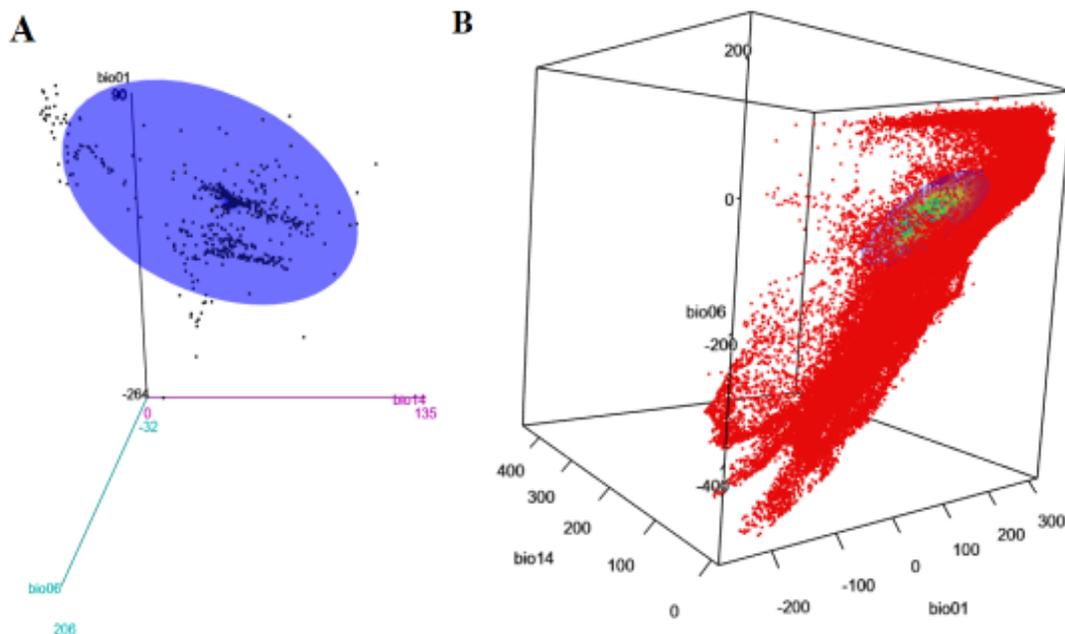
presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Melinis minutiflora* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 59), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora



**Figura 59.** Condiciones favorables para *Melinis minutiflora* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- ***Lolium multiflorum***

La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 60), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Lolium multiflorum* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 60), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora



**Figura 60.** Condiciones favorables para *Lolium multiflorum* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- *Lantana Camara*

La paquetería NicheToolBoox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 61), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Lantana 133ámara* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 61), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora.

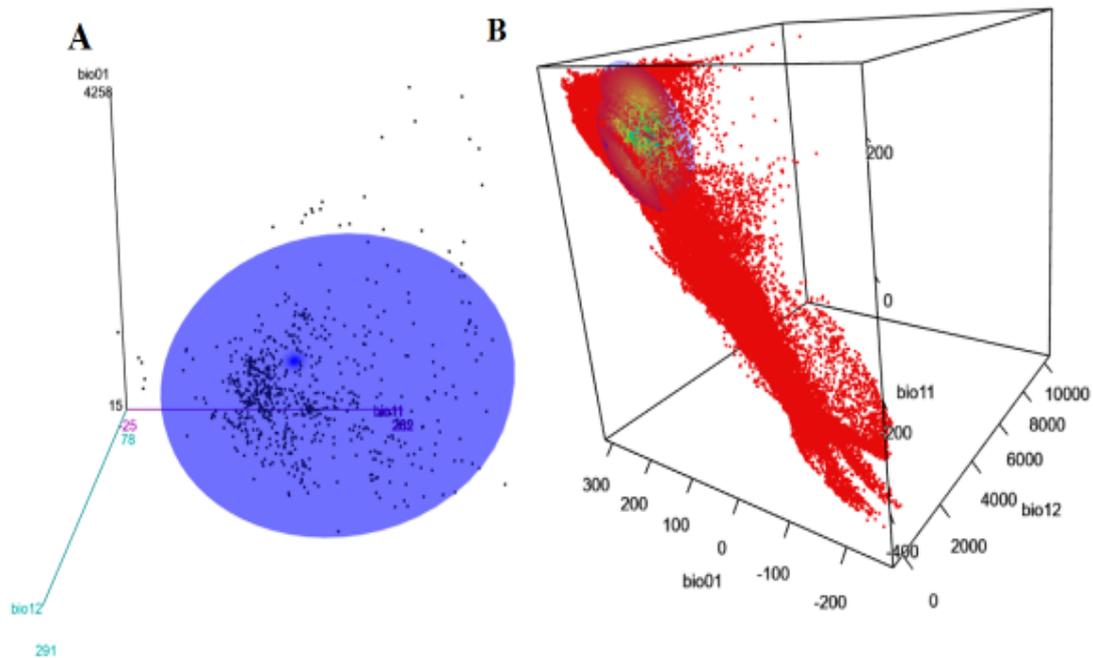
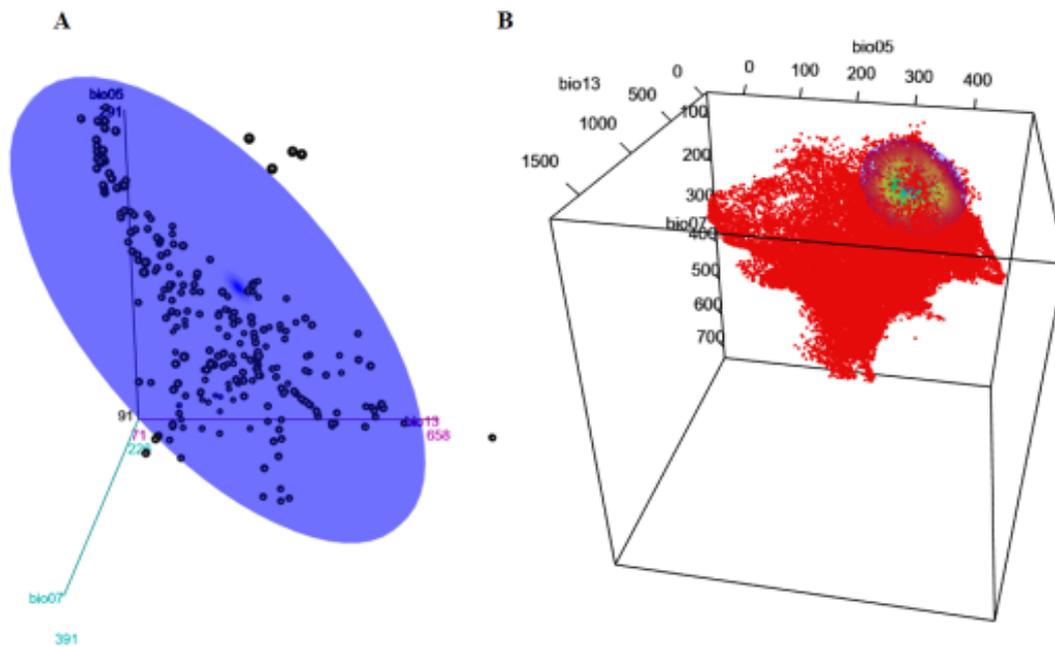


Figura 61. Condiciones favorables para *Lantana camara* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- *Hyparrhenia rufa*

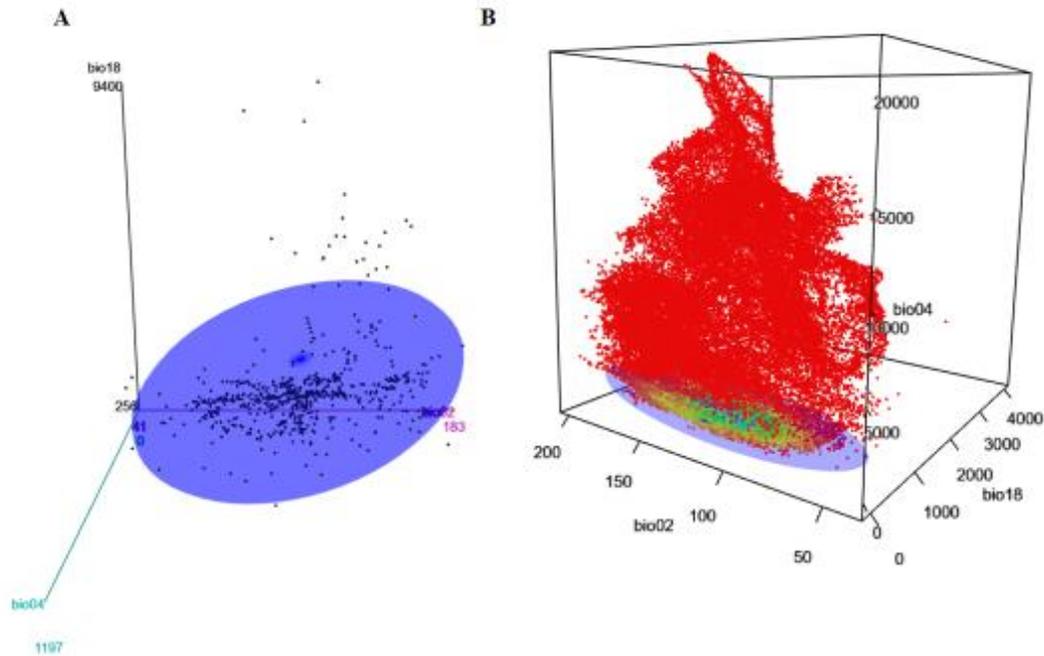
La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 62), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Hyparrhenia rufa* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 62), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora.



**Figura 62.** Condiciones favorables para *Hyparrhenia rufa* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- *Azadirachta indica*

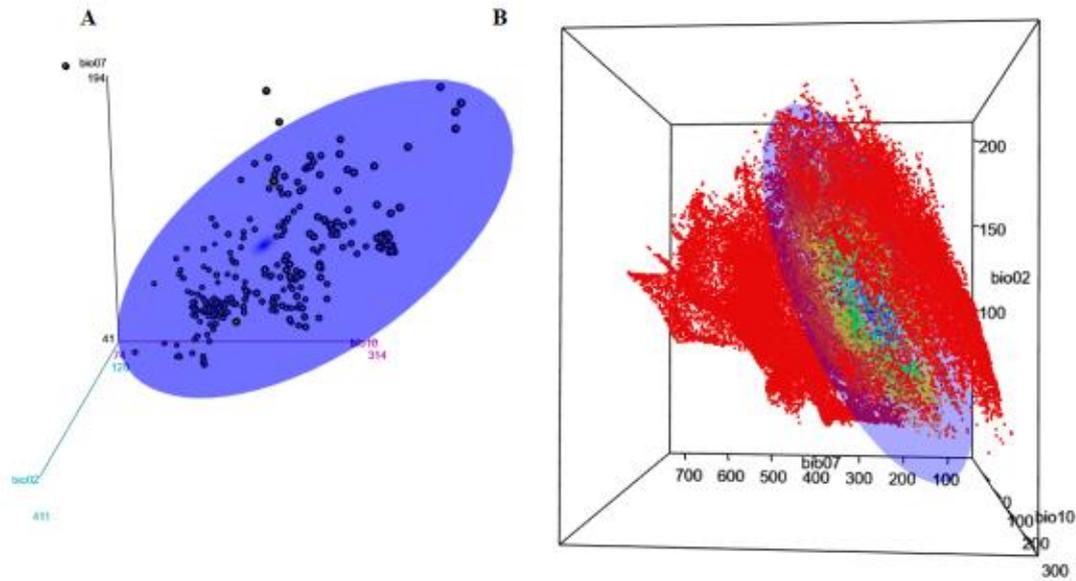
La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 63), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Azadirachta indica* A. representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 63), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora.



**Figura 63.** Condiciones favorables para *Azadirachta indica* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- *Senecio vulgaris*

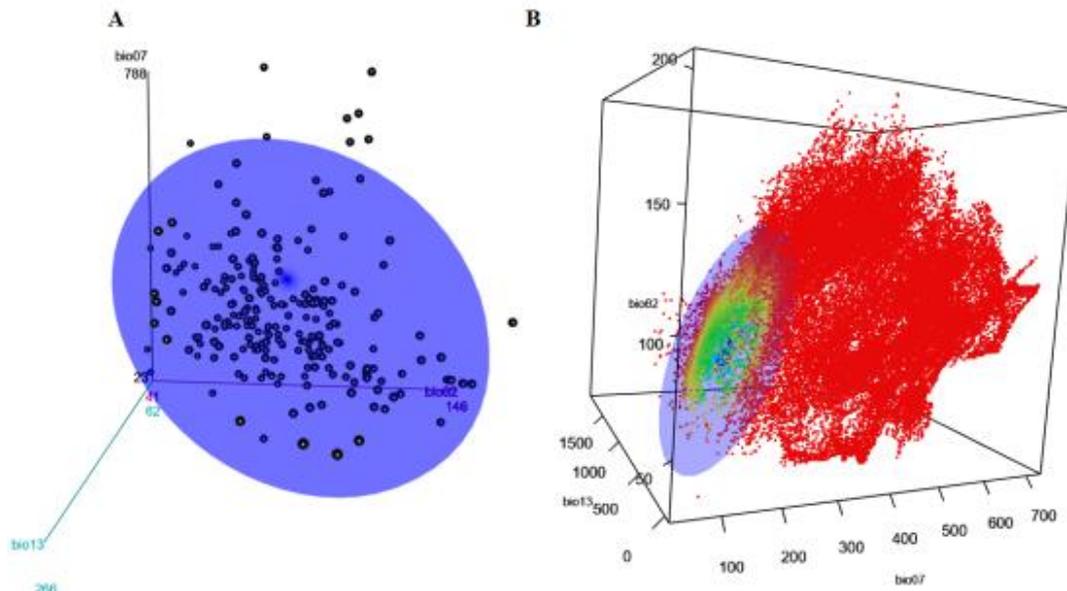
La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 64), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Senecio vulgaris* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 64), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora.



**Figura 64.** Condiciones favorables para *Senecio vulgaris* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- ***Terminalia catappa***

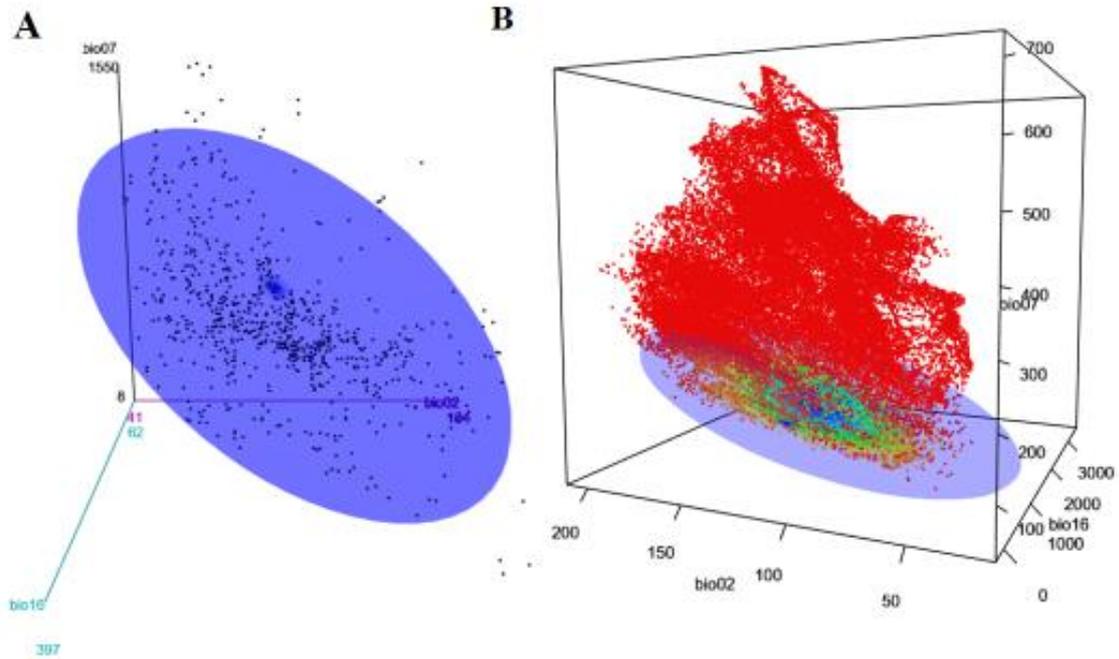
La paquetería NicheToolBoox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 65), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Terminalia catappa* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 65), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora.



**Figura 65.** Condiciones favorables para *Terminalia catappa* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- ***Leucaena leucocephala***

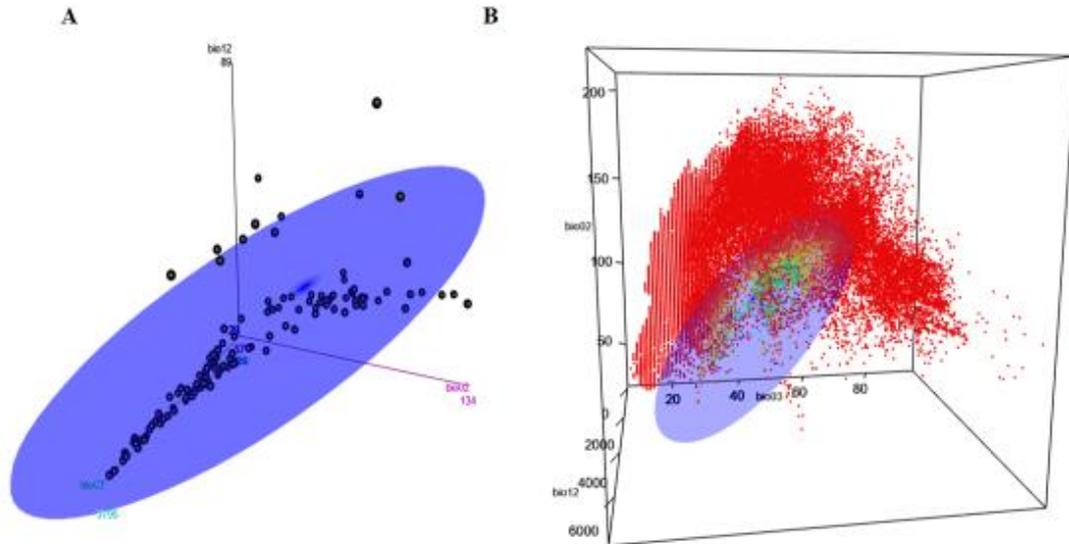
La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 66), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Leucaena leucocephala* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 66), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora.



**Figura 66.** Condiciones favorables para *Leucaena leucocephala* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- *Setaria palmifolia*

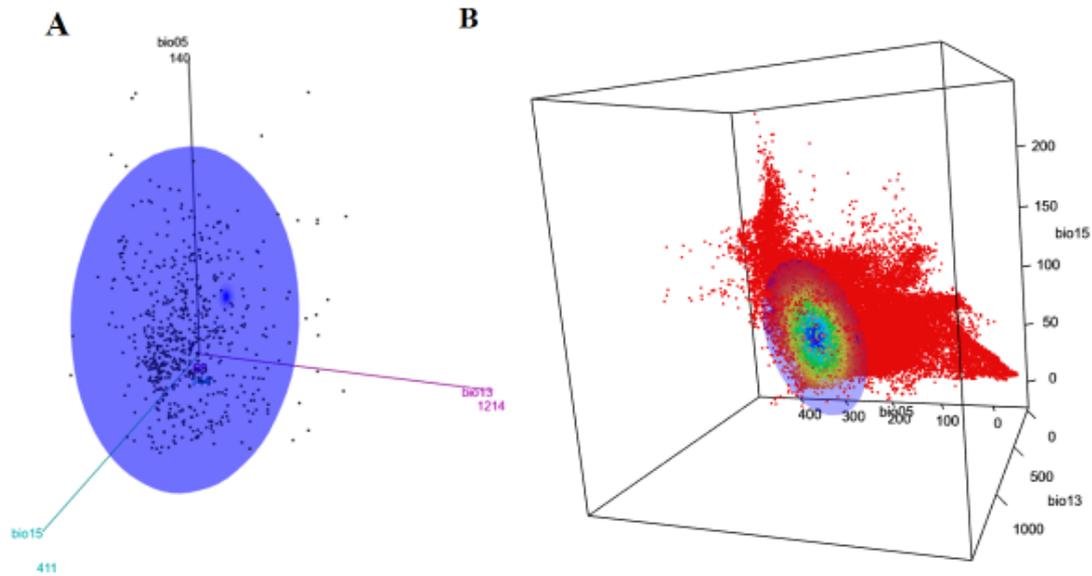
La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 67), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Setaria palmifolia* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 67), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora.



**Figura 67.** Condiciones favorables para *Setaria palmifolia* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- *Coix lacryma-jobi*

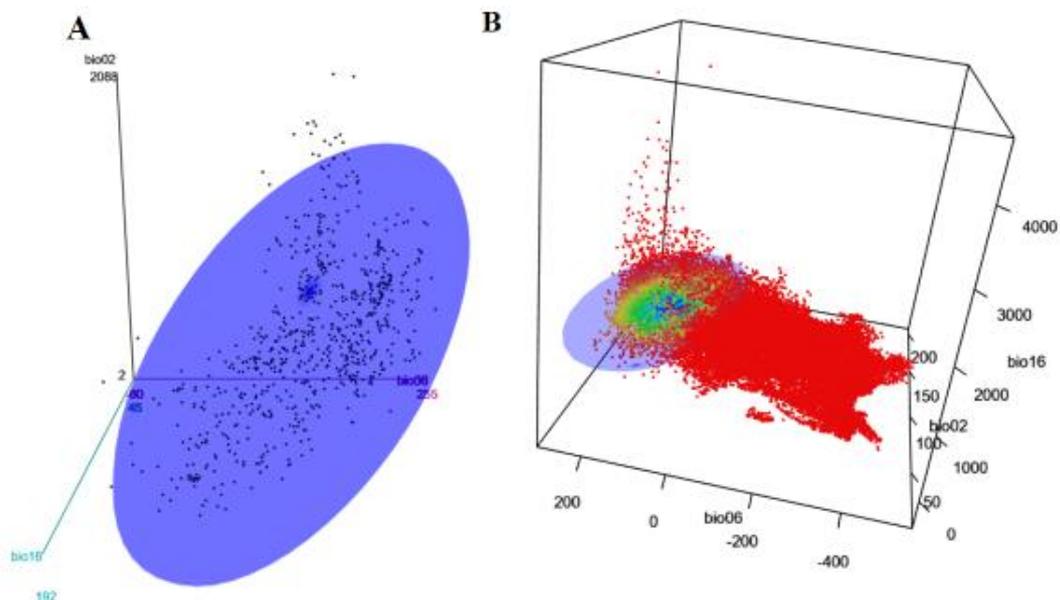
La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 68), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Coix lacryma-jobi* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 68), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora.



**Figura 68.** Condiciones favorables para *Coix lacryma-jobi* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a al modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- *Cenchrus echinatus*

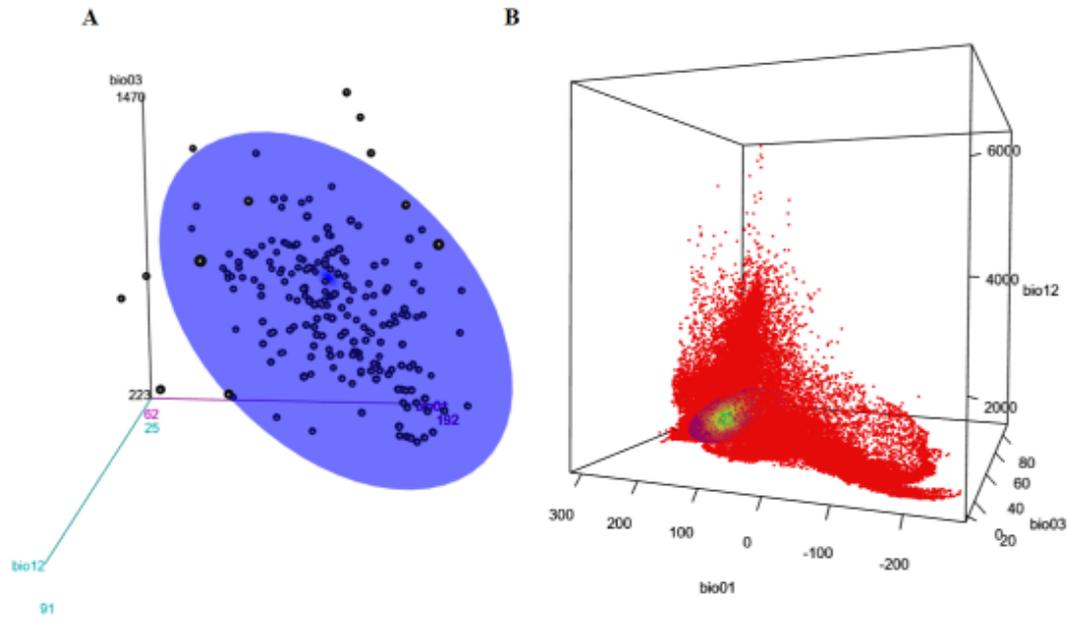
La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 69), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Cenchrus echinatus* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 69), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora.



**Figura 69.** Condiciones favorables para *Cenchrus echinatus* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- *Spartium junceum*

La paquetería NicheToolBox para proyectar cada especie al espacio ambiental como se muestra en la (Figura 70), los puntos de la elipse son considerados puntos de presencia dentro de tres variables condicionantes (las de mayor aporte al modelo), mientras más se acerca al centroide mayor probabilidad de condiciones para la especie. Además, se presenta un espacio tridimensional, que define el nicho realizado de la especie *Spartium junceum* representado por una elipse color azul en la parte inferior del cubo que se muestra en la (Figura 70), los puntos de color rojo se consideran el nicho fundamental donde la especie tiene probabilidades de subsistir. Solo en una pequeña fracción de la variación ambiental de las variables identificadas (Tabla 20), podría encontrar condiciones favorables esta especie exótica invasora.



**Figura 70.** Condiciones favorables para *Spartium junceum* en el espacio ambiental según las variables climáticas de mayor aporte a su modelo de nicho climático. A: nicho conocido, se resalta el centroide; B: modelo de nicho (elipse azul) dentro de la variación ambiental de las variables de mayor aporte al modelo (puntos rojos)

- **Clasificación climática de Köppen**

Mediante el mapa de clasificación climática de Köppen se pudo visualizar el tipo de área climática en la que se distribuyen las especies endémicas como se muestra en la (Tabla 21) la clasificación permite determinar el tipo de clima mediante letras, las cuales indican el comportamiento de la temperatura y precipitación de las especies en estudios (75) (Anexo 2)

**Tabla 21.** Clasificación climática de Köppen para especies endémicas

<b>Especie endémica</b>	<b>Clasificación climática de Köppen</b>
<i>Passiflora roseorum</i>	<b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>Af</b> – Ecuatorial o tropical húmedo, <b>ET</b> – Clima de tundra, <b>Cfc</b> – Subpolar oceánico, <b>Cwb</b> – Templado con invierno seco (verano suave)
<i>Gentianella jamesonii</i>	<b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>ET</b> – Clima de tundra, <b>Cfc</b> – Subpolar oceánico, <b>Csb</b> – Oceánico mediterráneo (verano suave)
<i>Eudema nubigena</i>	<b>BSh</b> – Semiárido cálido, <b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>Cwb</b> – Templado con invierno seco (verano suave), <b>Aw</b> – Con invierno seco, <b>ET</b> – Clima de tundra
<i>Ceiba trichistandra</i>	<b>ET</b> – Clima de tundra, <b>BSh</b> – Semiárido cálido, <b>Af</b> – Ecuatorial o tropical húmedo, <b>Aw</b> – Con invierno seco, <b>Am</b> – Tropical monzónico, <b>Cwb</b> – Templado con invierno seco (verano suave), <b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave)
<i>Ecuadendron acostasolisianum</i>	<b>BSh</b> – Semiárido cálido, <b>Af</b> – Ecuatorial o tropical húmedo, <b>Aw</b> – Con invierno seco, <b>Am</b> – Tropical monzónico, <b>Cwb</b> – Templado con invierno seco (verano suave),
<i>Gastrotheca riobambae</i>	<b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>ET</b> – Clima de tundra, <b>Cfa</b> – Subtropical sin estación seca (verano cálido), <b>Csb</b> – Oceánico mediterráneo (verano suave)
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	<b>BSh</b> – Semiárido cálido, <b>Af</b> – Ecuatorial o tropical húmedo, <b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>Cfa</b> – Subtropical sin estación seca (verano cálido)
<i>Gastrotheca pseustes</i>	<b>Cfc</b> – Subpolar oceánico, <b>BSh</b> – Semiárido cálido, <b>Cfa</b> – Subtropical sin estación seca (verano cálido), <b>Csa</b> – Mediterráneo (verano cálido), <b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>ET</b> – Clima de tundra, <b>Aw</b> – Con invierno seco
<i>Trigona branneri</i>	<b>Aw</b> – Con invierno seco, <b>Am</b> – Tropical monzónico, <b>Af</b> – Ecuatorial o tropical húmedo, <b>BSh</b> – Semiárido cálido, <b>Cfc</b> – Subpolar oceánico, <b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave)

De la misma manera se realizó la clasificación climática en la que se distribuyen las especies exóticas invasoras como se muestra en la (Tabla 22) la clasificación permite determinar el tipo de clima mediante letras, las cuales indican el comportamiento de la temperatura y precipitación de las especies en estudio (75) (Anexo 2).

**Tabla 22.** Clasificación climática de Köppen para las especies exóticas invasoras

Especies exóticas invasoras	Clasificación climática de Köppen
<i>Arachis-pintoi</i>	<b>Af</b> – Ecuatorial o tropical húmedo, <b>Am</b> – Tropical monzónico, <b>Aw</b> – Con invierno seco,
<i>Asclepias curassavica</i>	<b>Aw</b> – Con invierno seco, <b>Am</b> – Tropical monzónico, <b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>Csb</b> – Oceánico mediterráneo (verano suave), <b>ET</b> – Clima de tundra }
<i>Melinis minutiflora</i>	<b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>Cwb</b> – Templado con invierno seco (verano suave), <b>Aw</b> – Con invierno seco, <b>As</b> – Con verano seco, <b>Csb</b> – Oceánico mediterráneo (verano suave)
<i>Lolium multiflorum</i>	<b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>Cfc</b> – Subpolar oceánico, <b>ET</b> – Clima de tundra, <b>Csb</b> – Oceánico mediterráneo (verano suave)
<i>Lantana camara</i>	<b>Cfc</b> – Subpolar oceánico, <b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>Csb</b> – Oceánico mediterráneo (verano suave), <b>Af</b> – Ecuatorial o tropical húmedo
<i>Hyparrhenia rufa</i>	<b>Aw</b> – Con invierno seco, <b>Cwa</b> – Subtropical con invierno seco (verano cálido), <b>Cwb</b> – Templado con invierno seco (verano suave), <b>Af</b> – Ecuatorial o tropical húmedo, <b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>Cfa</b> – Subtropical sin estación seca (verano cálido),
<i>Azadirachta indica</i>	<b>Aw</b> – Con invierno seco, <b>BSh</b> – Semiárido cálido, <b>Cwa</b> – Subtropical con invierno seco (verano cálido), <b>As</b> – Con verano seco, <b>Cwb</b> – Templado con invierno seco (verano suave), <b>Csa</b> – Mediterráneo (verano cálido), <b>BWh</b> – Árido cálido, <b>Af</b> – Ecuatorial o tropical húmedo, <b>Am</b> – Tropical monzónico
<i>Senecio vulgaris</i>	<b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>Cfa</b> – Subtropical sin estación seca (verano cálido), <b>ET</b> – Clima de tundra, <b>Csa</b> – Mediterráneo (verano cálido), <b>BWh</b> – Árido cálido, <b>Csb</b> – Oceánico mediterráneo (verano suave),
<i>Terminalia catappa</i>	<b>Aw</b> – Con invierno seco, <b>BWh</b> – Árido cálido, <b>As</b> – Con verano seco, <b>Csc</b> – Subpolar oceánico con verano seco, <b>Cwa</b> – Subtropical con invierno seco (verano cálido), <b>Am</b> – Tropical monzónico, <b>Af</b> – Ecuatorial o tropical húmedo
<i>Leucaena leucocephala</i>	<b>Aw</b> – Con invierno seco, <b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>Cwa</b> – Subtropical con invierno seco (verano cálido), <b>Cwb</b> – Templado con invierno seco (verano suave), <b>BSh</b> – Semiárido cálido
<i>Setaria palmifolia</i>	<b>Cfa</b> – Subtropical sin estación seca (verano cálido), <b>Csc</b> – Subpolar oceánico con verano seco, <b>Aw</b> – Con invierno seco, <b>Cwa</b> – Subtropical con invierno seco (verano cálido), <b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave)
<i>Coix lacryma-jobi</i>	<b>Af</b> – Ecuatorial o tropical húmedo, <b>Am</b> – Tropical monzónico, <b>Aw</b> – Con invierno seco,
<i>Cenchrus echinatus</i>	<b>As</b> – Con verano seco, <b>BSh</b> – Semiárido cálido, <b>Aw</b> – Con invierno seco, <b>Cwb</b> – Templado con invierno seco (verano suave), <b>BWh</b> – Árido cálido, <b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>Cfa</b> – Subtropical sin estación seca (verano cálido)
<i>Spartium junceum</i>	<b>Csa</b> – Mediterráneo (verano cálido), <b>Cfb</b> – Oceánico (verano suave), <b>Cfa</b> – Subtropical sin estación seca (verano cálido), <b>BSk</b> – Semiárido frío,

**4.7. Calcular las áreas de superposición entre las distribuciones geográficas potenciales de las especies endémicas y las invasoras en el presente y ante escenarios de cambio climático**

- *Passiflora roseorum*

Al superponer los mapas de distribución de *P. roseorum* en el presente y bajo escenarios de cambio climático, se evidenció correlaciones existentes entre las especies endémicas y las exóticas invasoras debido a las condiciones climáticas. Siendo así que existe una probabilidad aproximada del 90.1 %, de encontrar condiciones favorables de entre seis a once EEI en los cinco escenarios de cambio climático (Tabla 23).

**Tabla 23.** Superposición entre las distribuciones geográficas de *Passiflora roseorum* frente a las especies exóticas invasoras.

<i>Passiflora roseorum</i>															
Número de los modelos coincidentes	Presente			2050						2070					
				RCP (4,5)			RCP (8,5)			RCP (4,5)			RCP (8,5)		
	Extensión en km2	Ocupación	%												
2	2	0	0.0												
3	92	84	0.1	32	32	0.0				2	2	0.0	13	0	0.0
4	1578	1429	2.0	1610	1441	2.2	1368	1229	1.9	1948	1933	2.9	642	351	0.7
5	5119	3942	5.5	3062	1739	2.6	13134	1508	2.3	4525	1723	2.6	3643	1481	2.8
6	18933	10213	14.1	55989	3010	4.5	36864	2126	3.3	45387	2988	4.4	7728	1683	3.1
7	45477	8869	12.3	75691	7650	11.5	87813	6511	10.0	42720	6928	10.3	30432	2731	5.1
8	68118	12296	17.0	50471	9931	14.9	52155	11625	17.8	94381	10520	15.6	116984	9073	16.9
9	44135	12182	16.9	45526	18993	28.6	44446	19848	30.4	54092	20535	30.4	76316	11558	21.6
10	51649	11596	16.0	26377	13334	20.0	25288	12409	19.0	28232	13032	19.3	27092	13452	25.1
11	44560	8847	12.2	20242	7589	11.4	16817	5835	8.9	20695	7480	11.1	25438	10649	19.9
12	14416	2802	3.9	7028	2795	4.2	8103	4205	6.4	5531	2331	3.5	8611	2597	4.8
13	3600	604	0.8	400	3	0.0	440	12	0.0	166		0.0	780	3	0.0

*Passiflora roseorum* estuvo correlacionada positivamente con cuatro EEI, entre ellas *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Spartium junceum* L. y *Cenchrus echinatus* en el presente (Tabla 24). En el escenario 2050 RCP (4.5) presentó siete relaciones significativas positivas con las EEI: *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Spartium junceum* L., *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Spartium junceum* L. y *Setaria palmifolia*. Para el 2070 RCP (4.5), la especie presentó correlaciones positivas con *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara* y *Asclepias curassavica*. Para los escenarios 2050 y 2070 RCP (8.5) presentó las mismas relaciones significativas con cinco especies invasoras: *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica* y *Spartium junceum* L. Es decir, los sitios con condiciones climáticas favorables para la distribución de esta especie endémica coinciden con los sitios favorables climáticamente para la invasión de todas las EEI mencionadas.

**Tabla 24.** Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de *Passiflora roseorum* y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Spearman)

EEI	Presente		2050				2070			
			RCP (4.5)		RCP (8.5)		RCP (4.5)		RCP (8.5)	
	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p
<i>Melinis minutiflora</i>	0.40	<0.001	0.73	<0.001	0.67	<0.001	0.29	<0.001	0.17	<0.001
<i>Lolium multiflorum</i>	0.60	<0.001	0.88	<0.001	0.91	<0.001	0.74	<0.001	0.67	<0.001
<i>Lantana camara</i>	-0.10	0.03	0.79	<0.001	0.78	<0.001	0.54	<0.001	0.48	<0.001
<i>Asclepias curassavica</i>	0.03	0.50	0.85	<0.001	0.88	<0.001	0.64	<0.001	0.75	<0.001
<i>Arachis-pintoi.</i>	-0.34	<0.001	0.06	0.21	0.08	0.06	0.08	0.11	0.26	<0.001
<i>Terminalia catappa L</i>	-0.35	<0.001	-0.63	<0.001	-0.70	<0.001	-0.09	0.06	-0.57	<0.001
<i>Spartium junceum</i>	0.14	<0.001	0.58	<0.001	0.52	<0.001	0.06	0.19	0.38	<0.001
<i>Setaria palmifolia</i>	-0.17	<0.001	0.09	0.04	-0.25	<0.001	0.06	0.19	-0.15	<0.001
<i>Senecio vulgaris</i>	-0.18	<0.001	-0.68	<0.001	-0.62	<0.001	-0.05	0.30	-0.58	<0.001
<i>Leucaena leucocephala</i>	-0.18	<0.001	-0.26	<0.001	-0.51	<0.001	-0.10	0.04	-0.43	<0.001
<i>Hyparrhenia rufa</i>	-0.17	<0.001	-0.80	<0.001	-0.84	<0.001	-0.10	0.04	-0.76	<0.001
<i>Coix lacryma-jobi</i>	-0.55	<0.001	-0.16	<0.001	-0.19	<0.001	0.07	0.13	-0.12	<0.001
<i>Cenchrus echinatus</i>	0.17	<0.001	-0.77	<0.001	-0.80	<0.001	-0.06	0.18	-0.51	<0.001
<i>Azadirachta indica A.</i>	-0.41	<0.001	0.37	<0.001	0.06	0.16	0.03	0.57	-0.07	0.11

Para el modelo de *P. roseorum* se identificó que el peor escenario sería el 2050 RCP (4.5), ya que los sitios con mayor probabilidad de condiciones ambientales para la especie, presentan condiciones favorables para la invasión de siete especies exóticas afectando significativamente su distribución en el espacio geográfico (Tabla 24).

- *Gentianella jamesonii*

Al superponer los mapas de distribución de *G. jamesonii* en el presente y bajo escenarios de cambio climático, se evidenció correlaciones existentes entre las especies endémicas y las exóticas invasoras debido a las condiciones climáticas. Siendo así que existe el 84.3 % de probabilidad de encontrar entre siete a once EEI en los cinco escenarios de cambio climático (Tabla 25).

**Tabla 25.** Superposición entre las distribuciones geográficas de *Gentianella jamesonii* frente a las especies exóticas invasoras.

<i>Gentianella jamesonii</i>															
Número de los modelos coincidentes	Presente			2050						2070					
	km2	Ocupación	%	RCP (4,5)			RCP (8,5)			RCP (4,5)			RCP (8,5)		
				km2	Ocupación	%									
2	2	0	0												
3	92	84	0.13394	32	32	0.1				2	2	0.0	13	0	0
4	1578	1372	2.18764	1610	1415	2.2	1368	1217	1.9	1948	1933	2.9	642	349	0.567
5	5119	3830	6.10689	3062	1707	2.7	13134	1544	2.4	4525	1724	2.6	3643	1388	2.257
6	18933	10020	15.9768	55989	2807	4.4	36864	2145	3.4	45387	3348	5.1	7728	1543	2.509
7	45477	7765	12.3812	75691	6855	10.8	87813	6612	10.4	42720	6910	10.5	30432	4053	6.589
8	68118	10264	16.3658	50471	7488	11.8	52155	9655	15.2	94381	8655	13.2	116984	8571	13.93
9	44135	8562	13.652	45526	17505	27.6	44446	17081	26.9	54092	18816	28.7	76316	10762	17.5
10	51649	9108	14.5226	26377	13168	20.7	25288	12356	19.5	28232	12912	19.7	27092	14128	22.97
11	44560	7830	12.4849	20242	8620	13.6	16817	6964	11.0	20695	8360	12.7	25438	14366	23.36
12	14416	3155	5.03061	7028	3806	6.0	8103	5590	8.8	5531	2894	4.4	8611	5880	9.56
13	3600	726	1.1576	400	62	0.1	440	291	0.5	166	42	0.1	780	467	0.759

*Gentianella jamesonii* estuvo correlacionada positivamente con ocho EEI: *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica* y *Spartium junceum* L., *Leucaena leucocephala*, *Hyparrhenia rufa* y *Azadirachta indica* A. en el presente (Tabla 26). En el escenario 2050 RCP (4.5) presento siete relaciones positivas con *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Spartium junceum* L., *Setaria palmifolia*, *Azadirachta indica* A. Para el 2050 RCP (8.5) se presentaron seis relaciones significativas positivas con *Melinis minutiflora* *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Spartium junceum*, *Azadirachta indica* A. Para el 2070 RCP (4.5) se evidenciaron tres relaciones significativas positivas con *Lolium multiflorum*, *Spartium junceum*, *Azadirachta indica* A. Para el 2070 RCP (8.5) se presentó cinco relaciones significativas positivas con *Melinis minutiflora* *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica* y *Spartium junceum* L., *Arachis-pintoi*. Es decir, los sitios con condiciones climáticas favorables para la distribución de esta especie endémica coinciden con los sitios favorables climáticamente para la invasión de todas las EEI mencionadas.

**Tabla 26.** Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de *Gentianella jamesonii* y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación Spearman)

EEI	Presente		2050				2070			
			RCP (4.5)		RCP (8.5)		RCP (4.5)		RCP (8.5)	
	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p
<i>Melinis minutiflora</i>	0.58	<0.001	0.77	0.00	0.77	0.00	0.01	0.84	0.42	0.00
<i>Lolium multiflorum</i>	0.52	<0.001	0.65	0.00	0.67	0.00	0.10	0.03	0.53	0.00
<i>Lantana camara</i>	0.28	<0.001	0.62	0.00	0.57	0.00	0.08	0.10	0.35	0.00
<i>Asclepias curassavica</i>	0.37	<0.001	0.64	0.00	0.63	0.00	0.03	0.48	0.57	0.00
<i>Arachis-pintoi</i>	-0.43	<0.001	-0.27	0.00	-0.29	0.00	0.06	0.17	0.11	0.01
<i>Terminalia catappa</i> L.	-0.04	0.40	-0.46	0.00	-0.56	0.00	-0.49	0.00	-0.40	0.00
<i>Spartium junceum</i>	0.51	<0.001	0.74	0.00	0.70	0.00	0.69	0.00	0.37	0.00
<i>Setaria palmifolia</i>	0.01	0.85	0.21	0.00	-0.26	0.00	0.06	0.19	0.01	0.77
<i>Senecio vulgaris</i>	-0.30	<0.001	-0.55	0.00	-0.46	0.00	-0.49	0.00	-0.35	0.00
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.30	<0.001	-0.04	0.40	-0.34	0.00	-0.21	0.00	-0.34	0.00
<i>Hyparrhenia rufa</i>	0.16	<0.001	-0.49	0.00	-0.54	0.00	-0.51	0.00	-0.43	0.00
<i>Coix lacryma-jobi</i>	-0.47	<0.001	-0.39	0.00	-0.40	0.00	-0.35	0.00	-0.05	0.25
<i>Cenchrus echinatus</i>	0.02	0.71	-0.49	0.00	-0.49	0.00	-0.48	0.00	-0.15	0.00
<i>Azadirachta indica</i> A.	0.15	<0.001	0.45	0.00	0.15	0.00	0.23	0.00	-0.16	0.00

Para el modelo de *G. jamesonii* se identificó que el peor escenario sería el presente, ya que los sitios con mayor probabilidad de condiciones ambientales para la especie, presentan condiciones favorables para la invasión de siete especies exóticas afectando significativamente su distribución en el espacio geográfico (Tabla 26).

- ***Eudema nubigena***

Al superponer los mapas de distribución de *E. nubigena* en el presente y bajo escenarios de cambio climático, se evidenció correlaciones existentes entre las especies endémicas y las exóticas invasoras debido a las condiciones climáticas. Siendo así que existe el 87.1 %, de probabilidad de encontrar entre seis y once EEI en los cinco escenarios de cambio climático (Tabla 27).

**Tabla 27.** Superposición entre las distribuciones geográficas de *Eudema nubigena* frente a las especies exóticas invasoras.

<i>Eudema nubigena</i>															
Número de los modelos coincidentes	Presente			2050						2070					
	Extensión en km <sup>2</sup>	Ocupación	%	RCP (4,5)			RCP (8,5)			RCP (4,5)			RCP (8,5)		
				Extensión en km <sup>2</sup>	Ocupación	%	Extensión en km <sup>2</sup>	Ocupación	%	Extensión en km <sup>2</sup>	Ocupación	%	Extensión en km <sup>2</sup>	Ocupación	%
2	2	2	0.0												
3	92	8	0.0	32	0	0.0				2	0	0	13	13	0.0
4	1578	69	0.1	1610	1020	0.5	1368	1271	0.56	1948	71	0.031	642	297	0.1
5	5119	532	0.4	3062	1887	0.9	13134	12629	5.54	4525	2815	1.22	3643	2218	1.0
6	18933	2954	2.3	55989	36704	18.1	36864	35819	15.72	45387	43255	18.75	7728	6131	2.6
7	45477	6025	4.7	75691	41680	20.6	87813	54503	23.91	42720	33849	14.67	30432	24633	10.6
8	68118	15462	12.2	50471	42315	20.9	52155	45064	19.77	94381	78317	33.94	116984	98861	42.5
9	44135	31316	24.6	45526	35325	17.4	44446	36856	16.17	54092	36204	15.69	76316	62518	26.9
10	51649	30600	24.1	26377	21448	10.6	25288	21245	9.32	28232	19232	8.335	27092	15847	6.8
11	44560	31826	25.0	20242	16701	8.2	16817	13655	5.99	20695	13967	6.053	25438	15844	6.8
12	14416	7600	6.0	7028	5410	2.7	8103	6517	2.86	5531	2953	1.28	8611	5525	2.4
13	3600	811	0.6	400	198	0.1	440	353	0.15	166	75	0.033	780	578	0.2

*Eudema nubigena* se encuentra correlacionada positivamente con seis EEI, entre ellas *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Arachis-pintoi*, *Coix lacryma-jobi* en el presente (Tabla 28). En el escenario 2050 RCP (4.5) presento nueve relaciones significativas positivas con las EEI: *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Arachis-pintoi*, *Coix lacryma-jobi*, *Spartium junceum L.*, *Setaria palmifolia*, *Azadirachta indica A.* Para el 2050 RCP (8.5) presento correlaciones positivas con *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Arachis-pintoi*, *Coix lacryma-jobi*, *Azadirachta indica A.* En el 2070 RCP (4.5) presento correlaciones positivas con *Arachis-pintoi*. En el RCP (8.5) del mismo año presenta correlaciones positivas con *Melinis minutiflora*, *Arachis-pintoi*, *Coix lacryma-jobi*. Es decir, los sitios con condiciones climáticas favorables para la distribución de esta especie endémica coinciden con los sitios favorables climáticamente para la invasión de todas las EEI mencionadas.

**Tabla 28.** Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de *Eudema nubigena* y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Spearman)

EEI	Presente		2050				2070			
			RCP (4.5)		RCP (8.5)		RCP (4.5)		RCP (8.5)	
	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p
<i>Melinis minutiflora</i>	0.40	<0.001	0.36	0.00	0.31	0.00	0.08	0.11	0.09	0.05
<i>Lolium multiflorum</i>	0.16	<0.001	0.38	0.00	0.46	0.00	0.04	0.45	0.04	0.41
<i>Lantana camara</i>	0.32	<0.001	0.59	0.00	0.61	0.00	-0.08	0.10	-0.18	0.00
<i>Asclepias curassavica</i>	0.26	<0.001	0.61	0.00	0.62	0.00	-0.06	0.19	0.00	0.99
<i>Arachis-pintoi.</i>	0.41	<0.001	0.50	0.00	0.47	0.00	0.49	0.00	0.48	0.00
<i>Terminalia catappa L</i>	-0.14	<0.001	-0.38	0.00	-0.41	0.00	0.00	0.98	-0.19	0.00
<i>Spartium junceum</i>	-0.08	0.06	0.17	0.00	0.07	0.13	0.06	0.23	-0.21	0.00
<i>Setaria palmifolia</i>	0.02	0.61	0.17	0.00	-0.01	0.75	-0.09	0.05	-0.17	0.00
<i>Senecio vulgaris</i>	-0.45	<0.001	-0.61	0.00	-0.64	0.00	0.01	0.91	-0.22	0.00
<i>Leucaena leucocephala</i>	-0.14	<0.001	-0.22	0.00	-0.41	0.00	-0.08	0.11	-0.58	0.00
<i>Hyparrhenia rufa</i>	-0.10	0.02	-0.52	0.00	-0.51	0.00	-0.01	0.87	-0.15	0.00
<i>Coix lacryma-jobi</i>	0.39	<0.001	0.41	0.00	0.28	0.00	0.01	0.90	0.36	0.00
<i>Cenchrus echinatus</i>	-0.18	<0.001	-0.51	0.00	-0.58	0.00	0.05	0.28	-0.24	0.00
<i>Azadirachta indica A.</i>	0.07	0.11	0.46	0.00	0.26	0.00	0.00	0.97	-0.03	0.48

Para el modelo de *E. nubigena* se identificó que el peor escenario sería el 2050 RCP (4.5), ya que los sitios con mayor probabilidad de condiciones ambientales para la especie, presentan condiciones favorables para la invasión de siete especies exóticas afectando significativamente su distribución en el espacio geográfico (Tabla 28).

- *Ceiba trichistandra*

Al superponer los mapas de distribución de *C. trichistandra* en el presente y bajo escenarios de cambio climático, se evidenció correlaciones existentes entre las especies endémicas y las exóticas invasoras debido a las condiciones climáticas. Siendo así que existe el 71.1 %, de probabilidad de encontrar entre siete y once EEI en los cinco escenarios de cambio climático (Tabla 29).

**Tabla 29.** Superposición entre las distribuciones geográficas de *Ceiba. Trichistandra* frente a las especies exóticas invasoras

<i>Ceiba trichistandra</i>															
Número de los modelos coincidentes	Presente			2050						2070					
				RCP (4,5)			RCP (8,5)			RCP (4,5)			RCP (8,5)		
	Extensión en km2	Ocupación	%												
2	2	0	0.0												
3	92	58	0.1	32	0	0.0				2	2	0.0	13	13	0.0
4	1578	163	0.1	1610	1368	0.9	1368	1368	0.9	1948	1948	1.4	642	641	0.4
5	5119	1035	0.9	3062	3852	2.4	13134	3852	2.4	4525	2536	1.8	3643	3632	2.5
6	18933	4356	3.9	55989	6131	3.9	36864	6131	3.9	45387	5412	3.9	7728	4677	3.2
7	45477	5783	5.2	75691	29506	18.6	87813	29506	18.6	42720	18331	13.1	30432	14938	10.1
8	68118	14180	12.7	50471	38973	24.5	52155	38973	24.5	94381	41571	29.8	116984	41190	27.9
9	44135	31237	27.9	45526	38038	23.9	44446	38038	23.9	54092	35393	25.4	76316	39516	26.7
10	51649	24792	22.2	26377	20728	13.0	25288	20728	13.0	28232	18986	13.6	27092	20019	13.5
11	44560	21902	19.6	20242	13773	8.7	16817	13773	8.7	20695	12701	9.1	25438	17120	11.6
12	14416	7034	6.3	7028	6379	4.0	8103	6379	4.0	5531	2651	1.9	8611	5494	3.7
13	3600	1385	1.2	400	223	0.1	440	223	0.1	166	46	0.0	780	527	0.4

*Ceiba trichistandra* presentó correlaciones positivas con ocho EEI, entre ellas *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Arachis-pintoi*, *Coix lacryma-jobi*, *Azadirachta indica* A., *Spartium junceum* en el presente (Tabla 30). Para el 2050 RCP (4.5) presentó relaciones positivas con nueve EEI, entre ellas *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Arachis-pintoi*, *Coix lacryma-jobi*, *Azadirachta indica* A., *Spartium junceum*, *Setaria palmifolia*. En el 2050 RCP (8.5) presentó relaciones positivas con *Arachis-pintoi*, *Terminalia catappa* L., *Setaria palmifolia*, *Senecio vulgaris* L., *Leucaena leucocephala*, *Hyparrhenia rufa*, *Coix lacryma-jobi*, *Cenchrus echinatus*, *Azadirachta indica* A. Para el 2070 RCP (4.5) presentó relación positiva con *Hyparrhenia rufa*. Para el 2070 RCP (8.5) presentó seis correlaciones positivas con *Arachis-pintoi*, *Terminalia catappa* L., *Setaria palmifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Hyparrhenia rufa*, *Azadirachta indica* A. Es decir, los sitios con condiciones climáticas favorables para la distribución de esta especie endémica coinciden con los sitios favorables climáticamente para la invasión de todas las EEI mencionadas.

**Tabla 30.** Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de *Ceiba trichistandra* y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Spearman)

EEI	Presente		2050				2070			
			RCP (4.5)		RCP (8.5)		RCP (4.5)		RCP (8.5)	
	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p
<i>Melinis minutiflora</i>	0.38	<0.001	0.44	0.00	-0.66	0.00	-0.33	0.00	-0.03	0.45
<i>Lolium multiflorum</i>	0.28	<0.001	0.59	0.00	-0.68	0.00	-0.67	0.00	-0.70	0.00
<i>Lantana camara</i>	0.57	<0.001	0.75	0.00	-0.43	0.00	-0.10	0.03	-0.11	0.01
<i>Asclepias curassavica</i>	0.41	<0.001	0.71	0.00	-0.50	0.00	-0.27	0.00	-0.39	0.00
<i>Arachis-pintoi</i>	0.09	0.04	0.27	0.00	0.39	0.00	0.32	0.00	0.15	0.00
<i>Terminalia catappa</i> L	-0.12	0.01	-0.44	0.00	0.61	0.00	0.05	0.33	0.70	0.00
<i>Spartium junceum</i>	0.41	<0.001	0.46	0.00	-0.78	0.00	-0.10	0.04	-0.76	0.00
<i>Setaria palmifolia</i>	-0.16	<0.001	0.17	0.00	0.47	0.00	-0.01	0.77	0.59	0.00
<i>Senecio vulgaris</i>	-0.61	<0.001	-0.82	0.00	0.09	0.04	-0.01	0.91	-0.19	0.00
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.35	<0.001	-0.06	0.18	0.43	0.00	0.06	0.22	0.32	0.00
<i>Hyparrhenia rufa</i>	-0.09	0.05	-0.69	0.00	0.65	0.00	0.11	0.02	0.70	0.00
<i>Coix lacryma-jobi</i>	0.18	<0.001	0.18	0.00	0.51	0.00	-0.06	0.20	0.04	0.39
<i>Cenchrus echinatus</i>	-0.35	<0.001	-0.71	0.00	0.30	0.00	-0.04	0.38	-0.05	0.26
<i>Azadirachta indica</i> A.	0.47	<0.001	0.66	0.00	0.15	0.00	0.01	0.84	0.49	0.00

Para el modelo de *C. trichistandra* se identificó que el peor escenario sería el presente y el 2050 RCP (4.5) (8.5), ya que los sitios con mayor probabilidad de condiciones ambientales para la especie, presentan condiciones favorables para la invasión de siete especies exóticas afectando significativamente su distribución en el espacio geográfico (Tabla 30).

- ***Ecuadendron acosta-solisianum***

Al superponer los mapas de distribución de *Ecuadendron acosta-solisianum* en el presente y bajo escenarios de cambio climático, se evidenció correlaciones existentes entre las especies endémicas y las exóticas invasoras debido a las condiciones climáticas. Siendo así que existe el 91.9 %, de probabilidad de encontrar entre seis y once EEI en los cinco escenarios de cambio climático (Tabla 31).

**Tabla 31.** Superposición entre las distribuciones geográficas de *Ecuadendron acosta-solisianum* frente a las especies exóticas invasoras.

<i>Ecuadendron acosta-solisianum</i>															
Número de los modelos coincidentes	Presente			250						2070					
				RCP (4,5)			RCP (8,5)			RCP (4,5)			RCP (8,5)		
	Extensión en km2	Ocupación	%												
13	3600	920	0.5	400	224	0.1	440	75	0.0	166	98	0.0	780	256	0.1
12	14416	4707	2.7	7028	2112	0.8	8103	1377	0.7	5531	1994	1.0	8611	2447	1.1
11	44560	25105	14.4	20242	88426	31.8	16817	7576	3.8	20695	10142	4.8	25438	9731	4.5
10	51649	29352	16.8	26377	11090	4.0	25288	11171	5.6	28232	13491	6.4	27092	10040	4.6
9	44135	27372	15.7	45526	23660	8.5	44446	22407	11.2	54092	31314	14.9	76316	62771	29.0
8	68118	50802	29.1	50471	35678	12.8	52155	36916	18.4	94381	78463	37.4	116984	100976	46.6
7	45477	28165	16.1	75691	62906	22.6	87813	74860	37.4	42720	30134	14.4	30432	22806	10.5
6	18933	7003	4.0	55989	52502	18.9	36864	34264	17.1	45387	41367	19.7	7728	5518	2.5
5	5119	967	0.6	3062	1188	0.4	13134	11406	5.7	4525	2502	1.2	3643	1870	0.9
4	1578	120	0.1	1610	158	0.1	1368	75	0.0	1948	12	0.0	642	252	0.1
3	92	4	0.0	32	0	0.0				2			13	13	0.0
2	2	1	0.0												

*Ecuadendron acosta-solisianum* presentó correlaciones positivas con siete EEI, entre ellas *Lantana camara*, *Arachis-pintoi*, *Terminalia catappa*, *Leucaena leucocephala*, *Hyparrhenia rufa*, *Coix lacryma-jobi*, *Azadirachta indica* A. en el presente (Tabla 32). Para el 2050 RCP (4.5) presentó siete relaciones positivas con *Arachis-pintoi*, *Terminalia catappa*, *Setaria palmifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Hyparrhenia rufa*, *Coix lacryma-jobi*, *Cenchrus echinatus*, En el 2050 RCP (8.5) presentó relaciones positivas con *Arachis-pintoi*, *Terminalia catappa*, *Setaria palmifolia*, *Senecio vulgaris*, *Leucaena leucocephala*, *Hyparrhenia rufa*, *Coix lacryma-jobi*, *Cenchrus echinatus*, *Azadirachta indica* A. Para el 2070 RCP (4.5) presentó relaciones positivas con *Arachis-pintoi*, *Hyparrhenia rufa*. Para el 2070 RCP (8.5) presentó relaciones positivas con *Arachis-pintoi*, *Terminalia catappa*, *Leucaena leucocephala*, *Hyparrhenia rufa*, *Azadirachta indica* A. Es decir, los sitios con condiciones climáticas favorables para la distribución de esta especie endémica coinciden con los sitios favorables climáticamente para la invasión de todas las EEI mencionadas.

**Tabla 32.** Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de *Ecuadendron acosta-solisianum* y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Spearman)

EEI	Presente		2050				2070			
			RCP (4.5)		RCP (8.5)		RCP (4.5)		RCP (8.5)	
	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p
<i>Melinis minutiflora</i>	-0.16	<0.001	-0.62	0.00	-0.66	0.00	-0.33	0.00	-0.03	0.45
<i>Lolium multiflorum</i>	-0.72	<0.001	-0.68	0.00	-0.68	0.00	-0.67	0.00	-0.70	0.00
<i>Lantana camara</i>	0.10	0.03	-0.42	0.00	-0.43	0.00	-0.10	0.03	-0.11	0.01
<i>Asclepias curassavica</i>	-0.07	0.12	-0.45	0.00	-0.50	0.00	-0.27	0.00	-0.39	0.00
<i>Arachis-pintoi</i>	0.71	<0.001	0.39	0.00	0.39	0.00	0.32	0.00	0.15	0.00
<i>Terminalia catappa L</i>	0.54	<0.001	0.56	0.00	0.61	0.00	0.05	0.33	0.70	0.00
<i>Spartium junceum</i>	-0.51	<0.001	-0.71	0.00	-0.78	0.00	-0.10	0.04	-0.76	0.00
<i>Setaria palmifolia</i>	0.53	<0.001	0.19	0.00	0.47	0.00	-0.01	0.77	0.59	0.00
<i>Senecio vulgaris</i>	-0.28	<0.001	0.08	0.08	0.09	0.04	-0.01	0.91	-0.19	0.00
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.17	<0.001	0.29	0.00	0.43	0.00	0.06	0.22	0.32	0.00
<i>Hyparrhenia rufa</i>	0.52	<0.001	0.58	0.00	0.65	0.00	0.11	0.02	0.70	0.00
<i>Coix lacryma-jobi</i>	0.75	<0.001	0.55	0.00	0.51	0.00	-0.06	0.20	0.04	0.39
<i>Cenchrus echinatus</i>	-0.12	0.01	0.23	0.00	0.30	0.00	-0.04	0.38	-0.05	0.26
<i>Azadirachta indica A.</i>	0.39	<0.001	0.03	0.45	0.15	0.00	0.01	0.84	0.49	0.00

Para el modelo de *Ecuadendron acosta-solisianum* se identificó que el peor escenario sería el 2050 RCP (8.5), ya que los sitios con mayor probabilidad de condiciones ambientales para la especie, presentan condiciones favorables para la invasión de siete especies exóticas afectando significativamente su distribución en el espacio geográfico (Tabla 32).

- *Gastrotheca riobambae*

Al superponer los mapas de distribución de *Gastrotheca riobambae* en el presente y bajo escenarios de cambio climático, se evidenció correlaciones existentes entre las especies endémicas y las exóticas invasoras debido a las condiciones climáticas. Siendo así que existe el 78,14%, de probabilidad de encontrar entre seis y once EEI en los cinco escenarios de cambio climático (Tabla 33).

**Tabla 33.** Superposición entre las distribuciones geográficas de *Gastrotheca riobambae* frente a las especies exóticas invasoras.

<i>Gastrotheca riobambae</i>															
Número de los modelos coincidentes	Presente			2050						2070					
				RCP (4,5)			RCP (8,5)			RCP (4,5)			RCP (8,5)		
	Extensión en km2	Ocupación	%												
13	3600	77	0.2	400	6	0.0	440	71	0.3	166	0	0.0	780	3	0.0
12	14416	547	1.5	7028	928	3.4	8103	1245	4.7	5531	81	0.4	8611	292	1.8
11	44560	2309	6.5	20242	1013	3.8	16817	1234	4.7	20695	694	3.1	25438	1517	9.2
10	51649	3251	9.1	26377	2985	11.1	25288	3039	11.6	28232	2228	9.9	27092	1787	10.8
9	44135	5555	15.5	45526	7030	26.0	44446	7931	30.2	54092	6416	28.5	76316	4507	27.4
8	68118	7382	20.6	50471	4463	16.5	52155	4811	18.3	94381	4177	18.6	116984	4127	25.1
7	45477	5470	15.3	75691	5066	18.8	87813	3713	14.1	42720	3823	17.0	30432	1528	9.3
6	18933	7724	21.6	55989	2324	8.6	36864	1536	5.8	45387	1594	7.1	7728	886	5.4
5	5119	2557	7.1	3062	1717	6.4	13134	1480	5.6	4525	1538	6.8	3643	1477	9.0
4	1578	818	2.3	1610	1437	5.3	1368	1216	4.6	1948	1933	8.6	642	351	2.1
3	92	76	0.2	32	32	0.1				2	2	0.0	13	0	0.0
2	2	0	0.0											16475	

*Gastrotheca riobambae* presentó correlaciones positivas con cinco EEI, entre ellas *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Spartium junceum*, en el presente, 2050 RCP (8.5) (Tabla 34). Para el 2050 RCP (4.5) presentó relaciones positivas con *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Azadirachta indica*. Para el 2070 RCP (4.5) presento cinco relaciones positivas con *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana cámara*, *Asclepias curassavica*, *Arachis-pintoi*. Para el 2070 RCP (8.5) presentó relaciones positivas con seis EEI, entre ellas *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Asclepias curassavica*, *Arachis-pintoi*, *Spartium junceum*, *Coix lacryma-jobi*. Es decir, los sitios con condiciones climáticas favorables para la distribución de esta especie endémica coinciden con los sitios favorables climáticamente para la invasión de todas las EEI mencionadas.

**Tabla 34.** Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de *Gastrotheca riobambae* y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Spearman)

EEI	Presente		2050				2070			
			RCP (4.5)		RCP (8.5)		RCP (4.5)		RCP (8.5)	
	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p
<i>Melinis minutiflora</i>	0.61	<0.001	0.78	0.00	0.72	0.00	0.49	0.00	0.26	0.00
<i>Lolium multiflorum</i>	0.91	<0.001	0.94	0.00	0.94	0.00	0.84	0.00	0.80	0.00
<i>Lantana camara</i>	0.18	<0.001	0.64	0.00	0.64	0.00	0.18	0.00	0.05	0.28
<i>Asclepias curassavica</i>	0.30	<0.001	0.83	0.00	0.85	0.00	0.45	0.00	0.54	0.00
<i>Arachis-pintoi</i>	-0.23	<0.001	0.06	0.16	0.05	0.24	0.16	0.00	0.32	0.00
<i>Terminalia catappa L</i>	-0.53	<0.001	-0.83	0.00	-0.85	0.00	-0.04	0.41	-0.80	0.00
<i>Spartium junceum</i>	0.34	<0.001	0.56	0.00	0.55	0.00	0.09	0.07	0.41	0.00
<i>Setaria palmifolia</i>	-0.35	<0.001	-0.11	0.01	-0.38	0.00	-0.04	0.39	-0.47	0.00
<i>Senecio vulgaris</i>	-0.32	<0.001	-0.44	0.00	-0.40	0.00	0.03	0.55	-0.07	0.12
<i>Leucaena leucocephala</i>	-0.13	<0.001	-0.40	0.00	-0.59	0.00	-0.04	0.36	-0.66	0.00
<i>Hyparrhenia rufa</i>	-0.42	<0.001	-0.84	0.00	-0.87	0.00	-0.07	0.14	-0.70	0.00
<i>Coix lacryma-jobi</i>	-0.37	<0.001	-0.13	0.00	-0.19	0.00	0.01	0.85	0.33	0.00
<i>Cenchrus echinatus</i>	-0.30	<0.001	-0.68	0.00	-0.72	0.00	0.05	0.27	-0.14	0.00
<i>Azadirachta indica A.</i>	-0.29	<0.001	0.10	0.03	-0.13	0.00	-0.02	0.68	-0.53	0.00

Para el modelo *G. riobambae* se identificó que el peor escenario sería el 2050 RCP (4.5), 2070 RCP (8.5), ya que los sitios con mayor probabilidad de condiciones ambientales para la especie, presentan condiciones favorables para la invasión de siete especies exóticas afectando significativamente su distribución en el espacio geográfico (Tabla 34).

- *Metachirus nudicaudatus*

Al superponer los mapas de distribución de *Metachirus nudicaudatus* en el presente y bajo escenarios de cambio climático, se evidenció correlaciones existentes entre las especies endémicas y las exóticas invasoras debido a las condiciones climáticas. Siendo así que existe el 87.1 %, de probabilidad de encontrar entre seis y once EEI en los cinco escenarios de cambio climático (Tabla 35).

**Tabla 35.** Superposición entre las distribuciones geográficas de *Metachirus nudicaudatus* frente a las especies exóticas invasoras.

<i>Metachirus nudicaudatus</i>															
Número de los modelos coincidentes	Presente			2050						2070					
				RCP (4,5)			RCP (8,5)			RCP (4,5)			RCP (8,5)		
	Extensión en km2	Ocupación	%												
2	2	2	0.0												
3	92	8	0.0	32	0	0.0				2	0	0.0	13	0	0.0
4	1578	137	0.1	1610	0	0.0	1368	0	0.0	1948	1	0.0	642	1	0.0
5	5119	989	0.8	3062	38	0.0	13134	9273	7.5	4525	1980	1.7	3643	11	0.0
6	18933	8135	6.9	55989	49412	40.0	36864	30747	24.9	45387	39172	33.0	7728	2726	2.7
7	45477	35460	29.9	75691	47012	38.0	87813	59609	48.3	42720	19156	16.1	30432	13842	13.8
8	68118	49201	41.5	50471	11011	8.9	52155	9311	7.5	94381	44295	37.3	116984	57002	56.7
9	44135	6167	5.2	45526	5848	4.7	44446	5206	4.2	54092	7574	6.4	76316	22909	22.8
10	51649	6684	5.6	26377	5309	4.3	25288	5631	4.6	28232	3093	2.6	27092	1344	1.3
11	44560	9982	8.4	20242	3675	3.0	16817	2742	2.2	20695	2922	2.5	25438	2731	2.7
12	14416	1755	1.5	7028	1328	1.1	8103	822	0.7	5531	593	0.5	8611	36	0.0
13	3600	0	0.0	400	0	0.0	440	0	0.0	166	0	0.0	780	0	0.0

*Metachirus nudicaudatus* en el presente presentó seis relaciones positivas significativas con *Arachis-pintoi*, *Terminalia catappa*, *Setaria palmifolia*, *Senecio vulgaris*, *Coix lacryma-jobi*, *Cenchrus echinatus*, en el presente (Tabla 36). Para el 2050 RCP (4.5) presentó relaciones positivas con *Arachis-pintoi*, *Terminalia catappa*, *Setaria palmifolia*, *Senecio vulgaris*, *Hyparrhenia rufa*, *Coix lacryma-jobi*, *Cenchrus echinatus*. Para el 2050 RCP (8.5) presentó relaciones positivas con *Arachis-pintoi*, *Terminalia catappa*, *Senecio vulgaris*, *Hyparrhenia rufa*, *Coix lacryma-jobi*, *Cenchrus echinatus*. En el 2070 RCP (4.5) presentó correlaciones positivas con cuatro EEI, entre ellas *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*. Para el 2070 RCP (8.5) presentó relaciones positivas con *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Arachis-pintoi*, respectivamente. Es decir, los sitios con condiciones climáticas favorables para la distribución de esta especie endémica coinciden con los sitios favorables climáticamente para la invasión de todas las EEI mencionadas

**Tabla 36.** Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de *Metachirus nudicaudatus* y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Spearman)

EEI	Presente		2050				2070			
			RCP (4.5)		RCP (8.5)		RCP (4.5)		RCP (8.5)	
	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p
<i>Melinis minutiflora</i>	-0,39	<0.001	-0,57	<0.001	-0,54	<0.001	0,29	<0.001	0,17	<0.001
<i>Lolium multiflorum</i>	-0,55	<0.001	-0,61	<0.001	-0,63	<0.001	0,74	<0.001	0,67	<0.001
<i>Lantana camara</i>	-0,48	<0.001	-0,64	<0.001	-0,63	<0.001	0,54	<0.001	0,48	<0.001
<i>Asclepias curassavica</i>	-0,41	<0.001	-0,55	<0.001	-0,57	<0.001	0,64	<0.001	0,75	<0.001
<i>Arachis-pintoi.</i>	0,46	<0.001	0,32	<0.001	0,30	<0.001	0,08	0,11	0,26	<0.001
<i>Terminalia catappa L.</i>	0,14	<0.001	0,41	<0.001	0,44	<0.001	-0,09	0,06	-0,57	<0.001
<i>Spartium junceum</i>	-0,83	<0.001	-0,82	<0.001	-0,80	<0.001	0,06	0,19	0,38	<0.001
<i>Setaria palmifolia</i>	0,28	<0.001	-0,23	<0.001	0,18	<0.001	0,06	0,19	-0,15	<0.001
<i>Senecio vulgaris</i>	0,44	<0.001	0,71	<0.001	0,69	<0.001	-0,05	0,30	-0,58	<0.001
<i>Leucaena leucocephala</i>	-0,61	<0.001	-0,28	<0.001	-0,07	0,11	-0,10	0,04	-0,43	<0.001
<i>Hyparrhenia rufa</i>	0,08	0,09	0,57	<0.001	0,59	<0.001	-0,10	0,04	-0,76	<0.001
<i>Coix lacryma-jobi</i>	0,37	<0.001	0,37	<0.001	0,35	<0.001	0,07	0,13	-0,12	0,01
<i>Cenchrus echinatus</i>	0,38	<0.001	0,62	<0.001	0,68	<0.001	-0,06	0,18	-0,51	<0.001
<i>Azadirachta indica A.</i>	-0,49	<0.001	-0,67	<0.001	-0,47	<0.001	0,03	0,57	-0,07	0,11

Para el modelo de *M. nudicaudatus* se identificó que el peor escenario sería el 2050 RCP (8.5), ya que los sitios con mayor probabilidad de condiciones ambientales para la especie, presentan condiciones favorables para la invasión de siete especies exóticas afectando significativamente su distribución en el espacio geográfico (Tabla 36).

- *Gastrotheca pseustes*

Al superponer los mapas de distribución de *G. pseustes* en el presente y bajo escenarios de cambio climático, se evidenció correlaciones existentes entre las especies endémicas y las exóticas invasoras debido a las condiciones climáticas. Siendo así que existe el 84.7 %, de probabilidad de encontrar entre seis y once EEI en los cinco escenarios de cambio climático (Tabla 37).

**Tabla 37.** Superposición entre las distribuciones geográficas de *Gastrotheca pseustes* frente a las especies exóticas invasoras

<i>Gastrotheca pseustes</i>															
Número de los modelos coincidentes	Presente			2050						2070					
				RCP (4,5)			RCP (8,5)			RCP (4,5)			RCP (8,5)		
	Extensión en km2	Ocupación	%												
2	2	0	0.0												
3	92	84	0.2	32	32	0.1				2	2	0.0	13	0	0.0
4	1578	1230	2.2	1610	1386	2.3	1368	1183	1.9	1948	1896	3.1	642	350	0.6
5	5119	3197	5.8	3062	1749	2.9	13134	1656	2.6	4525	1644	2.7	3643	1527	2.4
6	18933	8193	15.0	55989	2760	4.5	36864	1998	3.2	45387	2985	4.8	7728	1985	3.2
7	45477	5972	10.9	75691	6745	11.1	87813	6166	9.7	42720	6041	9.8	30432	3344	5.3
8	68118	8803	16.1	50471	8792	14.4	52155	10464	16.5	94381	9514	15.4	116984	10447	16.6
9	44135	8288	15.2	45526	17132	28.1	44446	17868	28.2	54092	18928	30.6	76316	12421	19.7
10	51649	8660	15.8	26377	11428	18.7	25288	11379	17.9	28232	11233	18.2	27092	14670	23.3
11	44560	6484	11.9	20242	7278	11.9	16817	6419	10.1	20695	6934	11.2	25438	12632	20.1
12	14416	3361	6.1	7028	3628	5.9	8103	5942	9.4	5531	2679	4.3	8611	5256	8.4
13	3600	413	11.5	400	89	0.1	440	318	0.5	166	31	0.1	780	303	0.5

*Gastrotheca pseustes* presentó correlaciones positivas con siete EEI, entre ellas *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Azadirachta indica* A., *Spartium junceum*, *Leucaena leucocephala*, en el presente (Tabla 38). En el 2050 RCP (4.5) presentó cinco relaciones positivas con *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Azadirachta indica*. Para el 2050 RCP (8.5) presentó relaciones positivas con seis EEI, entre ellas *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*, *Spartium junceum*, *Azadirachta indica* A. Para el 2070 RCP (4.5) la especie presentó correlaciones positivas con *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica*. Para el 2070 RCP (8.5) presentó relaciones positivas con seis EEI, entre ellas *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana cámara*, *Asclepias curassavica*, *Arachis-pintoi*, *Spartium junceum*. Es decir, los sitios con condiciones climáticas favorables para la distribución de esta especie endémica coinciden con los sitios favorables climáticamente para la invasión de todas las EEI mencionadas.

**Tabla 38.** Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de *Gastrotheca pseustes* y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Spearman)

EEI	Presente		2050				2070			
			RCP (4.5)		RCP (8.5)		RCP (4.5)		RCP (8.5)	
	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p
<i>Melinis minutiflora</i>	0.35	<0.001	0.66	0.00	0.60	0.00	0.18	0.00	0.19	0.00
<i>Lolium multiflorum</i>	0.47	<0.001	0.81	0.00	0.83	0.00	0.62	0.00	0.62	0.00
<i>Lantana camara</i>	0.47	<0.001	0.80	0.00	0.79	0.00	0.66	0.00	0.58	0.00
<i>Asclepias curassavica</i>	0.36	<0.001	0.80	0.00	0.82	0.00	0.66	0.00	0.73	0.00
<i>Arachis-pintoi</i>	-0.45	<0.001	-0.01	0.87	-0.01	0.86	-0.12	0.01	0.13	0.00
<i>Terminalia catappa L.</i>	-0.10	0.03	-0.55	0.00	-0.59	0.00	-0.09	0.07	-0.52	0.00
<i>Spartium junceum</i>	0.76	<0.001	0.65	0.00	0.63	0.00	0.06	0.24	0.54	0.00
<i>Setaria palmifolia</i>	-0.27	<0.001	0.08	0.08	-0.29	0.00	0.02	0.66	-0.18	0.00
<i>Senecio vulgaris</i>	-0.45	<0.001	-0.71	0.00	-0.66	0.00	-0.02	0.75	-0.54	0.00
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.54	<0.001	-0.19	0.00	-0.39	0.00	-0.10	0.04	-0.30	0.00
<i>Hyparrhenia rufa</i>	-0.07	0.11	-0.76	0.00	-0.79	0.00	-0.10	0.04	-0.75	0.00
<i>Coix lacryma-jobi</i>	-0.38	<0.001	-0.19	0.00	-0.22	0.00	0.06	0.23	-0.16	0.00
<i>Cenchrus echinatus</i>	-0.22	<0.001	-0.73	0.00	-0.77	0.00	-0.04	0.44	-0.54	0.00
<i>Azadirachta indica A.</i>	0.46	<0.001	0.50	0.00	0.24	0.00	0.01	0.85	0.07	0.12

Para el modelo de *G. pseustes* se identificó que el peor escenario sería el presente, ya que los sitios con mayor probabilidad de condiciones ambientales para la especie, presentan condiciones favorables para la invasión de siete especies exóticas afectando significativamente su distribución en el espacio geográfico (Tabla 38).

- *Trigona branneri*

Al superponer los mapas de distribución de *T. branneri* en el presente y bajo escenarios de cambio climático, se evidenció correlaciones existentes entre las especies endémicas y las exóticas invasoras debido a las condiciones climáticas. Siendo así que existe el 87.1 %, de probabilidad de encontrar entre seis y once EEI en los cinco escenarios de cambio climático (Tabla 39).

**Tabla 39.** Superposición entre las distribuciones geográficas de *Trigona branneri* frente a las especies exóticas invasoras

<i>Trigona branneri</i>															
Número de los modelos coincidentes	Presente			2050						2070					
				RCP (4,5)			RCP (8,5)			RCP (4,5)			RCP (8,5)		
	Extensión en km2	Ocupación	%												
2	2	2	0.0												
3	92	8	0.0	32	2	0.0				2	0	0.0	13	13	0.0
4	1578	54	0.0	1610	965	0.5	1368	1355	0.7	1948	177	0.1	642	330	0.2
5	5119	364	0.3	3062	1728	0.9	13134	8823	4.3	4525	1790	1.0	3643	2763	1.7
6	18933	2826	2.3	55989	23263	12.7	36864	27299	13.4	45387	27792	16.1	7728	6440	3.9
7	45477	6095	5.0	75691	40323	22.1	87813	41865	20.6	42720	29504	17.1	30432	24733	14.9
8	68118	14963	12.2	50471	38375	21.0	52155	44789	22.1	94381	43892	25.4	116984	49708	29.9
9	44135	30851	25.2	45526	34365	18.8	44446	36467	18.0	54092	33395	19.4	76316	43780	26.3
10	51649	29015	23.7	26377	21617	11.8	25288	21484	10.6	28232	19216	11.1	27092	16437	9.9
11	44560	30260	24.7	20242	16469	9.0	16817	13814	6.8	20695	13566	7.9	25438	16018	9.6
12	14416	7165	5.9	7028	5531	3.0	8103	6864	3.4	5531	3062	1.8	8611	5601	3.4
13	3600	774	0.6	400	212	0.1	440	361	0.2	166	71	0.0	780	525	0.3

*Trigona branneri* estuvo correlacionada positivamente con seis EEI, entre ellas *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana cámara*, *Asclepias curassavica* *Arachis-pintoi*, *Coix lacryma-jobi*, en el presente (Tabla 40). En el 2050 RCP (4.5) presentó ocho relaciones positivas con las EEI: *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica* *Arachis-pintoi*, *Spartium junceum*, *Setaria palmifolia*, *Azadirachta indica* A. Para el 2050 RCP (8.5) presentó ocho relaciones positivas con *Melinis minutiflora*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara*, *Asclepias curassavica* *Arachis-pintoi*, *Spartium junceum*, *Coix lacryma-jobi*, *Azadirachta indica*. Para el 2070 RCP (4.5) la especie presentó correlaciones positivas con *Lolium multiflorum*, *Lantana cámara*, *Asclepias curassavica*, *Arachis-pintoi*. Para el 2070 RCP (8.5) presentó relaciones positivas significativas con *Lolium multiflorum*, *Asclepias curassavica*, *Arachis-pintoi*, *Coix lacryma-job*. Es decir, los sitios con condiciones climáticas favorables para la distribución de esta especie endémica coinciden con los sitios favorables climáticamente para la invasión de todas las EEI mencionadas

**Tabla 40.** Asociaciones entre las condiciones climáticas favorables para la distribución potencial de *Trigona branneri* y las de varias especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante diferentes escenarios de cambio climático. (r Spr: coeficiente de correlación de Spearman)

EEI	Presente		2050				2070			
			RCP (4.5)		RCP (8.5)		RCP (4.5)		RCP (8.5)	
	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p	r Spr	p
<i>Melinis minutiflora</i>	0.38	<0.001	0.44	0.00	0.41	0.00	0.05	0.27	0.08	0.06
<i>Lolium multiflorum</i>	0.18	<0.001	0.49	0.00	0.59	0.00	0.28	0.00	0.25	0.00
<i>Lantana camara</i>	0.30	<0.001	0.65	0.00	0.67	0.00	0.19	0.00	0.07	0.11
<i>Asclepias curassavica</i>	0.25	<0.001	0.69	0.00	0.72	0.00	0.24	0.00	0.29	0.00
<i>Arachis-pintoi</i>	0.39	<0.001	0.50	0.00	0.46	0.00	0.46	0.00	0.47	0.00
<i>Terminalia catappa L</i>	-0.17	<0.001	-0.46	0.00	-0.53	0.00	-0.02	0.64	-0.34	0.00
<i>Spartium junceum</i>	-0.11	0.01	0.21	0.00	0.16	0.00	0.07	0.15	-0.06	0.17
<i>Setaria palmifolia</i>	0.01	0.86	0.12	0.01	-0.08	0.09	-0.06	0.19	-0.23	0.00
<i>Senecio vulgaris</i>	-0.42	<0.001	-0.62	0.00	-0.64	0.00	0.01	0.75	-0.47	0.00
<i>Leucaena leucocephala</i>	-0.20	<0.001	-0.31	0.00	-0.51	0.00	-0.12	0.01	-0.63	0.00
<i>Hyparrhenia rufa</i>	-0.18	<0.001	-0.60	0.00	-0.64	0.00	-0.04	0.45	-0.41	0.00
<i>Coix lacryma-jobi</i>	0.37	<0.001	0.38	0.00	0.22	0.00	0.02	0.61	0.19	0.00
<i>Cenchrus echinatus</i>	-0.19	<0.001	-0.59	0.00	-0.67	0.00	0.03	0.55	-0.52	0.00
<i>Azadirachta indica</i> A.	0.03	0.55	0.42	0.00	0.21	0.00	-0.02	0.66	0.06	0.17

Para el modelo de *T. branneri* se identificó que el peor escenario sería el 2050 RCP (4.5) (8.5), ya que los sitios con mayor probabilidad de condiciones ambientales para la especie, presentan condiciones favorables para la invasión de siete especies exóticas afectando significativamente su distribución en el espacio geográfico (Tabla 40).

#### 4.8. Identificar la efectividad de los límites de las áreas protegidas para las especies endémicas y ante la invasión de las especies exóticas en el presente y ante escenarios de cambio climático

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas representa una porción considerable de Ecuador continental y protege especies endémicas de flora y fauna. A continuación se describe la efectividad de las áreas protegidas para las especies endémicas en estudio en Ecuador continental y ante la invasión de especies exóticas.

- *Passiflora roseorum*

Se identificó que en el presente el SNAP cubre 2096 km<sup>2</sup> del área con condiciones favorables para la distribución de *Passiflora roseorum*, lo que representa el 9.63%. Entre las áreas protegidas que protegen mayor extensión de las condiciones favorables se encuentran el Parque Nacional Sangay, Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas, Reserva Ecológica Cayambe Coca (Tabla 41). El escenario con menor efectividad del SNAP para preservar la especie endémica es el 2070 RCP (8.5).

**Tabla 41.** Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para *Gentianella jamesonii* ante escenarios de cambio climático.

<i>Passiflora roseorum</i>											
Áreas Protegidas	Extensión km <sup>2</sup>	Presente	%	2050				2070			
				4,5	%	8,5	%	4,5	%	8,5	%
				R. B. El Quimi	90,71						
A.N.R. El Boliche	3,92	1	0,05	1	0,06	1	0,06	1	0,06	1	0,09
P.N. Cotopaxi	322,55	49	2,34	49	2,91	49	3,03	49	2,79	49	4,34
P.N. Sumaco Napo Galeras	2023,68	30	1,43								
P.N. Sangay	5024,25	462	22,04	430	25,53	395	24,43	462	26,26	278	24,65
R.G.Pululahua	35,42	6	0,29	6	0,36	6	0,37	6	0,34	6	0,53
R.P.F.Chimborazo	530,93	79	3,77	79	4,69	79	4,89	79	4,49	79	7,00
P.N. Podocarpus	1384,95	186	8,87	206	12,23	205	12,68	207	11,77	187	16,58
R.V.S. Paschoa	6,32	1	0,05	1	0,06	1	0,06	1	0,06	1	0,09
P.N. LLanganates	2211,48	146	6,97	169	10,04	140	8,66	200	11,37	129	11,44
R.E. Ilinizas	1499,00	165	7,87	147	8,73	146	9,03	132	7,50	106	9,40
R.E.Cotacachi Cayapas	2325,72	236	11,26	160	9,50	145	8,97	111	6,31	68	6,03
R.E.Cayambe Coca	4082,90	512	24,43	299	17,76	324	20,04	339	19,27	135	11,97
P.N.Cajas	293,90	42	2,00	43	2,55	43	2,66	43	2,44	43	3,81
R.E. Antisana	1206,12	142	6,77	94	5,58	83	5,13	108	6,14	26	2,30
R.E. El Angel	159,75	20	0,95					20	1,14	20	1,8
R.E Cofán Bermejo	555,91	19	0,91								

- *Gentianella jamesonii*

Se identificó que en el 2070 RCP (4.5) el SNAP cubre 1979 km<sup>2</sup> del área con condiciones favorables para la distribución de *Gentianella jamesonii*, lo que representa el 9.8%. Entre las áreas protegidas que protegen mayor extensión de las condiciones favorables se encuentran el Parque Nacional Sangay, Parque Nacional Llanganates, Reserva Ecológica Cayambe Coca (Tabla 42). El escenario con menor efectividad del SNAP para preservar la especie endémica es el 2050 RCP (8.5).

**Tabla 42.** Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para *Gentianella jamesonii* ante escenarios de cambio climático.

<i>Gentianella jamesonii</i>											
Áreas Protegidas	Extensión km <sup>2</sup>	Presente	%	2050				2070			
				4,5	%	8,5	%	4,5	%	8,5	%
A.N.R. El Boliche	3,9209	1	0,05	1	0,06	1	0,06	1	0,05	1	0,05
P.N. Cotopaxi	322,55469	49	2,60	49	2,72	49	2,75	49	2,48	49	2,66
R.E. Cayapas Mataje	560,23762	1	0,05		0,00		0,00		0,00		0,00
P.N. Sangay	5024,2541	430	22,85	446	24,76	412	23,11	488	24,66	448	24,33
R.G.Pululahua	35,41942	6	0,32	6	0,33	6	0,34	6	0,30	6	0,33
R.P.F.Chimborazo	530,93221	79	4,20	79	4,39	79	4,43	79	3,99	70	3,80
P.N. Podocarpus	1384,9546	163	8,66	207	11,49	208	11,67	209	10,56	209	11,35
R.V.S. Paschoa	6,32033	1	0,05	1	0,06	1	0,06	1	0,05	1	0,05
P.N. Llanganates	2211,4796	241	12,81	248	13,77	223	12,51	267	13,49	259	14,07
R.E. Ilinizas	1499	73	3,88	75	4,16	77	4,32	58	2,93	56	3,04
R.E.Cotacachi Cayapas	2325,7187	234	12,43	191	10,61	192	10,77	170	8,59	165	8,96
R.E.Cayambe Coca	4082,896	405	21,52	336	18,66	369	20,70	441	22,28	381	20,70
P.N.Cajas	293,899	43	2,28	43	2,39	43	2,41	43	2,17	43	2,34
R.E. Antisana	1206,1226	130	6,91	119	6,61	123	6,90	140	7,07	131	7,12
R.E. El Angel	159,74681	20	1,06					20	1,01	20	1,09
R.E.Cofan Bermejo	555,90983	6	0,32					7	0,35	2	0,11

- *Eudema nubigena*

Se identificó que en el 2070 RCP (8.5) el SNAP cubre 4612 km<sup>2</sup> del área con condiciones favorables para la distribución de *Eudema nubigena*, lo que representa el 11.5%. Entre las áreas protegidas que protegen mayor extensión de las condiciones favorables se encuentran el Parque Nacional Sangay, Parque Nacional Yasuní (Tabla 43). El escenario con menor efectividad del SNAP para preservar la especie endémica es el presente.

**Tabla 43.** Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para *Eudema nubigena* ante escenarios de cambio climático.

<i>Eudema nubigena</i>											
Áreas Protegidas	Extensión km <sup>2</sup>	Presente	%	2050				2070			
				4,5	%	8,5	%	4,5	%	8,5	%
R. E. Manglares Churute	500,68471	52	2,80	62	2,41	62	0,86	49	1,08	51	1,11
R. V. S. El Zarza	36,42626	4	0,22	4	0,16	4	0,06	4	0,09	4	0,09
R. B. El Quimi	90,71204	12	0,65	13	0,50	13	0,18	12	0,27	12	0,26
R. P. F. Manglares El Salado	51,76354			9	0,35	8	0,11	9	0,20	9	0,20
A.N.R. El Boliche	3,9209			1	0,04	1	0,01	1	0,02	1	0,02
P.N. Cotopaxi	322,55469			10	0,39	44	0,61	3	0,07	6	0,13
P.N. Yasuno	10163,7418			185	7,18	576	7,97	1479	32,71	1479	32,07
P.N. Sumaco Napo Galeras	2023,6828	269	14,51	301	11,69	301	4,17	301	6,66	301	6,53
P.N. Sangay	5024,25406	444	23,95	583	22,64	709	9,81	518	11,46	542	11,75
R.G.Pululahua	35,41942	6	0,32	6	0,23	6	0,08	6	0,13	6	0,13
R.P.F.Chimborazo	530,93221			65	2,52	79	1,09	6	0,13	23	0,50
P.N. Podocarpus	1384,95456	169	9,12	209	8,12	209	2,89	209	4,62	208	4,51
R.V.S. Paschoa	6,32033			1	0,04	1	0,01	1	0,02	1	0,02
R.E.Mache Chindul	1199,9473			5	0,19	11	0,15	3	0,07	3	0,07
P.N. Llanganates	2211,47963	147	7,93	243	9,44	325	4,50	193	4,27	215	4,66
R.B. Limoncocha	36,92553			6	0,23	6	0,08	6	0,13	6	0,13
R.E. Ilinizas	1499	161	8,68	197	7,65	200	2,77	186	4,11	189	4,10
R.P.F.Cuyabeno	5938,77769			30	1,17	338	4,68	851	18,82	847	18,37
R.E.Cotacachi Cayapas	2325,7187	173	9,33	203	7,88	220	3,05	208	4,60	221	4,79
P.B. El Condor	79,04345	6	0,32	8	0,31	8	0,11	5	0,11	6	0,13
R.E.Cayambe Coca	4082,89597	306	16,50	359	13,94	385	5,33	329	7,28	337	7,31
R.E.Arenillas	172,04042	7	0,38					7	0,15	6	0,13
R.E. Antisana	1206,12263	55	2,97	72	2,80	103	1,43	61	1,35	64	1,39
R.E.Cofan Bermejo	555,90983	41	2,21					72	1,59	72	1,56
A. N. R.Parque Lago	21,4889	2	0,11	3	0,12	3	0,04	3	0,07	3	0,07

- *Ceiba trichistandra*

Se identificó que en el 2050 RCP (8.5) el SNAP cubre 2365 km<sup>2</sup> del área con condiciones favorables para la distribución de *Ceiba trichistandra* lo que representa el 9.74%. Entre las áreas protegidas que protegen mayor extensión de las condiciones favorables se encuentran el Parque Nacional Sangay, Parque Nacional Llanganates, Reserva Ecológica Cayambe Coca (Tabla 44). El escenario con menor efectividad del SNAP para preservar la especie endémica es el presente.

**Tabla 44.** Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para *Ceiba trichistandra* ante escenarios de cambio climático.

<i>Ceiba trichistandra</i>											
Áreas Protegidas	Extensión km2	Presente	%	2050				2070			
				4,5	%	8,5	%	4,5	%	8,5	%
R.V.S. Manglares El Morro	118,07021			1	0,05	2	0,08	1	0,05	2	0,08
R. E. Manglares Churute	500,68471	44	3,12	62	2,93	64	2,71	62	2,93	64	2,71
R. V. S. El Zarza	36,42626					4	0,17			4	0,17
R. B. El Quimi	90,71204		0,00	11	0,52	13	0,55	11	0,52	13	0,55
R. P. F. Manglares El Salado	51,76354	9	0,64	9	0,42	9	0,38	9	0,42	9	0,38
A.N.R. El Boliche	3,9209	1	0,07	1	0,05	1	0,04	1	0,05	1	0,04
P.N. Cotopaxi	322,55469	7	0,50	23	1,09	47	1,99	23	1,09	47	1,99
P.N. Sumaco Napo Galeras	2023,6828	114	8,09	156	7,36	179	7,57	156	7,36	179	7,57
P.N. Sangay	5024,2541	361	25,60	646	30,49	680	28,75	646	30,49	680	28,75
R.G.Pululahua	35,41942	6	0,43	6	0,28	6	0,25	6	0,28	6	0,25
R.P.F.Chimborazo	530,93221	18	1,28	79	3,73	79	3,34	79	3,73	79	3,34
P.N. Podocarpus	1384,9546	177	12,55	209	9,86	209	8,84	209	9,86	209	8,84
R.V.S. Paschoa	6,32033	1	0,07	1	0,05	1	0,04	1	0,05	1	0,04
R.E.Mache Chindul	1199,9473					2	0,08			2	0,08
P.N.Machalilla	481,33072	3	0,21	28	1,32	17	0,72	28	1,32	17	0,72
P.N. LLanganates	2211,4796	104	7,38	211	9,96	290	12,26	211	9,96	290	12,26
R.E. Ilinizas	1499	167	11,84	200	9,44	200	8,46	200	9,44	200	8,46
R.ECotacachi Cayapas	2325,7187	160	11,35	179	8,45	198	8,37	179	8,45	198	8,37
P.B. El Condor	79,04345					8	0,34			8	0,34
R.ECayambe Coca	4082,896	177	12,55	229	10,81	266	11,25	229	10,81	266	11,25
P.N.Cajas	293,899			11	0,52	18	0,76	11	0,52	18	0,76
R.EArenillas	172,04042	17	1,21								
R.E. Antisana	1206,1226	31	2,20	54	2,55	69	2,92	54	2,55	69	2,92
R.E Cofan Bermejo	555,90983	10	0,71								
A. N. R.Parque Lago	21,4889	3	0,21	3	0,14	3	0,13	3	0,14	3	0,13

- ***Ecuadendron acosta-solisianum***

Se identificó que en el 2070 RCP (8.5) el SNAP cubre 3699 km<sup>2</sup> del área con condiciones favorables para la distribución de *Ecuadendron acosta-solisianum* lo que representa el 9.17%. Entre las áreas protegidas que protegen mayor extensión de las condiciones favorables se encuentran el Parque Nacional Yasuní, Reserva de Producción Faunística Cuyabeno (Tabla 45). El escenario con menor efectividad del SNAP para preservar la especie endémica es el presente.

**Tabla 45.** Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para *Ecuadendron acosta-solisianum* ante escenarios de cambio climático.

<i>Ecuadendron acosta-solisianum</i>											
Áreas Protegidas	Extensión km <sup>2</sup>	Presente	%	2050				2070			
				4,5	%	8,5	%	4,5	%	8,5	%
R.V.S. Manglares El Morro	118,07021	1	0,06	2	0,06	2	0,06	1	0,03	1	0,03
R. E. Manglares Churute	500,68471	50	3,13	62	1,94	62	1,92	48	1,35	48	1,30
R. V. S. El Zarza	36,42626					2	0,06			4	0,11
R. B. El Quimi	90,71204	5	0,31	1	0,03	2	0,06	2	0,06	5	0,14
R. V. S. La Chiquita	8,11854	1	0,06					1	0,03	1	0,03
R. P. F. Manglares El Salado	51,76354	9	0,56	9	0,28	9	0,28	9	0,25	9	0,24
R.E. Cayapas Mataje	560,23762	5	0,31					31	0,87	31	0,84
P.N. Yasuno	10163,742	1	0,06	1480	46,24	1480	45,76	1480	41,70	1480	40,01
P.N. Sumaco Napo Galeras	2023,6828	9	0,56	245	7,65	246	7,61	233	6,56	256	6,92
P.N. Sangay	5024,2541	72	4,50	137	4,28	165	5,10	103	2,90	173	4,68
P.N. Podocarpus	1384,9546									1	0,03
R.E.Mache Chindul	1199,9473	180	11,26	146	4,56	146	4,51	180	5,07	180	4,87
P.N.Machalilla	481,33072			6	0,19	2	0,06	6	0,17	7	0,19
P.N. Llanganates	2211,4796	27	1,69	36	1,12	39	1,21	29	0,82	38	1,03
R.B. Limoncocha	36,92553	6	0,38	6	0,19	6	0,19	6	0,17	6	0,16
R.E. Ilinizas	1499	97	6,07	105	3,28	102	3,15	112	3,16	117	3,16
R.P.FCuyabeno	5938,7777	848	53,03	569	17,78	569	17,59	852	24,00	852	23,03
R.ECotacachi Cayapas	2325,7187	214	13,38	279	8,72	277	8,57	286	8,06	288	7,79
P.B. El Condor	79,04345	4	0,25	8	0,25	8	0,25	3	0,08	3	0,08
R.ECayambe Coca	4082,896	30	1,88	85	2,66	91	2,81	81	2,28	115	3,11
R.EArenillas	172,04042	5	0,31					4	0,11	1	0,03
R.E. Antisana	1206,1226	15	0,94	19	0,59	20	0,62	17	0,48	20	0,54
R.E Cofan Bermejo	555,90983	11	0,69					53	1,49	55	1,49
A. N. R.Parque Lago	21,4889	3	0,19	3	0,09	3	0,09	3	0,08	3	0,08
R.V.S. Manglares Muisne	34,16	5	0,31	3	0,09	3	0,09	5	0,14	5	0,14
R.M. Galera San Francisco	546,89181	1	0,06								

- *Gastrotheca riobambae*

Se identificó que en el presente el SNAP cubre 1157 km<sup>2</sup> del área con condiciones favorables para la distribución de *Gastrotheca riobambae* lo que representa el 5.52%. Entre las áreas protegidas que protegen mayor extensión de las condiciones favorables se encuentran el Parque Nacional Llanganates, Parque Nacional Sangay (Tabla 46). El escenario con menor efectividad del SNAP para preservar la especie endémica es el 2070 RCP (8.5).

**Tabla 46.** Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para *Gastrotheca riobambae* ante escenarios de cambio climático.

<i>Gastrotheca riobambae</i>											
Áreas Protegidas	Extensión km <sup>2</sup>	Presente	%	2050				2070			
				4,5	%	8,5	%	4,5	%	8,5	%
A.N.R. El Boliche	3,9209	1	0,09	1	0,13	1	0,12	1	0,15	1	0,20
P.N. Cotopaxi	322,55469	27	2,33	48	6,03	48	5,78	49	7,46	44	8,94
P.N. Sumaco Napo Galeras	2023,6828	31	2,68								0,00
P.N. Sangay	5024,25406	469	40,54	356	44,72	383	46,14	337	51,29	257	52,24
R.G.Pululahua	35,41942	6	0,52	6	0,75	6	0,72	6	0,91	2	0,41
R.P.F.Chimborazo	530,93221	66	5,70	77	9,67	77	9,28	79	12,02	79	16,06
P.N. Podocarpus	1384,95456	34	2,94	11	1,38	10	1,20	8	1,22	1	0,20
R.V.S. Pasochoa	6,32033	1	0,09	1	0,13	1	0,12	1	0,15	1	0,20
P.N. Llanganates	2211,47963	194	16,77	146	18,34	160	19,28	76	11,57	43	8,74
R.E. Ilinizas	1499	78	6,74	76	9,55	58	6,99	64	9,74	51	10,37
R.ECotacachi Cayapas	2325,7187	66	5,70	10	1,26	5	0,60	3	0,46		
R.ECayambe Coca	4082,89597	127	10,98	23	2,89	27	3,25	7	1,07		
P.N.Cajas	293,899	24	2,07	18	2,26	20	2,41	16	2,44	7	1,42
R.E. Antisana	1206,12263	33	2,85	23	2,89	34	4,10	10	1,52	6	1,22

- *Metachirus nudicaudatus*

Se identificó que en el presente el SNAP cubre 3080 km<sup>2</sup> del área con condiciones favorables para la distribución de *Metachirus nudicaudatus* lo que representa el 8.62%. Entre las áreas protegidas que protegen mayor extensión de las condiciones favorables se encuentran el Parque Nacional Yasuní, Reserva de Producción Faunística Cuyabeno (Tabla 47). El escenario con menor efectividad del SNAP para preservar la especie endémica es el 2070 RCP (8.5).

**Tabla 47.** Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para *Metachirus nudicaudatus* ante escenarios de cambio climático.

<i>Metachirus nudicaudatus</i>											
Áreas Protegidas	Extensión km2	Presente	%	2050				2070			
				4,5	%	8,5	%	4,5	%	8,5	%
R. V. S. El Zarza	36,42626	4	0,13	4	0,15	4	0,15	4	0,13	4	0,18
R. B. El Quimi	90,71204	6	0,19	11	0,40	11	0,40	11	0,36	10	0,45
R. V. S. La Chiquita	8,11854	1	0,03		0,00		0,00	1	0,03	1	0,05
R.E. Cayapas Mataje	560,23762	35	1,14		0,00		0,00	14	0,46	16	0,72
P.N. Yasuno	10163,742	1479	48,02	1480	53,92	1480	54,47	1480	48,46	673	30,36
P.N. Sumaco Napo Galeras	2023,6828	238	7,73	236	8,60	231	8,50	228	7,47	240	10,83
P.N. Sangay	5024,2541	151	4,90	143	5,21	131	4,82	140	4,58	146	6,59
P.N. Podocarpus	1384,9546	5	0,16		0,00		0,00		0,00		0,00
P.N. Llanganates	2211,4796	38	1,23	31	1,13	30	1,10	33	1,08	37	1,67
R.B. Limoncocha	36,92553	6	0,19	6	0,22	6	0,22	6	0,20	6	0,27
R.P.FCuyabeno	5938,7777	841	27,31	583	21,24	583	21,46	849	27,80	781	35,23
R.ECotacachi Cayapas	2325,7187	56	1,82	95	3,46	92	3,39	96	3,14	89	4,01
P.B. El Condor	79,04345	6	0,19	8	0,29	8	0,29	4	0,13	3	0,14
R.ECayambe Coca	4082,896	137	4,45	129	4,70	123	4,53	121	3,96	128	5,77
R.E. Antisana	1206,1226	17	0,55	18	0,66	17	0,63	13	0,43	19	0,86
R.E Cofán Bermejo	555,90983	60	1,95	1	0,04	1	0,04	54	1,77	64	2,89

- *Gastrotheca pseustes*

Se identificó que en el 2050 RCP (8.5) el SNAP cubre 1617 km<sup>2</sup> del área con condiciones favorables para la distribución de *Gastrotheca pseustes* lo que representa el 8.23%. Entre las áreas protegidas que protegen mayor extensión de las condiciones favorables se encuentran el Parque Nacional Sangay, Parque Nacional Llanganates (Tabla 48). El escenario con menor efectividad del SNAP para preservar la especie endémica es el presente.

**Tabla 48.** Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para *Gastrotheca pseustes* ante escenarios de cambio climático.

<i>Gastrotheca pseustes</i>											
Áreas Protegidas	Extensión km2	Presente	%	2050				2070			
				4,5	%	8,5	%	4,5	%	8,5	%
A.N.R. El Boliche	3,9209	1	0,09	1	0,07	1	0,06	1	0,06	1	0,06
P.N. Cotopaxi	322,55469	49	4,20	49	3,45	49	3,03	49	3,04	49	3,06
P.N. Sangay	5024,25406	314	26,88	389	27,39	439	27,15	413	25,60	423	26,42
R.G.Pululahua	35,41942	3	0,26	6	0,42	6	0,37	6	0,37	6	0,37
R.P.F.Chimborazo	530,93221	79	6,76	79	5,56	79	4,89	79	4,90	79	4,93
P.N. Podocarpus	1384,95456	98	8,39	105	7,39	177	10,95	171	10,60	202	12,62
R.V.S. Paschoa	6,32033	1	0,09	1	0,07	1	0,06	1	0,06	1	0,06
P.N. Llanganates	2211,47963	223	19,09	250	17,61	254	15,71	263	16,31	261	16,30
R.E. Ilinizas	1499	62	5,31	88	6,20	69	4,27	70	4,34	81	5,06
R.ECotacachi Cayapas	2325,7187	5	0,43	8	0,56	8	0,49	8	0,50	21	1,31
R.ECayambe Coca	4082,89597	207	17,72	285	20,07	354	21,89	355	22,01	294	18,36
P.N.Cajas	293,899	43	3,68	43	3,03	43	2,66	43	2,67	43	2,69
R.E. Antisana	1206,12263	74	6,34	116	8,17	137	8,47	136	8,43	125	7,81
R.E. El Angel	159,74681	9	0,77					10	0,62	11	0,69
R.E Cofán Bermejo	555,90983							8	0,50	4	0,25

- *Trigona branneri*

Se identificó que en el 2050 RCP (8.5) el SNAP cubre 2968 km<sup>2</sup> del área con condiciones favorables para la distribución de *Trigona branneri* en lo que representa el 7.51%. Entre las áreas protegidas que protegen mayor extensión de las condiciones favorables se encuentran el Parque Nacional Sumaco Napo Galeras, Parque Nacional Sangay, Parque Nacional Llanganates (Tabla 49). El escenario con menor efectividad del SNAP para preservar la especie endémica es el presente.

**Tabla 49.** Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para *Trigona branneri* ante escenarios de cambio climático.

Trigona branneri											
Áreas Protegidas	Extensión km <sup>2</sup>	Presente	%	2050				2070			
				4,5	%	8,5	%	4,5	%	8,5	%
R. E. Manglares Churute	500,68	34	2,01	62	2,58	60	2,02	54	2,46	43	1,91
R. V. S. El Zarza	36,43	4	0,24	4	0,17	4	0,13	4	0,18	4	0,18
R. B. El Quimi	90,71	13	0,77	13	0,54	13	0,44	12	0,55	13	0,58
R. P. F. Manglares El Salado	51,76			1	0,04	5	0,17	6	0,27	6	0,27
A.N.R. El Boliche	3,92			1	0,04	1	0,03	1	0,05	1	0,04
P.N. Cotopaxi	322,55			17	0,71	49	1,65	1	0,05	11	0,49
P.N. Yasuno	10163,74					61	2,06				
P.N. Sumaco Napo Galeras	2023,68	278	16,41	301	12,52	301	10,14	301	13,69	301	13,35
P.N. Sangay	5024,25	398	23,49	584	24,29	734	24,73	530	24,11	547	24,27
R.G.Pululahua	35,42	6	0,35	6	0,25	6	0,20	6	0,27	6	0,27
R.P.F.Chimborazo	530,93		0,00	73	3,04	79	2,66	5	0,23	49	2,17
P.N. Podocarpus	1384,95	156	9,21	209	8,69	209	7,04	209	9,51	209	9,27
R.V.S. Paschoa	6,32	1	0,06	1	0,04	1	0,03			1	0,04
R.E.Mache Chindul	1199,95			3	0,12	9	0,30	3	0,14	1	0,04
P.N. Llanganates	2211,48	147	8,68	288	11,98	326	10,98	196	8,92	231	10,25
R.B. Limoncocha	36,93		0,00			6	0,20				
R.E. ILinizas	1499,00	157	9,27	198	8,24	200	6,74	178	8,10	187	8,30
R.P.F.Cuyabeno	5938,78					129	4,35				
R.ECotacachi Cayapas	2325,72	139	8,21	188	7,82	188	6,33	186	8,46	187	8,30
P.B. El Condor	79,04	3	0,18	8	0,33	8	0,27	6	0,27	3	0,13
R.ECayambe Coca	4082,90	274	16,17	366	15,22	437	14,72	347	15,79	310	13,75
R.EArenillas	172,04	7	0,41				0,00	13	0,59	11	0,49
R.E. Antisana	1206,12	47	2,77	78	3,24	138	4,65	66	3,00	59	2,62
R.E Cofan Bermejo	555,91	29	1,71			1	0,03	71	3,23	71	3,15
A. N. R.Parque Lago	21,49	1	0,06	3	0,12	3	0,10	3	0,14	3	0,13

- **Especies exóticas invasoras**

Se identificó que en el presente y bajo escenarios de cambio climático 2050 y 2070 RCP (4.5) RCP (8.5) las especies *Hyparrhenia rufa*, *Azadirachta indica* A., *Setaria palmifolia*, *Coix lacryma-jobi* fueron las que presentaron mayor cobertura en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Tabla 48) abarcando alrededor del 13,5% de la superficie que ocupan las áreas protegidas. Entre las áreas protegidas que resguardan mayor extensión de las condiciones favorables se encuentran el Parque Nacional Cotopaxi, Reserva Geobotánica Pululahua, Parque Nacional Llanganates, Reserva de la Biósfera Limoncocha, Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas, Reserva de Producción Faunística Manglar el Salado (Tabla 50).

Las especies exóticas invasoras que ocuparon menor cobertura de las áreas protegidas fueron *Asclepia Curassavica*, *Lolium multiflorum*, *Lantana camara* y *Leucaena leucocephala* abarcando extensiones menores al 6%, tal como se muestra en la Tabla 50.

**Tabla 50.** Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador continental sobre el área con condiciones climáticas favorables para las EEI ante escenarios de cambio climático.

Especies exóticas invasoras	Presente Superficie km <sup>2</sup>	2050					2070			
		%	4,5	%	8,5	%	4,5	%	8,5	%
<i>Arachis pintoii</i>	4183	9,88	1312	3,10	1217	2,88	1315	3,11	1398	3,30
<i>Asclepia Curassavica</i>	1854	4,38	2495	5,90	2623	6,20	2441	5,77	2460	5,81
<i>Melinis minutiflora</i>	2753	6,51	2755	6,51	2703	6,39	4829	11,41	5044	11,92
<i>Lolium multiflorum</i>	51	0,12	401	0,95	557	1,32	323	0,76	325	0,77
<i>Lantana camara</i>	2040	4,82	2631	6,22	2631	6,22	2740	6,47	3540	8,37
<i>Hyparrhenia rufa</i>	5901	13,94	5306	12,54	5364	12,68	5702	13,47	5595	13,22
<i>Azadirachta indica A.</i>	5713	13,50	5327	12,59	5360	12,67	5729	13,54	5891	13,92
<i>Senecio vulgaris L.</i>	3948	9,33	4240	10,02	4584	10,83	4405	10,41	4834	11,42
<i>Terminalia catappa L</i>	3197	7,55	759	1,79	687	1,62	867	2,05	751	1,77
<i>Leucaena leucocephala</i>	908	2,15	1770	4,18	1844	4,36	1668	3,94	2188	5,17
<i>Setaria palmifolia</i>	5578	13,18	4666	11,03	4828	11,41	5255	12,42	5252	12,41
<i>Coix lacryma-jobi</i>	5626	13,29	5351	12,64	5194	12,27	5823	13,76	5901	13,94
<i>Cenchrus echinatus</i>	4966	11,73	4723	11,16	3926	9,28	4684	11,07	5358	12,66
<i>Spartium junceum L.</i>	2449	5,79	3585	8,47	4027	9,52	4370	10,33	5901	13,94

En Ecuador continental, los sitios con menor coincidencia de EEI (<6 especies) dentro de las áreas protegidas tuvieron alta probabilidad de adecuación (media>0,6) solamente para las especies endémicas *Gentianella jamesonii* y *Passiflora roseorum* (Figura 71) en el presente. Esto se vio reflejado en los histogramas de frecuencia de los valores de probabilidad de condiciones favorables que tuvo cada especie endémica dentro de las APs donde hubiese menos de seis EEI (Figura 71). Los estadísticos descriptivos e histogramas de frecuencia de las siete especies restantes no tuvieron ni demostraron valores promedios >0,5, lo que indica que la probabilidad de encontrar condiciones climáticas favorables dentro de las áreas protegidas que tuviesen menos de seis EEI en el presente fue muy baja (Figura 71).

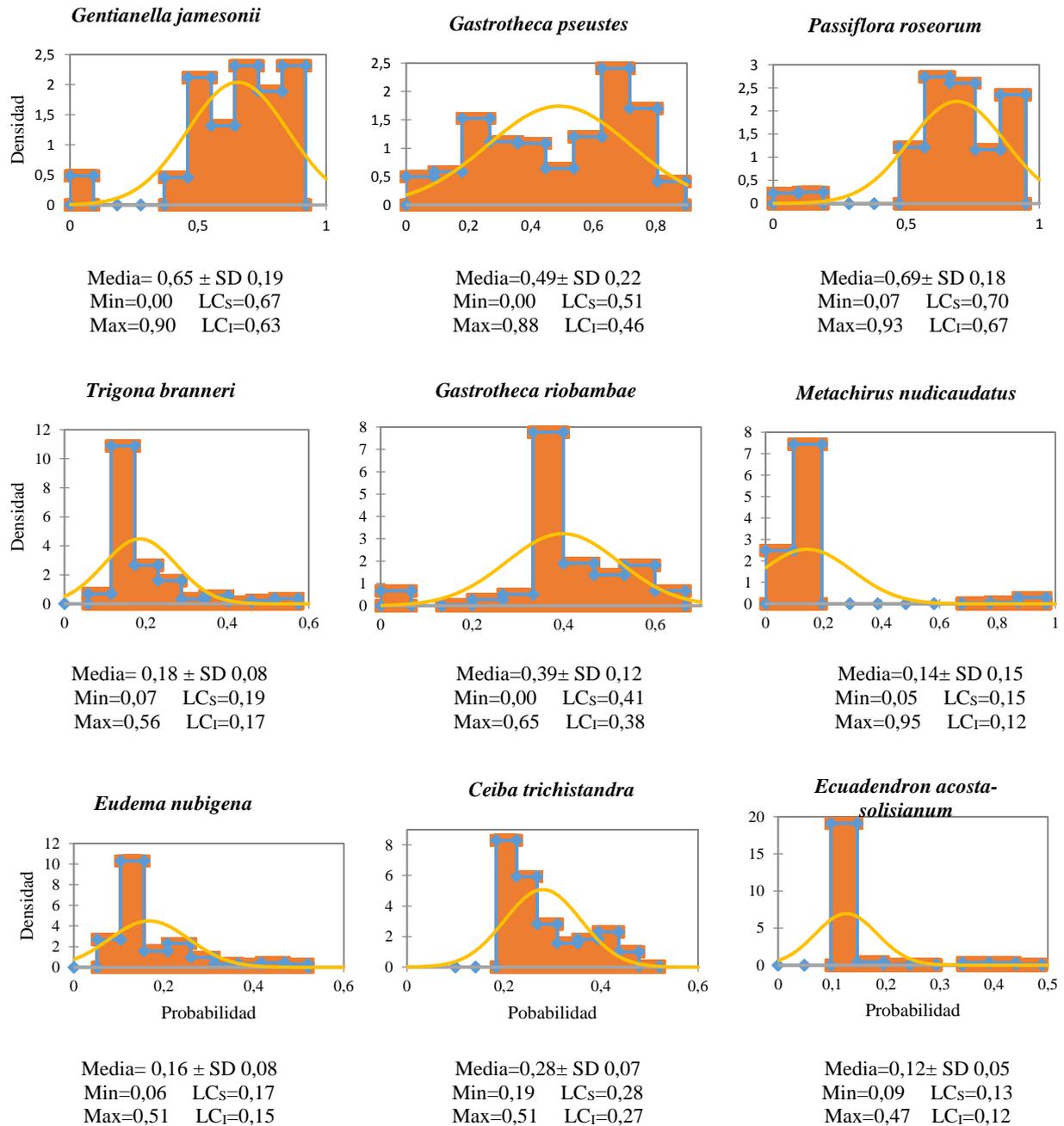
Los sitios con menor coincidencia de EEI (<6 especies) dentro de las áreas protegidas tuvieron alta probabilidad de adecuación (media>0,6) solamente para las especies endémicas *Gentianella jamesonii*, *Gastrotheca pseustes*, *Gastrotheca riobambae*, *Passiflora roseorum*, *Ceiba trichistandra* (Figura 72) en el 2050 RCP (4.5). Esto se vio reflejado en los histogramas de frecuencia de los valores de probabilidad de condiciones favorables que tuvo cada especie endémica dentro de las APs donde hubiese menos de seis EEI (Figura 72). Los estadísticos descriptivos e histogramas de frecuencia de las cuatro especies restantes no tuvieron ni demostraron valores promedios >0,5, lo que indica que la probabilidad de encontrar condiciones climáticas favorables dentro de las áreas protegidas que tuviesen menos de seis EEI en el 2050 RCP (4.5) fue muy baja (Figura 72).

Los sitios con menor coincidencia de EEI (<6 especies) dentro de las áreas protegidas no tuvieron alta probabilidad de adecuación (media>0,6) para las nueve EE en el 2050 RCP (8.5) (Figura 73). Los estadísticos descriptivos e histogramas de frecuencia de las nueve especies endémicas no tuvieron ni demostraron valores promedios >0,5, lo que indica que la probabilidad de encontrar condiciones climáticas favorables dentro de las áreas protegidas que tuviesen menos de seis EEI en el 2050 RCP (8.5) fue muy baja (Figura 73).

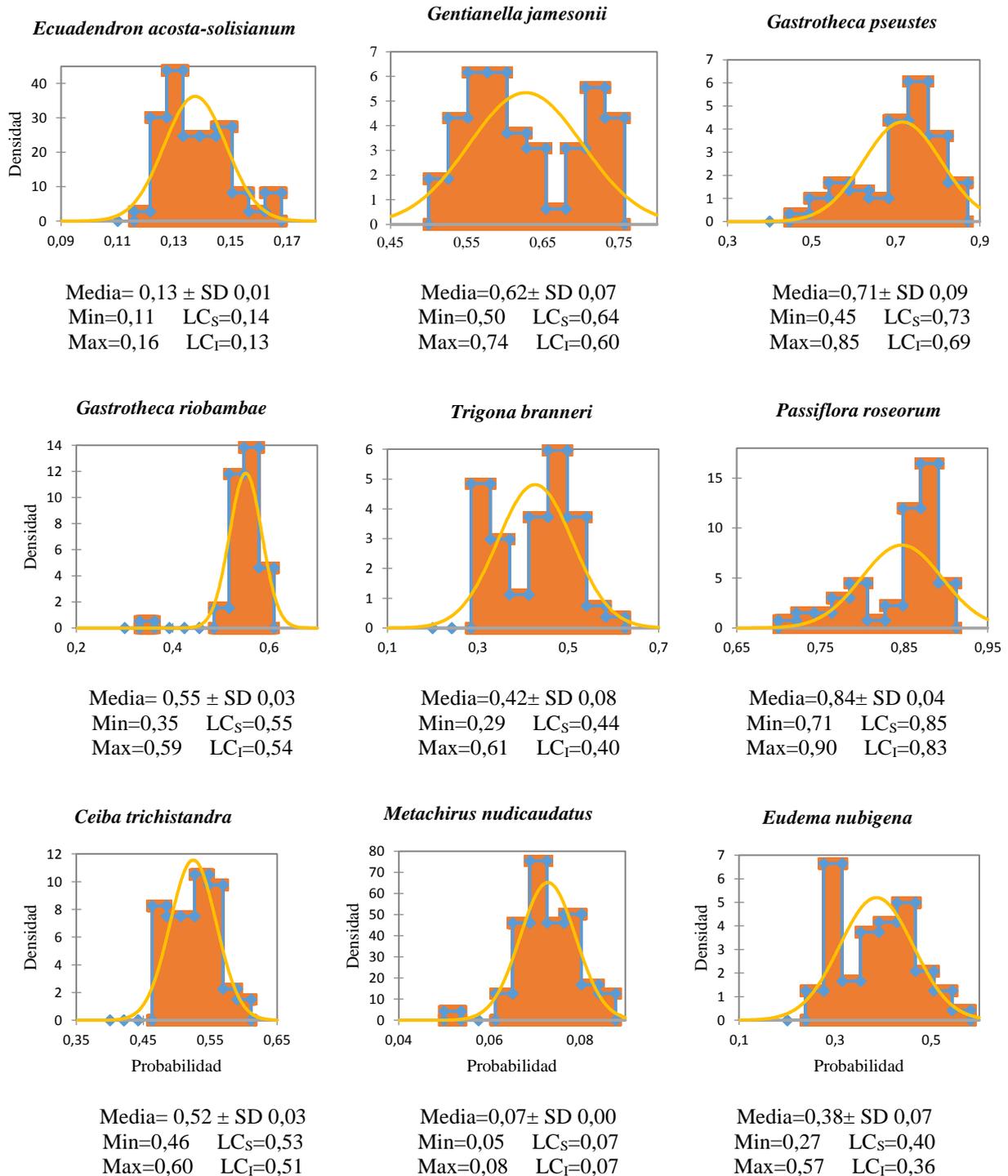
Los sitios con menor coincidencia de EEI (<6 especies) dentro de las áreas protegidas tuvieron alta probabilidad de adecuación (media>0,6) solamente para las especies *Gastrotheca pseustes*, *Gentianella jamesonii*, *Passiflora roseorum*, (Figura 74) en el 2070 RCP (4.5). Esto se vio reflejado en los histogramas de frecuencia de los valores de

probabilidad de condiciones favorables que tuvo cada especie endémica dentro de las APs donde hubiese menos de seis EEI (Figura 74). Los estadísticos descriptivos e histogramas de frecuencia de las seis especies restantes no tuvieron ni demostraron valores promedios  $>0,5$ , lo que indica que la probabilidad de encontrar condiciones climáticas favorables dentro de las áreas protegidas que tuviesen menos de seis EEI en el 2070 RCP (4.5) fue muy baja (Figura 74).

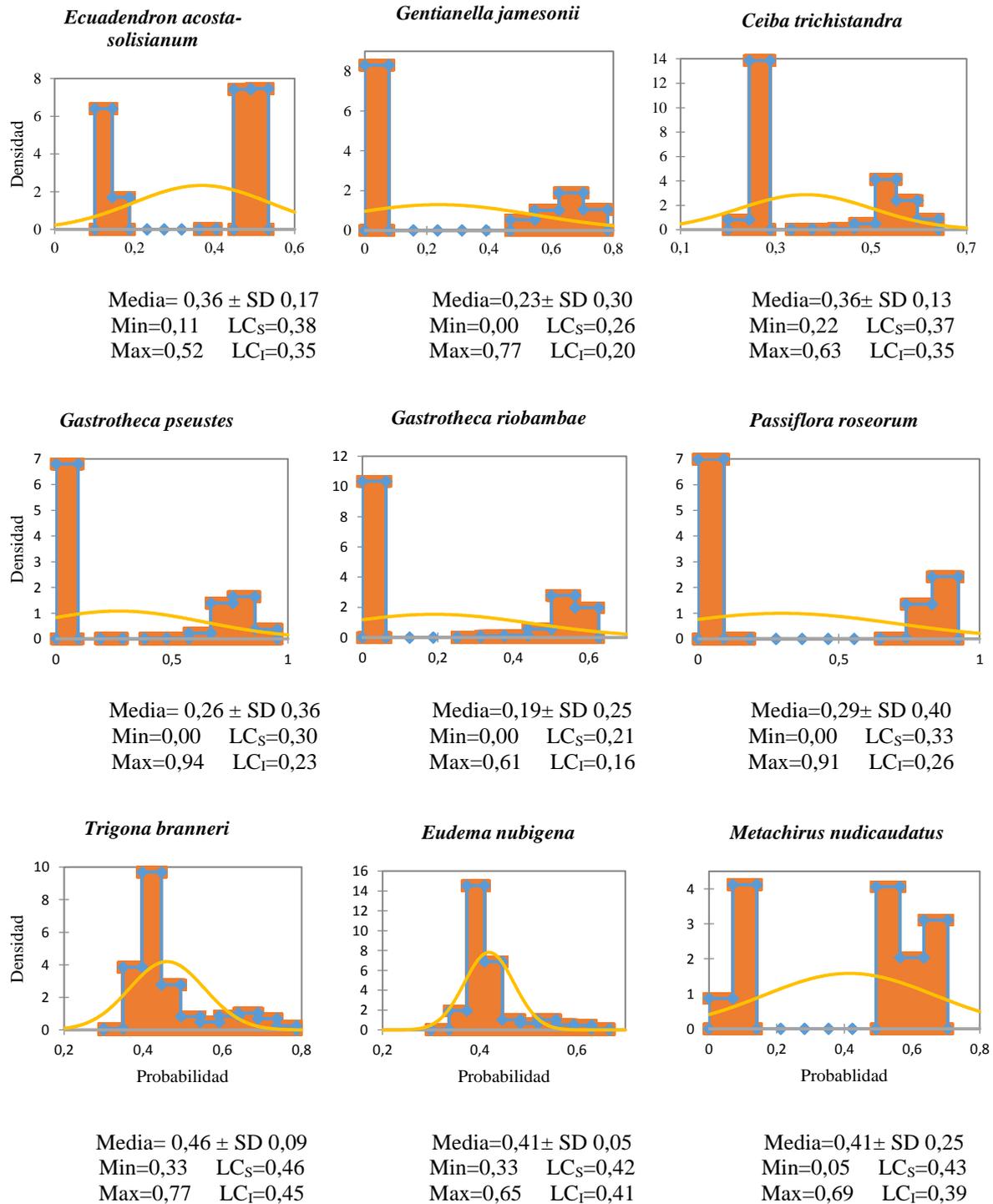
En el 2070 RCP (8.5) los sitios con menor coincidencia de EEI ( $<6$  especies) dentro de las áreas protegidas no tuvieron alta probabilidad de adecuación (media  $>0,6$ ) para las especies endémicas (Figura 75). Esto se vio reflejado en los histogramas de frecuencia de los valores de probabilidad de condiciones favorables que tuvo cada especie endémica dentro de las APs donde hubiese menos de seis EEI (Figura 74). Los estadísticos descriptivos e histogramas de frecuencia no tuvieron ni demostraron valores promedios  $>0,5$ , lo que indica que la probabilidad de encontrar condiciones climáticas favorables dentro de las áreas protegidas que tuviesen menos de seis EEI en el 2070 RCP (8.5) fue muy baja (Figura 75).



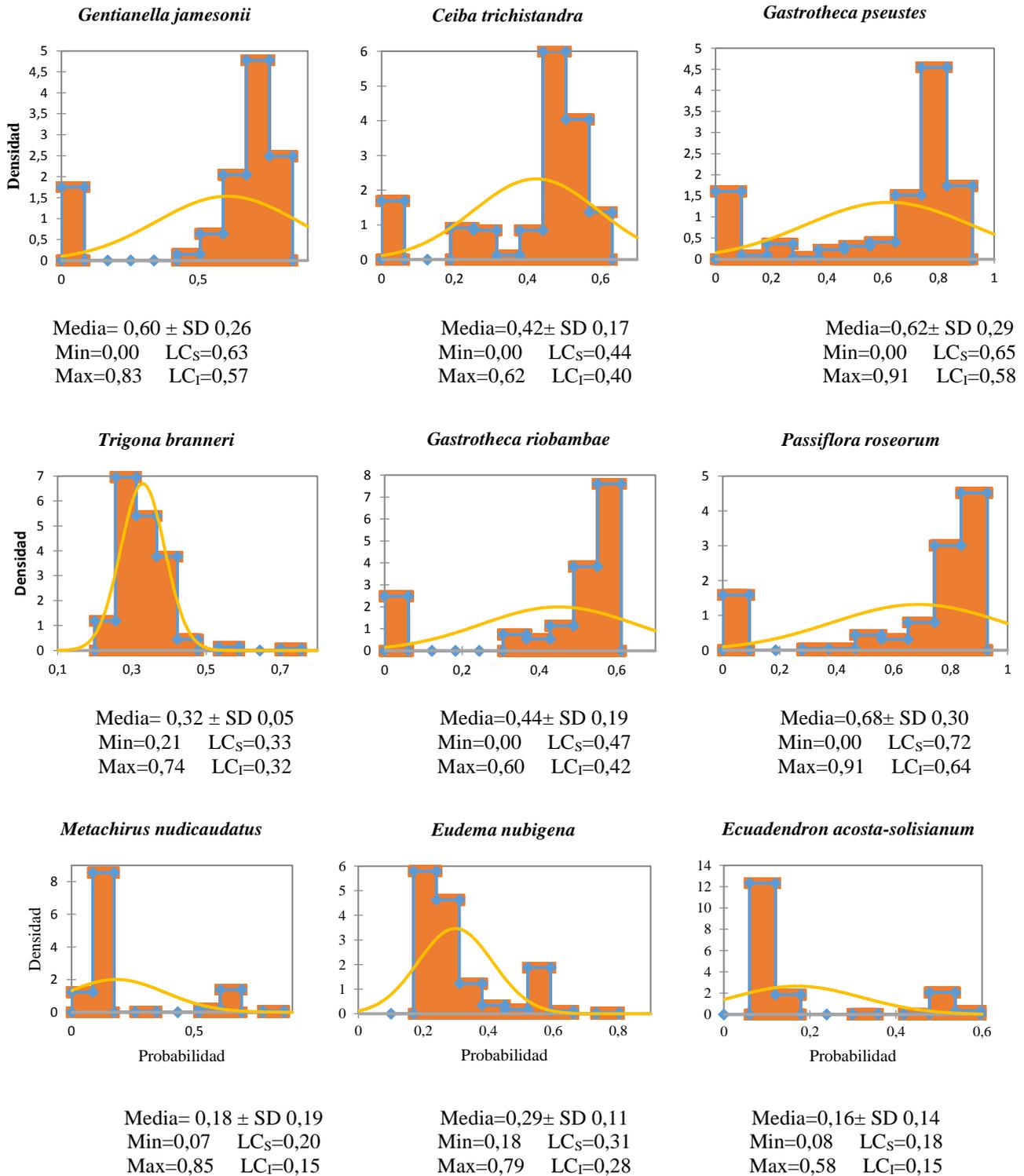
**Figura 71.** Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas en el presente, para menos de seis especies exóticas invasoras.



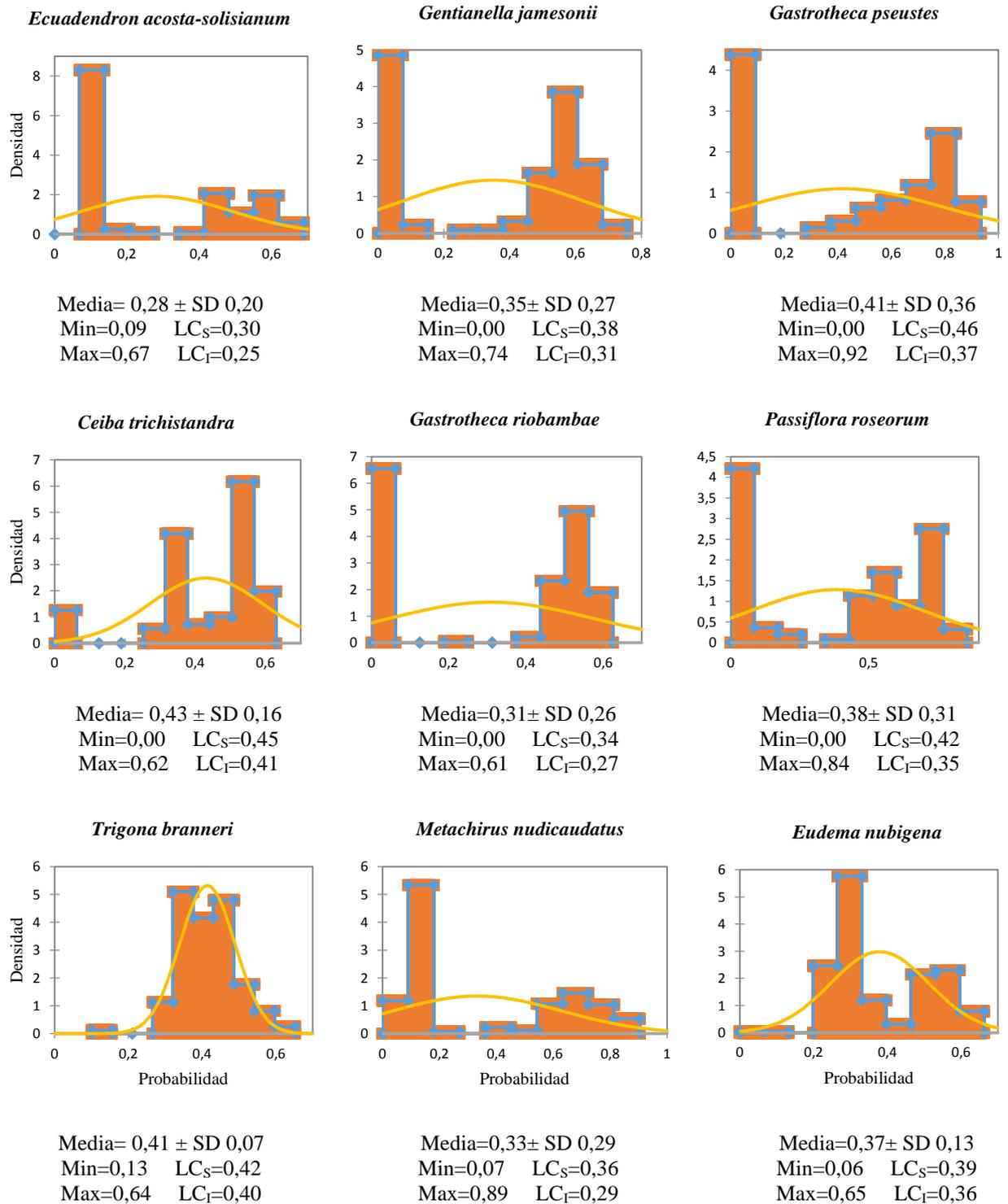
**Figura 72.** Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para menos de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 4.5 del 2050.



**Figura 73.** Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para menos de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 8.5 del 2050.



**Figura 74.** Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para menos de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 4.5 del 2070.



**Figura 75.** Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para menos de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 8.5 del 2070.

En Ecuador continental, los sitios con mayor coincidencia de EEI (>6 especies) dentro de las áreas protegidas no tuvieron alta probabilidad de adecuación (media>0,6) (Figura 76) en el presente. Esto se vio reflejado en los histogramas de frecuencia de los valores de probabilidad de condiciones favorables que tuvo cada especie endémica dentro de las APs donde hubiese más de seis EEI (Figura 76). Los estadísticos descriptivos e histogramas de frecuencia de las nueve especies no tuvieron ni demostraron valores promedios >0,5, lo que indica que la probabilidad de encontrar condiciones climáticas favorables dentro de las áreas protegidas que tuviesen más de seis EEI en el presente fue muy baja por lo cual se refuta la hipótesis de la investigación (Figura 76).

Los sitios con mayor coincidencia de EEI (>6 especies) dentro de las áreas protegidas tuvieron alta probabilidad de adecuación (media>0,6) solamente para las especies *Trigona branneri*, *Ecuadendron acosta-solisianum*, *Eudema nubigena*, *Ceiba trichistandra*, (Figura 77) en el 2050 RCP (4.5). Esto se vio reflejado en los histogramas de frecuencia de los valores de probabilidad de condiciones favorables que tuvo cada especie endémica dentro de las APs donde hubiese más de seis EEI (Figura 77). Los estadísticos descriptivos e histogramas de frecuencia de las cinco especies restantes no tuvieron ni demostraron valores promedios >0,5, lo que indica que la probabilidad de encontrar condiciones climáticas favorables dentro de las áreas protegidas que tuviesen más de seis EEI en el 2050 RCP (4.5) fue muy baja (Figura 77).

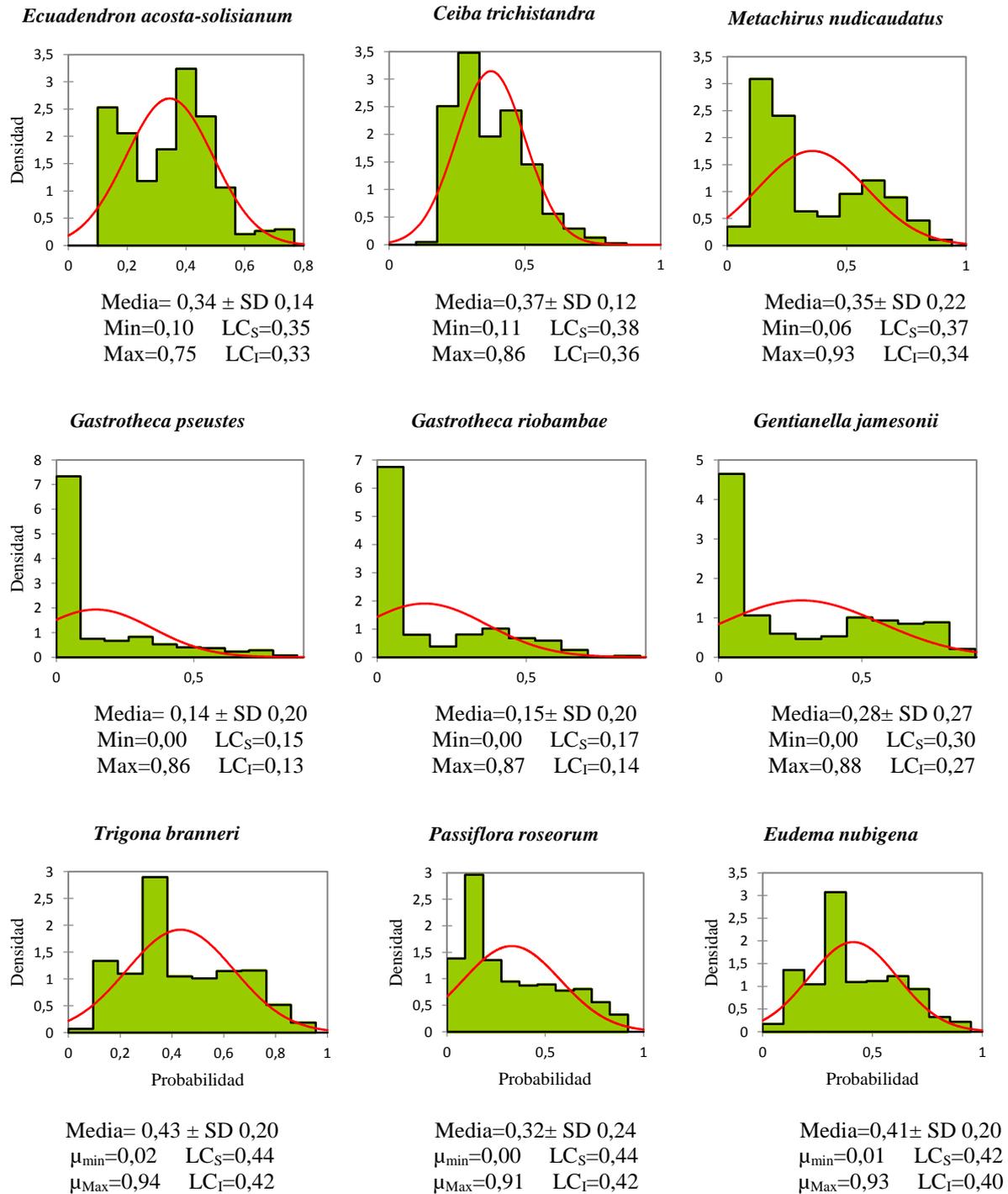
En el 2050 RCP (8.5) los sitios con mayor coincidencia de EEI (>6 especies) dentro de las áreas protegidas tuvieron alta probabilidad de adecuación (media>0,6) solamente para las especies *Trigona branneri*, *Eudema nubigena*, *Ceiba trichistandra* (Figura 78). Esto se vio reflejado en los histogramas de frecuencia de los valores de probabilidad de condiciones favorables que tuvo cada especie endémica dentro de las APs donde hubiese más de seis EEI (Figura 78). Los estadísticos descriptivos e histogramas de frecuencia de las seis especies restantes no tuvieron ni demostraron valores promedios >0,5, lo que indica que la probabilidad de encontrar condiciones climáticas favorables dentro de las áreas protegidas que tuviesen más de seis EEI en el 2050 RCP (8.5) fue muy baja (Figura 78).

En el 2070 RCP (4.5) los sitios con mayor coincidencia de EEI (>6 especies) dentro de las áreas protegidas tuvieron alta probabilidad de adecuación (media>0,6) solamente para las especies *Trigona branneri*, *Eudema nubigena*, *Ceiba trichistandra* (Figura 79) en el

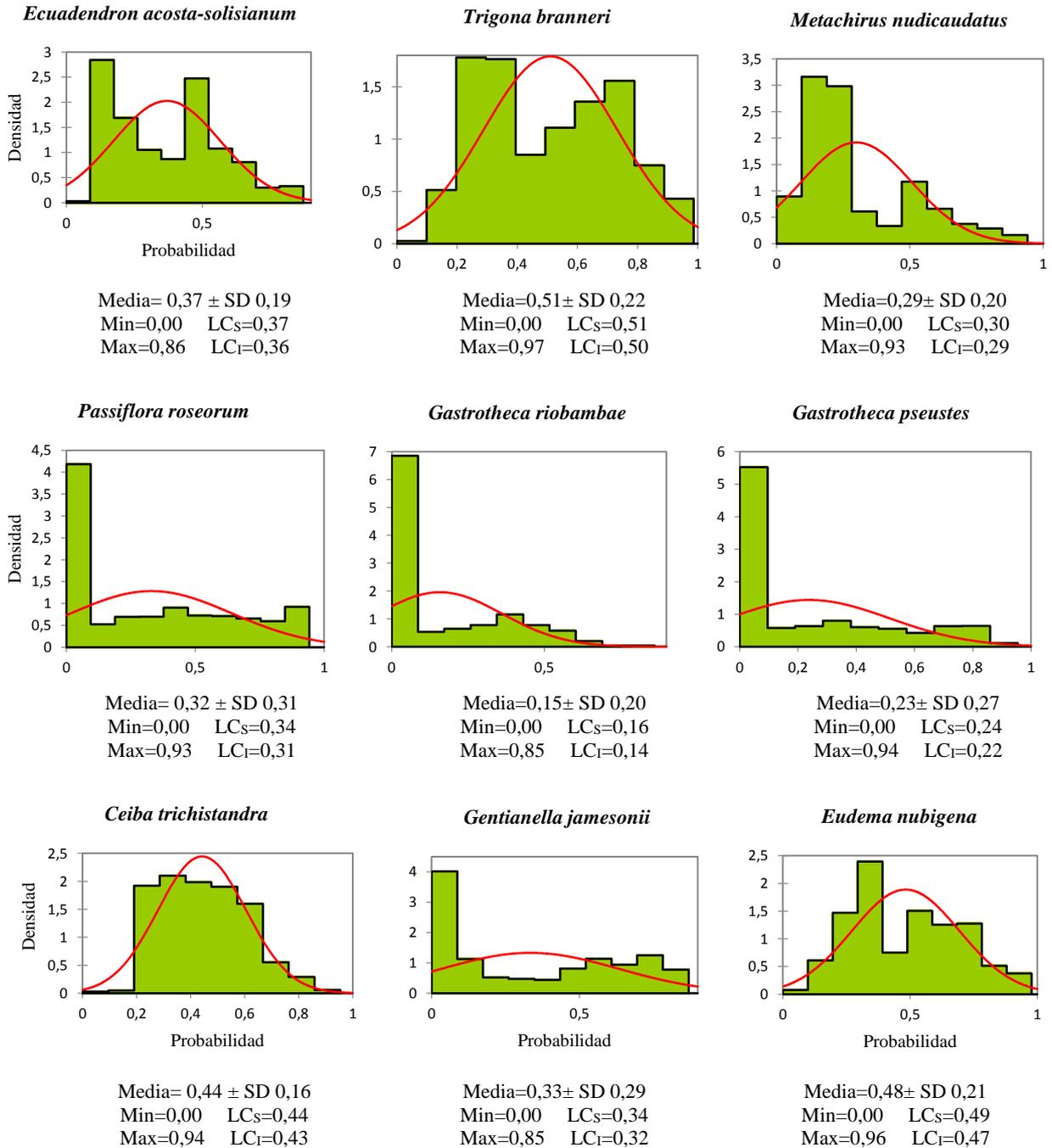
2070 RCP (4.5). Esto se vio reflejado en los histogramas de frecuencia de los valores de probabilidad de condiciones favorables que tuvo cada especie endémica dentro de las APs donde hubiese más de seis EEI (Figura 79). Los estadísticos descriptivos e histogramas de frecuencia de las seis especies restantes no tuvieron ni demostraron valores promedios  $>0,5$ , lo que indica que la probabilidad de encontrar condiciones climáticas favorables dentro de las áreas protegidas que tuviesen más de seis EEI en el 2070 RCP (4.5) fue muy baja (Figura 79).

En el 2070 RCP (8.5) los sitios con mayor coincidencia de EEI ( $>6$  especies) dentro de las áreas protegidas tuvieron alta probabilidad de adecuación (media  $>0,6$ ) solamente para las especies *Trigona branneri*, *Eudema nubigena*, *Ceiba trichistandra* (Figura 80) en el 2070 RCP (8.5). Esto se vio reflejado en los histogramas de frecuencia de los valores de probabilidad de condiciones favorables que tuvo cada especie endémica dentro de las APs donde hubiese más de seis EEI (Figura 80). Los estadísticos descriptivos e histogramas de frecuencia de las seis especies restantes no tuvieron ni demostraron valores promedios  $>0,5$ , lo que indica que la probabilidad de encontrar condiciones climáticas favorables dentro de las áreas protegidas que tuviesen más de seis EEI en el 2070 RCP (8.5) fue muy baja (Figura 80).

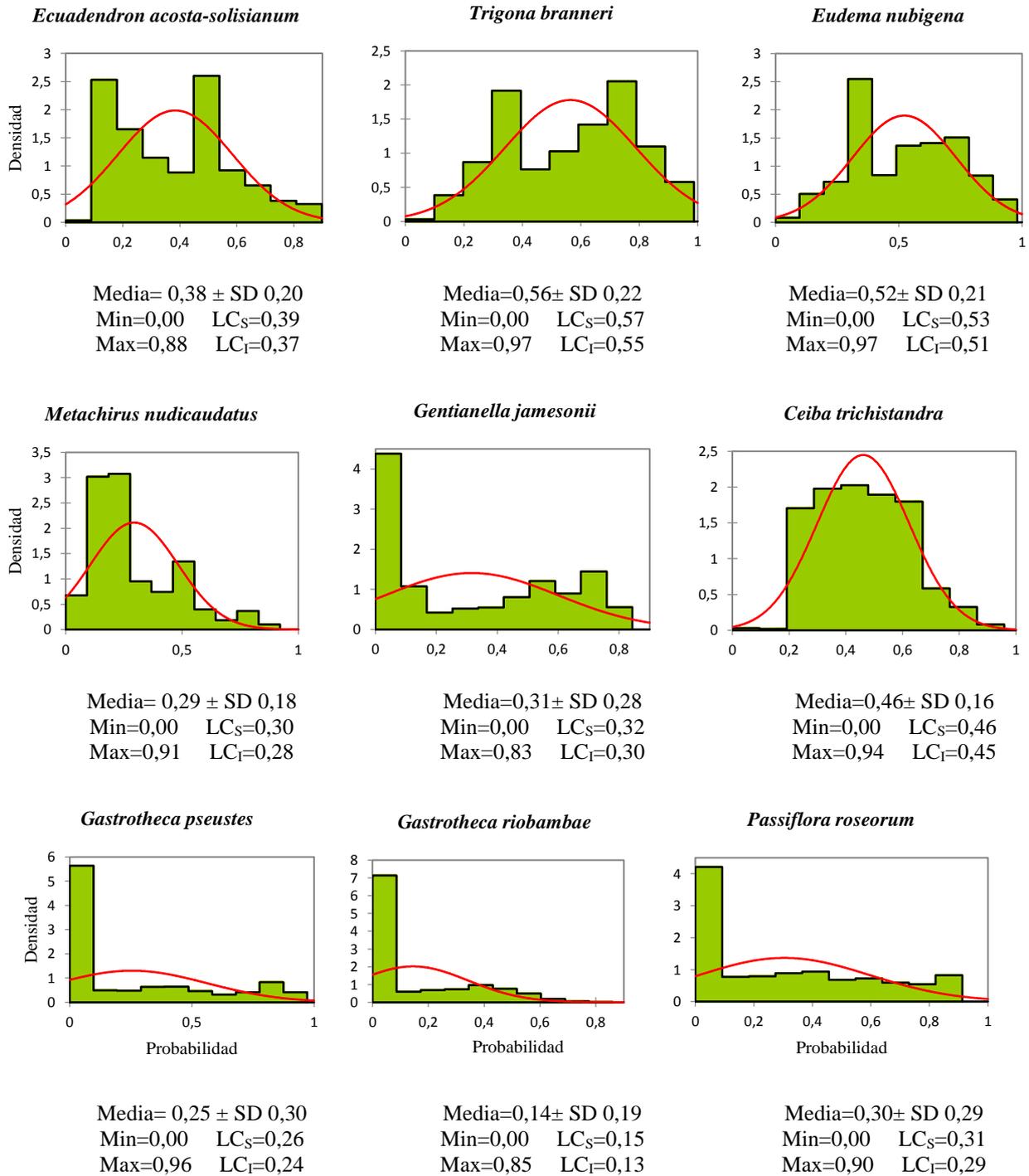
La hipótesis planteada no se cumple debido a que los sitios con mayor coincidencia de EEI ( $>6$  especies) no presentan condiciones climáticas favorables dentro de las áreas protegidas para las especies endémicas, se rechaza la hipótesis de la investigación.



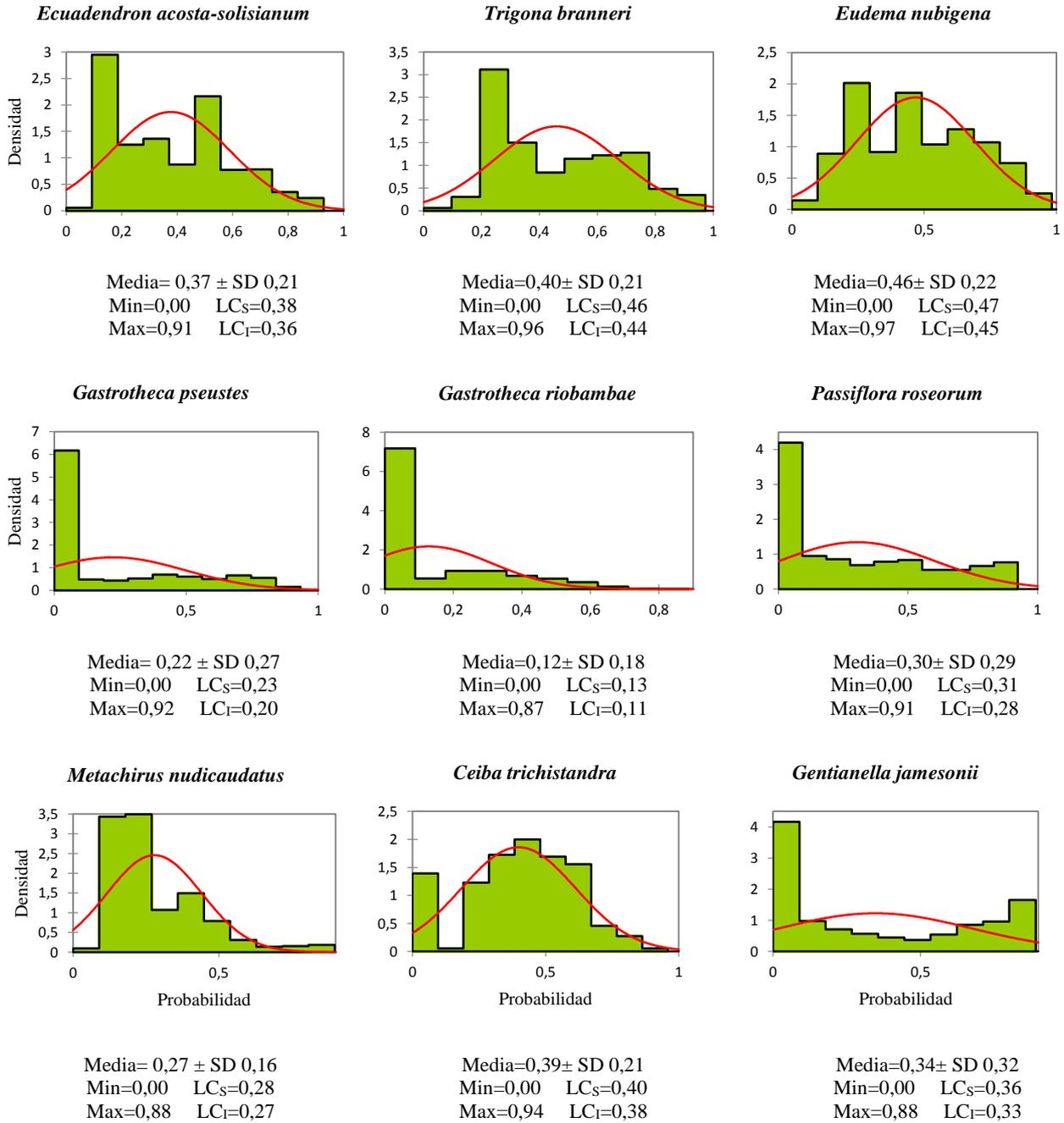
**Figura 76.** Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para más de seis especies exóticas invasoras, en el presente.



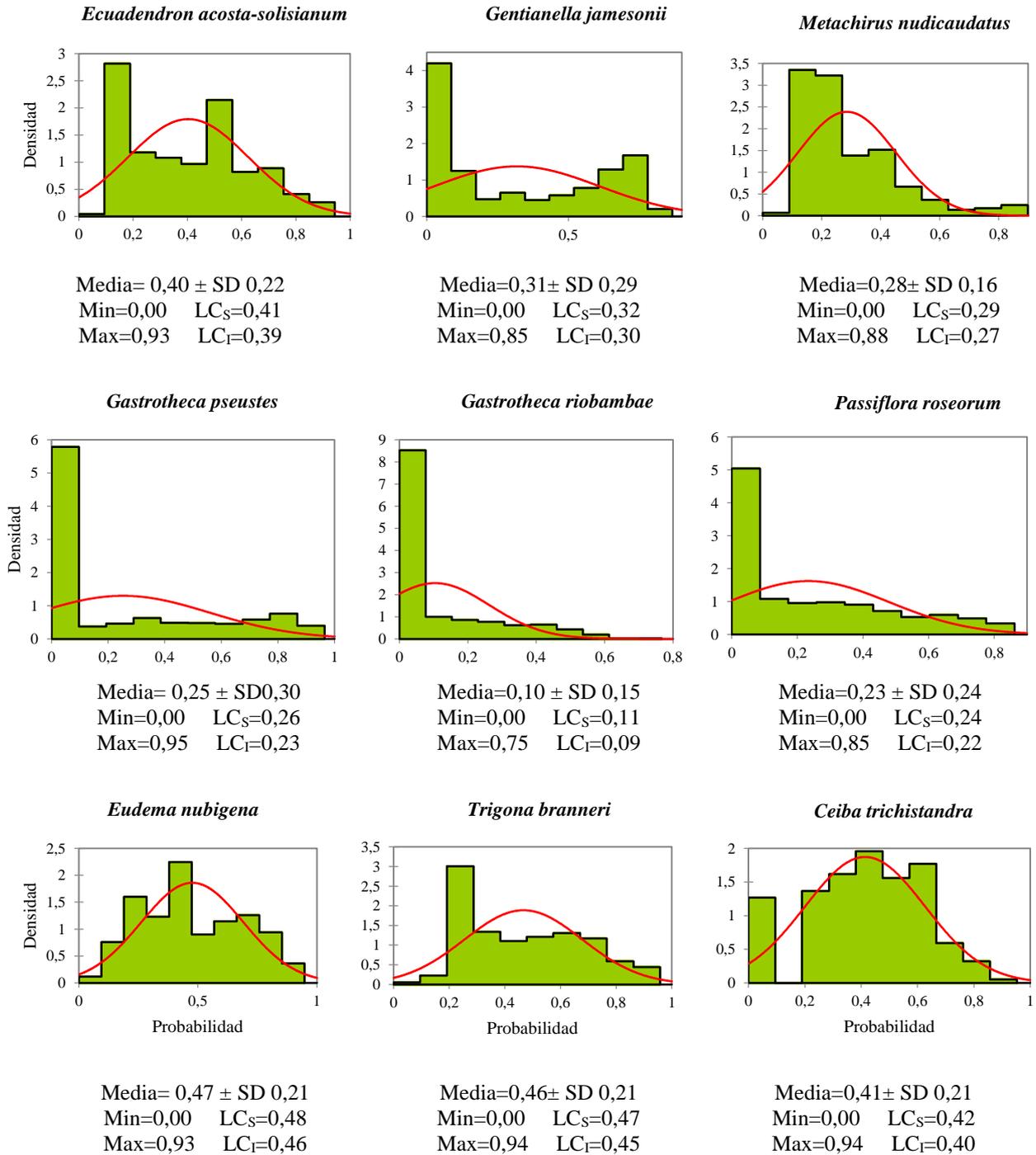
**Figura 77.** Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para más de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 4.5 del 2050.



**Figura 78.** Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para más de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 8.5 del 2050.



**Figura 79.** Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para más de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 4.5 del 2070.



**Figura 80.** Histograma de frecuencias y estadísticos descriptivos de la probabilidad de encontrar condiciones climáticas adecuadas para las especies endémicas en estudio, dentro de las áreas protegidas de Ecuador continental que presentan condiciones climáticas adecuadas para más de seis especies exóticas invasoras, en el escenario 8.5 del 2070.

## 4.6. Discusión

Las especies endémicas en Ecuador continental tienen gran importancia para el ecosistema en el que se desarrollan, aportan al valor paisajístico y mantiene el equilibrio ecológico (76). Dentro del marco de distribución para las nueve especies endémicas, cuatro de ellas presentaron distribución en la región Sierra a lo largo de las laderas de la cordillera de los andes, debido a que una de las consecuencias del cambio climático en las especies es el desplazamiento hacia zonas con mayores altitudes o hacia los polos (77), las otras cinco especies se podrían establecer en zonas montañosas con altos índices de nubosidad, precipitación ya que migran como efecto del cambio climático (78).

Las catorce especies exóticas invasoras presentaron distribución en el presente a lo largo de la zona costera, y frente a escenarios de cambio climático se evidenció una distribución hacia la región sierra a pisos altitudinales mayores (79). A partir de ello se puede plantear estrategias de conservación para las especies endémicas y erradicación para las especies exóticas invasoras mediante medidas científico -técnicas de sostenibilidad enfocadas a la conservación (80), con los resultados del modelado de nicho ecológico.

Las predicciones en los estudios realizados anuncian una variedad de efectos a los organismos vivos, y principalmente cambios en los diferentes ciclos biogeoquímicos, que afectan directamente a las especies endémicas en cuestión, aumentos de la salinidad del suelo que trae consigo la desertificación, suelos más ácidos por la variabilidad del pH, extinción masiva de las especies (81).

De las catorce especies exóticas invasoras las que presentaron mayor distribución geográfica fueron *Hyparrhenia rufa*, *Cenchrus echinatus*, *Leucaena leucocephala* que son utilizadas como forraje para la cría de ganado vacuno ya que son resistentes a climas adversos de fácil adaptación (82), crecimiento rápido ante consumo de rumiantes, la principal amenaza que presentan es que tienen buena capacidad competitiva ante otras especies y se adaptan a la mayoría de los climas tropicales y subtropicales, *Terminalia catappa* L, debido a las características de su ecología fácil adaptación a zonas cercanas al mar, con suelos salinos o ácidos es resistente a la variabilidad de climas (83). Han sido declaradas como malezas para otros cultivos en los diferentes países a nivel de América Latina, se ha demostrado mediante estudios que la capacidad competitiva de estas especies ha desplazado especies endémicas y nativas de otras regiones.

Los modelos permitieron identificar que las áreas protegidas de Ecuador continental, cubren parcialmente las zonas donde se distribuyen las especies endémicas en el presente, ya que abarcan extensiones menores a 20%. En escenarios cautelosos RCP (4.5) y extremos (8.5) marcan mayor contribución a la conservación, especialmente en las áreas protegidas que se encuentran más alejadas de zonas agrícolas o ganaderas, ya que las especies exóticas invasoras como *Hyparrhenia rufa*, *Azadirachta indica* A., *Setaria palmifolia*, *Coix lacryma-jobi*, son colonizadoras potenciales según los resultados de idoneidad que presentaron las áreas protegidas (84). Estas especies cubren grandes extensiones de las áreas protegidas ya que son de fácil adaptación a los tipos de vegetación tropical caducifolio, bosques tropicales, y que han sido introducidas por actividad antrópica a los sistemas ganaderos del país.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

1. Según el modelado de nicho ecológico las predicciones arrojadas determinaron que las especies endémicas y las especies exóticas invasoras se distribuirán potencialmente a la zona céntrica de Ecuador continental, en busca de condiciones favorables para su subsistencia. El desplazamiento se deriva por las condiciones climáticas características de la zona neotropical. La especies endémicas con mayor extensión de condiciones climáticas favorables fueron *Ceiba trichistandra*, *Ecuadendron acosta-solisianum*, *Eudema nubigena*, *Trigona branneri*. Las EE con menor cobertura geográfica de condiciones favorables fueron *Gastrotheca pseustes*, *Gastrotheca riobambae*. Las especies exóticas invasoras con mayor extensión de condiciones climáticas favorables para su invasión fueron *Hyparrhenia rufa*, *Cenchrus echinatus*, *Terminalia catappa L*, *Leucaena leucocephala*.
2. La proyección de los modelos al espacio ambiental presentó diferencias entre las especies endémicas y las exóticas invasoras ya que el centroide de condiciones favorables para las especies endémicas resultó ser una porción pequeña en el espacio ambiental, a comparación de las especies exóticas invasoras que obtuvieron un espacio ambiental con condiciones favorables mucho más representativo.
3. El 90% del área con condiciones climáticas favorables para *Passiflora roseorum* coincidió con zonas favorables para la invasión de entre seis y once especies exóticas invasoras, por ello es la especie que presenta mayores riesgos de conservación en los cinco escenarios de cambio climático. Las ocho especies endémicas restantes tuvieron valores entre 80% y 88%.
4. Las áreas protegidas cubren parcialmente los sitios con condiciones climáticas favorables para la distribución de las especies endémicas siendo *Passiflora roseorum*, *Gentianella jamesonii* las de mayor cobertura en el presente potencial. En escenarios de cambio climático *Eudema nubigena*, *Ecuadendron acosta-solisianum*, *Metachirus nudicaudatus*, *Gastrotheca pseustes* presentaron mayores porciones de cobertura dentro de las Áreas protegidas entre 8% y 11%. Las especies exóticas invasoras con mayor cobertura dentro de las áreas protegidas son *Hyparrhenia rufa*, *Azadirachta indica A.*, *Setaria palmifolia*, *Coix lacrymajobi*, con el 13,5 % aproximadamente siendo las principales amenazas para las especies endémicas.

## 5.2. Recomendaciones

- Comunicar estos resultados al MAE con la finalidad de que puedan trazar planes preventivos para conservar las especies endémicas, prevenir la invasión de posibles exóticas y desarrollar campañas a nivel nacional tratando de potenciar el papel de las áreas protegidas ante el inminente cambio climático.
- La utilización del algoritmo de máxima entropía Maxent debe ser manejado cautelosamente ya que se podría generar información errónea si no se ingresan los datos de manera coherente, las sobre predicciones son unas de las falencias que el modelo tiene. Además el poder predictivo del algoritmo disminuye si se utilizan una cantidad mínima de datos.
- La variabilidad del clima cambia en función de las actividades antropogénicas, es posible que los datos de temperatura, precipitación y vegetación cambien drásticamente para los diferentes escenarios en la vida real, pudiéndose presentar condiciones extremas peores o mejores a las predichas por el modelo.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## Bibliografía

1. Alonso J. El Planeta tierra en peligro (Calentamiento Global, Cambio Climático, Soluciones). In Alonso J. El Planeta tierra en peligro (Calentamiento Global, Cambio Climático, Soluciones).; 2010. p. 400.
2. Santiago JA, López M, López S. Tendencias del cambio climático global y los eventos extremos asociados. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable Ra Ximhai. 2008; 4: p. 225-263.
3. Teta P, Formoso A, Tammone M, De Tommaso DC, Fernández FJ, Torres J, et al. Micromamíferos, cambio climático e impacto antrópico: ¿Cuánto han cambiado las comunidades del sur de América del Sur en los últimos 500 años? In Teta P, Formoso A, Tammone M, De Tommaso DC, Fernández FJ, Torres J, et al. Micromamíferos, cambio climático e impacto antrópico: ¿Cuánto han cambiado las comunidades del sur de América del Sur en los últimos 500 años?; 2014. p. 7-38.
4. Cantú Martínez PC. Cambio climático : sus repercusiones para la sustentabilidad. Sustentabilidad ecológica. 2014; 17.
5. Obeso JR, Herrera JM. Pollinators and climate change. Ecosistemas. 2018; 27.
6. Castro A. Las invasiones biológicas y su impacto en los ecosistemas. Ecosistemas. 2014 Enero-Abril.
7. Urbina-cardona JN. Gradientes andinos en la diversidad y patrones de endemismo en anfibios y reptiles de Colombia: Posibles respuestas al cambio climático. In Urbina-cardona JN. Gradientes andinos en la diversidad y patrones de endemismo en anfibios y reptiles de Colombia: Posibles respuestas al cambio climático.; 2011.
8. Price EPF, Spyreas G, Matthews JW. Biotic homogenization of regional wetland plant communities within short time-scales in the presence of an aggressive invader. Journal of Ecology. 2018; 106.
9. Gallardo B, Aldridge DC, González-Moreno P, Pergl J, Pizarro M, Pyšek P, et al. Protected areas offer refuge from invasive species spreading under climate change. Global Change Biology. 2017; 23.
10. Bravo E. La diversidad en el Ecuador. Journal of Experimental Psychology: General. 2014; 136.
11. Vázquez-garcía JA, Neill DA, Pérez-c AJ, Arroyo F, Núñez-v MP, Serna M, et al. Magnoliaceae en el Neotrópico : Riqueza , Endemismo y Estado de Conservación. 2013.
12. Causton CE, Jäger H, Granda MVT, Cruz M, Mejía M, Guerrero E, et al. Número total y estatus actual de las especies introducidas e interceptadas en Galápagos. 2016; 821.

13. Capdevila-Argüelles L, Zilletti B, Suárez Álvarez VÁ. Causas de la pérdida de biodiversidad: Especies Exóticas Invasoras Causes of biodiversity loss: Invasive Alien Species. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. 2013; 10.
14. Álvaro A, Castro-Díez P. Las invasiones biológicas y su impacto en los ecosistemas. *Ecosistemas*. 2014; 24.
15. Montero-Castaño A, Calviño-Cancela M, Rojas-Nossa S, De La Rúa P, Arbetman M, Morales CL. Invasiones biológicas y pérdida de polinizadores. *Ecosistemas*. 2018; 27.
16. Yáñez P. Las Áreas Naturales Protegidas del Ecuador: Características y Problemática General. *Las Áreas Naturales Protegidas de Ecuador Qualitas*. 2016; 11.
17. Gutierrez F. Las invasiones biológicas y el cambio climático. *Revista La Tadeo*. 2010.
18. Asamblea Nacional Contituyente. Constitución de la República del Ecuador. [Online].; 2008 [cited 2018 noviembre 18. Available from: <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716.pdf>.
19. INABIO. Agenda nacional de investigación sobre la biodiversidad. MAE, SENESCYT e INABIO. 2017..
20. Betts MG, Phalan B, Frey SJK, Rousseau JS, Yang Z. Old-growth forests buffer climate-sensitive bird populations from warming. *Diversity and Distributions*. 2018; 24.
21. Ayala-García J, Meisel-Roca A. La exclusión en los tiempos del auge : El caso de Cartagena. 2016;(47).
22. Lizarralde M. Especies Exóticas Invasoras (Eei) En Argentina: Categorización De Mamíferos Invasores Y Alternativas De Manejo. In Lizarralde M. *Especies Exóticas Invasoras (Eei) En Argentina: Categorización De Mamíferos Invasores Y Alternativas De Manejo*.; 2016. p. 267-277.
23. Rubén M, Felicísimo A, Muñoz J. Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Scielo*. 2011 Junio; 84(2).
24. Olmedo V. Especies endémicas "Ecuador Megadiverso en peligro". *Diversidad*. 2018;(10).
25. Mendoza Á. Manejo de Áreas protegidas. [Online].; 2002 [cited 2018 Noviembre 25. Available from: [ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/users/acoca/carpeta\\_areas\\_protegidas/Areas\\_Protegidas\\_P3/Bibliografia/Tesis%20Doctoral%20%20Mejorando%20el%20m](ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/users/acoca/carpeta_areas_protegidas/Areas_Protegidas_P3/Bibliografia/Tesis%20Doctoral%20%20Mejorando%20el%20m).

26. Mueces V. Conservación de la biodiversidad. [Online].; 2011 [cited 2018 Noviembre 25. Available from: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/bioetica/tesis07.pdf>.
27. Ministerio de Medio Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente. [Online].; 2015 [cited 2018 Noviembre 25. Available from: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/todas-areas-protegidas>.
28. United Nation Decade on Biodiversity. Ecología. [Online].; 2018 [cited 2018 Noviembre 26. Available from: <http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/index.php/articulos/tuxtlas/17-recuadros/376-nicho-ecologico>.
29. Vitturini M, Fillottrani P, Castro S. Modelos de datos para datos espaciales. Sistemas de Información Geográfica. 2003.
30. Phillips S, MIroslav D, Schapire R. software Maxent para el modelado de Nicho Ecológico. Biodiversity Informatics. 2018 Nov.
31. Comisión Nacional de Biodiversidad. Nichos y Áreas de distribución. [Online].; 2014 [cited 2018 Noviembre 26. Available from: <http://nicho.conabio.gob.mx/la-calibracion-del-modelo/maxent>.
32. Morales A. MappingGis. [Online].; 2014 [cited 2018 Noviembre 26. Available from: <https://mappinggis.com/2013/10/software-gis-gratuito-esri/>.
33. Cuesta F, Peralvo M, Merino A, Bustamante MBF, Freile J. Priority areas for biodiversity conservation in mainland Ecuador. Neotropical Biodiversity. 2017 Marzo; 3.
34. Torres O. Lista actualizada de las lagartijas de Ecuador con comentarios acerca de su diversidad. universidad Católica del Ecuador. 2017.
35. Tapia M, Homeier j, Espinosa C, Leuschner C, Cruz M. Deforestation and Forest Fragmentation in South Ecuador since the 1970s – Losing a Hotspot of Biodiversity. PlosOne. 2015 Septiembre.
36. Carolina R, Almendaris A, Torres O. Diversity, threat, and conservation of reptiles from continental Ecuador. Amphib. Reptile Conserv. 2017 Diciembre.
37. Virkkala R, Heikkinen R, Kuusela S, Leikola N, Pöyry J. Significance of Protected Area Network in preserving biodiversity in a changing Northern European Climate. 2019.
38. Gallardo B, Aldridge D, Gozales P, Pergj j, Pizarro M, Pysek P, et al. Protected Areas offer refuge from invasive species spreading under climate change. Global Change Biology. 2017.

39. Jerez V, Zuñiga A, Muñoz C, Pizarro J. Acciones y avances sobre la conservación de insectos en Chile. *SciELO*. 2015; 79(1).
40. Crego R, Jimenez J, Rosie R. Expansión de la invasión del Visón Norteamericano (*Neovison vison*) en la Reserva de la Biosfera de Cabo de Hornos, Chile. *SciELO*. 2015; 43(1).
41. Emission Gap. *Tendencias Científicas*. 2018 Noviembre.
42. Mora C. *Nature Climate*. 2018. Cambio climatic y las invasiones Biologicas como efectos directos de pérdida de diversidad.
43. Kretschmer E. Cambio Climático. *Science*. 2018; Afectaciones significativas del Cambio Climatico.1(44).
44. Ponce C. Cambio Climático: Bases Científicas y Escepticismo. *CULCYT*. 2016;(46).
45. Roka K. Promoting Climate Agenda and Biodiversity conservación at the local level: A case for Nepal Rural and Urban municipalities. *Springer Nature Switzerland*. 2019.
46. Básquez B, Nivelos C, Picón P, Armijos M, Vasquez C, Astudillo P. La Lechuza *Campanaria Tyto alba* (Strigiformes: Tytonidae) como regulador de plagas en un ecosistema urbano altoandino en el sur del Ecuador. 2018 Julio.
47. Herrera I, Hernandez J, Suarez C, Cornejo J, Goncalves E, Ayala C. Reporte y distribución potencial de una palma exótica ornamental (*Roystonea oleracea*) en Ecuador. 2017 Junio; 68(2).
48. Instituto Humboldt. *Biomodelos*. [Online].; 2017 [cited 2018 diciembre 20]. Available from: <http://www.albayan.ae>.
49. Becerra-López J, Romero-Méndez U, Romero-Méndez U, Becerra-López J. Revisión de las técnicas para el modelado de la distribución de las especies. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*. 2016; 5.
50. Hijmans RJ. *Introduction to R*. 2019.
51. Sanchez V, Escalante P, Peterson A. El modelado de la distribucion de especies y la conservacion de la diversidad biológica. 2017 marzo.
52. Fernandez L, Goyenechea I, Escalante t. ¿PUEDE EL ANÁLISIS DE ENDEMICIDAD USARSE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE TRAZOS GENERALIZADOS? *Biogeografía*. 2014.
53. Aguirre M, Alfonso M. Especies exóticas invasoras. impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. 2009.

54. Baptiste M, Castaño N, Cárdenas D, De paula Gutierrez F, Gil D, Lasso C. Analisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas en Colombia. Humboldt Colombia. 2010.
55. Melendo J. Cambio climático: Reflexiones tras la cumbre de Varsovia. 2014 Enero.
56. Valencia M, Figueroa A. Vulnerabilidad de humedales altoandinos ante procesos de cambio: tendencias del análisis. Revista Ingenierias. 2014.
57. Francés F, Bussi G. Análisis del impacto del cambio climático en el ciclo de sedimentos de la cuenca del río Ésera (España) mediante un modelo hidrológico distribuido. 2014 Agosto.
58. Jeremy N, Flanagan M, Irma F, Letty S. Aves y endemismo en los bosques relictos de la vertiente occidental andina del norte del Perú y sur del Ecuador. Scielo. 2005 Agosto; 12(2).
59. Raffaella A, Isabel W, Fabián L, Eugenia P, Adriana O, Vladimiro T, et al. Estudio Preliminar sobre Plantas Medicinales Utilizadas en Algunas Comunidades de las Provincias de Azuay, Cañar y Loja, para Afecciones del Aparato Gastrointestinal. Revista Tecnológica ESPOL. 2010; 23(1).
60. Correoso M. Estrategia preliminar para evaluar y erradicar Achatina fulica (Gastropoda: Achatinaceae) en Ecuador. Revista de Zoología. 2006 Noviembre;(2).
61. Varela L. Geografía y clima del Ecuador. BIOWEB. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [Online]. [cited 2018 Diciembre 18. Available from: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiaClima/>.
62. Schüttler E, Karez C. Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. Montevideo: UNESCO; 2008.
63. Chamberlain S, Ram K, Hart T. Spocc. [Online].; 2016 [cited 2018 Diciembre 10. Available from: <https://github.com/ropensci/spocc>.
64. Osorio , Olvera. NicheToolBox R package. [Online].; 2016 [cited 2018 Diciembre 10. Available from: <https://github.com/luismurao/nichetoolbox>.
65. Guélat J, Kéry M. Methods in Ecology and Evolution; Effects of spatial autocorrelation and imperfect detection on species distribution models. British Ecological Society. 2018 Febrero.
66. Hijmans R, Cameron S, Parra J, Jones P, Jarvis A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. Climatol. 2005.
67. ESRI. ArGis Destkop. Release 10.1. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA. 2018.

68. Phillips S, Anderson R, Dudík M, Schapire R, Blair M. Opening the black box: an open-source release of Maxent. [Online].; 2017 [cited 2018. Available from: [Ecography, 40: 887–893. doi:10.1111/ecog.03049](https://doi.org/10.1111/ecog.03049).
69. Peterson A, Navarro-Sigüenza G, Martínez-Meyer E, Cuervo-Robayo A, Berlanga H, Soberón J. Twentieth century turnover of Mexican endemic avifaunas: Landscape change versus climate drivers. [Online].; 2015.
70. Jeschke J, Strayer D. Usefulness of bioclimatic models for studying climate change and invasive species. *Ann N Y Acad Sci.* 1134 (1): 1-24. [Online].; 2008.
71. Vicente J, Alagador D, Guerra C, Alonso J, Kueffer C, Vaz A, et al. Cost-effective monitoring of biological invasions under global change: a model-based framework. *J Appl Ecol.* Early view. [Online].; 2016.
72. Gallardo B, Aldridge D, Gonzales P, Pergi J, Pizarro M, Pysek P, et al. Protected areas offer refuge from invasive species spreading under climate Change. 2017 Febrero.
73. Instituto Geográfico Militar. Geo Portal: Instituto Geográfico Militar. [Online].; 2018 [cited 2019 Mayo 25. Available from: <http://www.igm.gob.ec/index.php/en/>.
74. Beck HE, Zimmermann NE, McVicar TR, Vergopolan N, Berg A, Wood EF. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. [Online].; 2018 [cited 2019 Mayo 25. Available from: <https://www.nature.com/articles/sdata2018214>.
75. Beck HE, Zimmermann NE, McVicar TR, Vergopolan N, Berg A, Wood EF. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Nature Scientific Data.* 2018;(doi=10.1038/sdata.2018.214.).
76. León B, Pitman N, Roque J. Introducción a las plantas endémicas del Perú. Scielo. 2006; 13(2).
77. Gonzalez M, Jurado E, Gonzalez S, Aguirre O, Jimenez JNJ. Cambio Climatico mundial: Origen y consecuencias. *Ciencia UANL.* 2003 Septiembre; VI(3).
78. Peñuelas J, Sabaté S, Filella I, Gracia C. Efectos del cambio climatico sobre los ecosistemas terrestres: Observación, experimentación y simulación. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante.* 2003.
79. Marquet P, Sebastian A, Armesto J, Barria I, Arroyo M, Cavieres L, et al. Estudio de Vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco región mediterranea a nivel de ecosistemas y especies y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático. *Cambio Global.* 2011.
80. Vilches A, Gil D. La construcción de un futuro sostenible en un planeta en riesgo. 2008.

81. García , Belda L. Cambio climático global y centro de actividades biológicas. 2018.
82. Segura E. Efecto de la invasión de *Ligustrum lucidum* sobre las comunidades de anfibios del Bosque Chaqueño Serrano de Córdoba. Escuela de biología. 2019.
83. Castillo S. Introducción intencional de fauna exótica y futuros invasores: ¿Seguimos tropezando con la misma piedra una y otra vez? Scielo. 2016; 37(2).
84. Uttam S, Krishna Prasad S, Devkota A, Mohan S, Bharat Babu S. Potential impact of climate change on the distribution of six invasive alien plants in Nepal. ELSIEVER. 2018.
85. Argerie LMyC. Leguminosas Forrajera, Mani Mejorador, *Arachis pintoi* CIAT17434. In A. LM.C. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Ganadería, Programa Nacional de Ganado de Carne, Unidad de pastos y Forrajes. Costa Rica: Centro de Información Agropecuaria Costa Rica; 1994. p. 5,6.
86. Juárez JyL. Fascículo 37, ASCLEPIADACEAE. In instituto de biología U. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Mexico: D.R. Universidad Nacional Autónoma de México; Instituto de Biología. Departamento de Botánica; 2003. p. 6.
87. Martínez F. Info Pastos y Forrajes.com. [Online].; 2019. Available from: <http://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-gordura/>.
88. Bonifaz N, León R, Gutiérrez FG. Recursos Forrajeros de Clima Templado. 2018 Octubre..
89. Willmann D, Schmidt EM, Heinrich M, Rimpler H. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlan. 2000 mayo..
90. Clayton WD, VMS, HKT & WH. Kew, Royal Botanic Gardens. [Online].; 2016. Available from: <http://www.kew.org/data/grasses-db/www/imp05516.htm>.
91. Borja Texocotitla A, Chanona Sandoval M, López Gutiérrez S. SERVICIO DE CONSULTORIA PARA EL CONTROL DEL PASTO JARAGUA (*Hyparrhenia rufa*). Jarahua.; 2017.
92. A J. Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá por UEIA. [Online].; 2014. Available from: <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/66>.
93. Belov M. Chileflora. [Online].; 2008. Available from: <http://www.chileflora.com/Florachilena/FloraSpanish/HighResPages/SH1119.htm>.
94. Grupo de Investigación Sostenibilidad IyTS. Catálogo virtual de flora del valle de Aburrá por UEIA. [Online].; 2014. Available from: <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/20>.

95. Salazar R, Soihet C, Méndez JM. *Leucaena leucocephala*. In Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Costa Rica: Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza-CATIE; 2000. p. 37.
96. Edición especial de Environmental Weeds of Australia para Biosecurity Queensland. Queensland Government. [Online].; 2019. Available from: [https://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/media/Html/setaria\\_palmifolia.htm](https://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/media/Html/setaria_palmifolia.htm).
97. Fern K. Base de datos de plantas tropicales. [Online].; 2019. Available from: <http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Coix+lacryma-jobi>.
98. Vibrans H. Malezas de Mexico. [Online].; 2019. Available from: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/cenchrus-echinatus/fichas/ficha.htm>.
99. Bissanti G. Un Mundo Ecosostenible dentro i codic della Natura. [Online].; 2017. Available from: <https://antropocene.it/es/2017/11/11/spartium-junceum/>.
100. Vibrans H. Malezas de México. [Online].; 2019. Available from: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/festuca-arundinacea/fichas/ficha.htm>.

**CAPÍTULO VII**  
**ANEXOS**

## Anexo 1

**Anexo 1.1.** Proceso metodológico de modelado de nicho ecológico para especies endémicas y exóticas invasoras, en escenarios de cambio climático.

The screenshot shows the NicheToolBox web interface. The main content area displays a table of GBIF data for the species *Arachis pintoi*. The table has columns for name, longitude, latitude, issues, prov, key, datasetKey, publishingOrgKey, and networkKey. There are four rows of data, all for *Arachis pintoi* with various geographic coordinates and dataset keys. On the left side, there is a search form with fields for 'Enter the species genus:' (containing 'arachis'), 'Enter the name of species:' (containing 'pintoi'), and 'Enter a occ search limit' (containing '500'). The browser's address bar shows the URL 'shiny.conabio.gob.mx:3838/nichetoolb2/'.

name	longitude	latitude	issues	prov	key	datasetKey	publishingOrgKey	networkKey
Arachis pintoi	-89.89297	16.930363	cdround_gass84	gbif	1990467933	50c9509d-22c7-4a22-a47d-8c48425ef4a7	28eb1a3f-1c15-4a95-931a-4af90ecb574d	none
Arachis pintoi	-73.11989	7.132061	cdround_gass84	gbif	1990533147	50c9509d-22c7-4a22-a47d-8c48425ef4a7	28eb1a3f-1c15-4a95-931a-4af90ecb574d	none
Arachis pintoi	-67.96278	3.473169	cdround_gass84	gbif	1986608255	50c9509d-22c7-4a22-a47d-8c48425ef4a7	28eb1a3f-1c15-4a95-931a-4af90ecb574d	none
Arachis pintoi	106.73367	-6.440507	cdround_gass84	gbif	2005395408	50c9509d-22c7-4a22-a47d-8c48425ef4a7	28eb1a3f-1c15-4a95-931a-4af90ecb574d	none

**Anexo 1.2.** Extracción de registro de presencia para especies endémicas y especies exóticas invasoras (NicheToolBox).

The screenshot shows the GBIF Occurrence search results page. The search criteria are 'Lantana camara L.' and the results show 44,439 occurrences. The table displays columns for Scientific name, Country or area, Coordinates, Month & year, and Basis of record. The results are filtered to show occurrences in January 2019. The browser's address bar shows the URL 'https://www.gbif.org/occurrence/search?taxon\_key=2925303'.

Scientific name	Country or area	Coordinates	Month & year	Basis of record
Lantana camara L.	United States of America	30.3N, 97.7W	2019 January	Human observation
Lantana camara L.	Cuba	21.1N, 75.9W	2019 January	Human observation
Lantana camara L.	Spain	28.7N, 17.8W	2019 January	Human observation
Lantana camara L.	United States of America	28.6N, 80.8W	2019 January	Human observation
Lantana camara L.	United States of America	32.8N, 79.9W	2019 January	Human observation
Lantana camara L.	Mexico	18.9N, 97.9W	2019 January	Human observation
Lantana camara L.	Taiwan	24.8N, 121.0E	2019 January	Human observation
Lantana camara L.	Cuba	22.6N, 83.7W	2019 January	Human observation
Lantana camara L.	United States of America	26.2N, 97.3W	2019 January	Human observation
Lantana camara L.	Mexico	15.8N, 96.2W	2019 January	Human observation

**Anexo 1.3.** Extracción de registro de presencia para especies endémicas y especies exóticas invasoras (GBIF).

Records 1 - 50 of 50

Family	Scientific Name	Author	Reference	Date
Verbenaceae	Lantana camara	L.	Sp. Pl. 2: 627	1753
Verbenaceae	Lantana camara subsp. aculeata	(L.) R.W. Sanders	Sida 22(1): 394-395, f. 9	2006
Verbenaceae	Lantana camara var. aculeata	(L.) Moldenke	Torrey 34(1): 9	1934
Verbenaceae	Lantana camara fo. aculeifera	Moldenke	Phytologia 52: 129	1982
Verbenaceae	Lantana camara fo. alba	(Moldenke) Moldenke	Phytologia 45: 296	1980
Verbenaceae	Lantana camara var. alba	Moldenke	Phytologia 5: 132	1955
Verbenaceae	Lantana camara fo. albiflora	Moldenke	Phytologia 47: 223	1980
Verbenaceae	Lantana camara fo. caffertyi	I.E.Méndez	Willdenowia 32: 294	2002
Verbenaceae	Lantana camara fo. camara			
Verbenaceae	Lantana camara subsp. camara			
Verbenaceae	Lantana camara var. camara			
Verbenaceae	Lantana camara var. crocea	Bailey	Cycl. Amer. Hort. 884	1900
Verbenaceae	Lantana camara fo. flava	(Medik.) Moldenke	Phytologia 45: 296	1980
Verbenaceae	Lantana camara var. flava	(Medik.) Moldenke	Known Geogr. Dist. Verbenaceae and Avicenniaceae 77	1942
Verbenaceae	Lantana camara fo. glandulosa	R. Fern.	Bol. Soc. Brot. II, 61: 132	1988

Anexo 1.4. Extracción de registro de presencia para especies endémicas y especies exóticas invasoras (Tropicos Org.).

Maximum Entropy Species Distribution Modeling, Version 3.4.1

Environmental layers

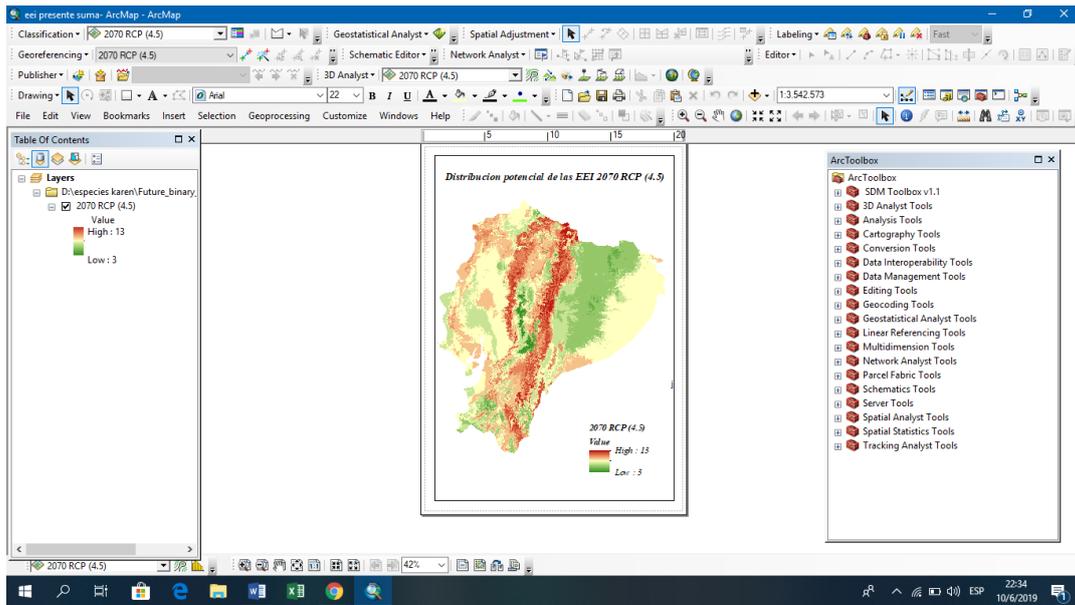
- bio\_1 Continuous
- bio\_10 Continuous
- bio\_11 Continuous
- bio\_12 Continuous
- bio\_13 Continuous
- bio\_14 Continuous
- bio\_15 Continuous
- bio\_16 Continuous
- bio\_17 Continuous
- bio\_18 Continuous
- bio\_19 Continuous

Output directory: \\SITTT\HERRIABLES BIOCLIMATICAS\2050-EQUADOR

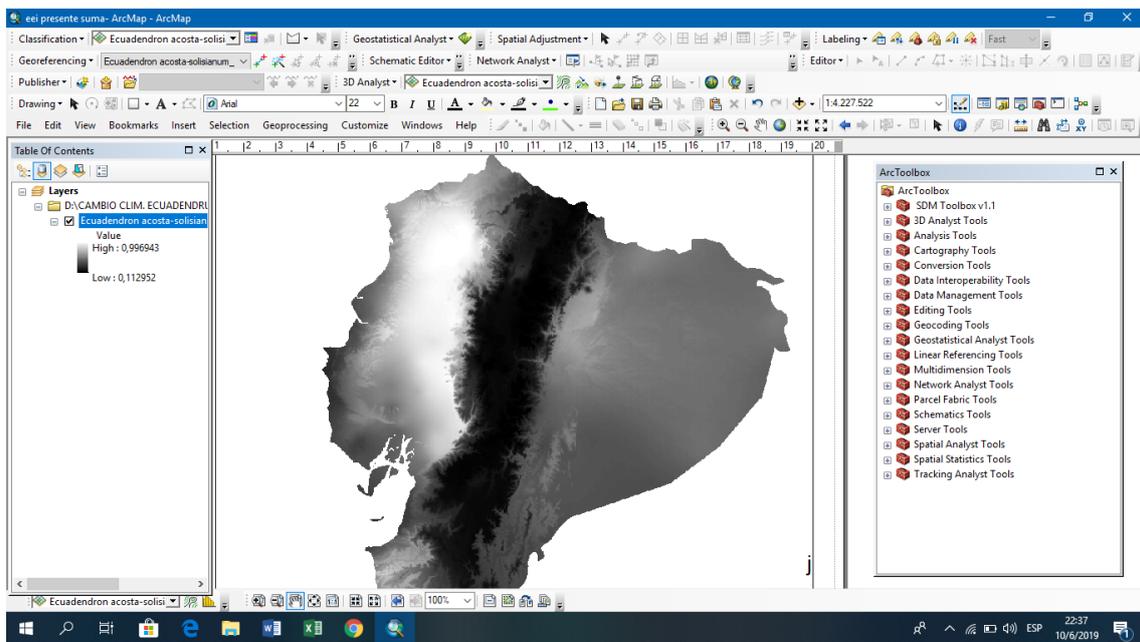
Response Curves

- bio\_1
- bio\_10
- bio\_11
- bio\_12
- bio\_13
- bio\_14
- bio\_15
- bio\_16
- bio\_17
- bio\_18
- bio\_19

Anexo 1.5. Software de modelaje: Maxent (máxima entropía) para modelos de nicho ecológico.



Anexo 1.6. Herramienta de edición de modelos de distribución ArGis.



Anexo 1.7. Herramienta de edición de modelos de distribución ArGis.

## Anexo 2

### Anexo 2.1. Descripción de la Clasificación climática de Köppen

- **Af - Ecuatorial o tropical húmedo**

Las lluvias están repartidas a lo largo del año por lo que no hay una estación seca, ya que todos los meses superan los 60 mm. Se da en las zonas cercanas al ecuador terrestre, como sectores de la cuenca amazónica, América Central, África ecuatorial y el sudeste asiático. Como excepción, se da en algunos sectores de la costa atlántica brasileña alejados del ecuador.

- **Am - Tropical monzónico**

Con algún mes por debajo de 60 mm y si la precipitación del mes más seco es superior a la fórmula  $[100 - (\text{Precipitación anual}/25)]$ . Se da en zonas de Sudamérica, Brasil, Centroamérica y México, el extremo sur de Florida, África, el subcontinente indio y el sudeste asiático.

- **Aw - Con invierno seco**

Con algún mes por debajo de 60 mm y si la precipitación del mes más seco es inferior a la fórmula  $[100 - (\text{Precipitación anual}/25)]$ . El periodo seco se da en invierno. Este tipo de clima se da en algunas regiones tropicales del continente americano, en la sabana de África subsahariana, oriental y meridional, en el subcontinente indio, en el sudeste asiático y en el norte de Australia.

- **Cfb - Oceánico (verano suave)**

La temperatura media del mes más cálido no llega a los 22 °C pero se superan los 10 °C durante cuatro o más meses al año. Es llamado clima oceánico o atlántico, templado y húmedo, y se da en las regiones occidentales de las grandes masas continentales: Norte de la Europa Occidental, y el Sur de Chile. También se puede encontrar en islas como las de Nueva Zelanda y casi toda la isla de Tasmania, y en zonas limítrofes a los climas Cfa al no llegar el verano a los 22 °C debido a la influencia del mar o la altitud, como zonas costeras del sur de Australia, del centro de Argentina, y sectores tropicales y subtropicales o mediterráneos, como algunas zonas de España, y en Sudamérica, en zonas de Brasil y algunos países andinos.

- **Csb - Oceánico mediterráneo (verano suave)**

La temperatura media del mes más cálido no supera los 22 °C pero se disminuye a menos de los 10 °C durante cuatro o más meses al año. Este clima es muchas veces de transición entre el Csa (mediterráneo) y el Cfb (oceánico). A diferencia del mediterráneo presenta un verano más suave, pero al contrario que en el oceánico hay estación seca y esta es en los meses más cálidos. Se da en zonas como el Valle central de Chile, suroeste de la Argentina, la Costa Oeste de los Estados Unidos, el suroeste de Canadá, la costa central portuguesa, y también en otras zonas limítrofes al clima mediterráneo en donde la altitud provoca temperaturas más frescas.

- **Cwb - Templado con invierno seco (verano suave)**

La temperatura media del mes más cálido no llega a los 22 °C pero se superan los 10 °C durante cuatro o más meses al año. Se da normalmente en ciudades de mucha altura en zonas templadas o tropicales, como sectores elevados de los Andes, el cuerno de África y Sudáfrica. Es la variación de climas tipo Cwa.

- **Cfc - Subpolar oceánico**

Los meses con temperatura media superior a 10 °C son menos de cuatro al año. Es el clima oceánico frío, próximo a las zonas polares, con una oscilación anual muy escasa, temperaturas siempre por encima de -3 °C y lluvias constantes y generalmente abundantes. La altitud también puede influenciar a un área determinándola, haciéndola tener este tipo de clima y no el oceánico común, Cfb, como en las tierras altas en Escocia, Reino Unido. Se da en sectores insulares o cercanos al mar, como el extremo sur de Argentina y Chile, algunas zonas de la isla de Tasmania en Australia, parte de la costa atlántica de Noruega y parte de las islas europeas en el Atlántico norte, como las Feroe y parte de Islandia.

- **Cwa - Subtropical con invierno seco (verano cálido)**

La temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C. Este clima es una variación del chino o pampeano y se da en regiones más alejadas del mar que no reciben tantas precipitaciones por lo que la estación menos lluviosa aquí es bastante seca. Es propio del interior de China, Argentina, Paraguay y Sudáfrica y se diferencia del mediterráneo en que la estación lluviosa es la más cálida. También se puede dar como transición al clima

tropical, con lluvias abundantes, debido a los monzones del verano, pero un invierno seco, y donde las temperaturas descienden ligeramente de los 18 °C.

- **BSh - Semiárido cálido**

La temperatura media anual está por encima de los 18 °C.

- **Csa - Mediterráneo (verano cálido)**

La temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C. Es el clima mediterráneo, con lluvias estacionales y temperaturas cálidas en verano. Se da, además de en la cuenca mediterránea, en zonas de Chile, Australia, California y Europa meridional.

- **ET - Clima de tundra**

La temperatura media del mes más cálido está entre 0 °C y 10 °C. La vegetación es únicamente de hierbas en estos meses donde se superan los 0 °C (T de Tundra). Se da en las costas del océano Ártico y de la península Antártica y en islas subpolares ubicadas en latitudes elevadas.

- **BSk - Semiárido frío**

La temperatura media anual está por debajo de los 18 °C.

### Anexo 3

#### Anexo 3.1 Descripción de las características de las especies exóticas invasoras

- ***Arachis pintoii:***

El crecimiento favorece con una continua disponibilidad de humedad, puede sobrevivir a periodos de sequía no mayores a los cuatro meses de lo contrario se mueren las hojas y algunos estolones, pero con la facilidad de que se recuperan fácilmente al empezar la época lluviosa. Se desarrolla bien en regiones tropicales localizadas entre 0 a 1800 msnm y con una precipitación promedio de 2000 a 3500 mm anuales. Como cobertura vegetal reporta beneficios de tipo económico, al realizarse un gran ahorro en control de malezas y fertilización nitrogenada, y de tipo ecológico al constituirse en una alternativa de regiones de ladera y aun en otras de topografía plana, para controlar la erosión (85).

- ***Asclepia Curassavica:***

Se distribuye ampliamente desde Estados Unidos hasta Sudamérica en los trópicos y subtropicos de ambos hemisferios, matorral adaptado para vivir en ambientes secos pierde sus hojas cada año en elevaciones de 1000 a 1890 m, floración de abril a diciembre. Fructificación de abril a mayo. Se utiliza en la medicina tradicional, tiene fama de venenosa. También se reporta su uso veterinario y como pesticida (86).

- ***Melinis minutiflora:***

Especie perenne de crecimiento semirrecto y en macollas originarias de África. Tallos basales y erectos de hasta 1.5 metros. Se puede establecer en suelos pobres, y su desempeño óptimo se da en suelos drenados y fértiles Ph4.0-7.5. Alturas sobre el nivel del mar de 0 a 2200 msnm. Temperatura 15 a 27°C y es tolerante a libre exposición y sombra parcial. Precipitaciones anuales de 900 a 3200 mm. Se utiliza principalmente en pastoreo, capa vegetal en laderas secas ya que cubre el terreno densamente y produce una alta calidad en semilla viable, corte, ensilaje y heno (87).

- ***Lolium multiflorum:***

Es originario del Mediterráneo, sur de Europa, norte de África y Asia Menor, su adaptación es en climas templados húmedos, resiste bien al frío, no soporta la sequía. 2500-3600 msnm. Requieren suelos de textura intermedia o ligeramente pesada, ricos en

nitrógeno, pH óptimo 6-7. Responde bien a la fertilización. Son muy exigentes en humedad para un normal desarrollo requieren entre 12-25 mm de precipitación o riego por semana, a pesar de altos requerimientos de humedad, son susceptibles a terrenos encharcados o con exceso de humedad. En cuanto al uso esta especie es valorada especialmente, por su rápido establecimiento, y alta producción, excelente calidad y aceptabilidad por el ganado, se puede sembrar para producir heno o asociado con granos pequeños (avena, cebada) (88).

- ***Lantana camara:***

La distribución en trópicos y subtrópicos de América. Introducida y naturalizada en los trópicos y subtrópicos del Viejo Mundo, hábitat; bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo, también cultivada o ruderal. En elevaciones de 700 a 2250 m. florece y fructifica durante todo el año, esta especie es ampliamente utilizada en problemas gastrointestinales, y en enfermedades dermatológicas en ciertos casos puede resultar tóxica en algunos animales (89).

- ***Hyparrhenia rufa:***

Es un pasto perenne de desarrollo rápido y muy rústico, tiende a formar macollas altas cuando se dejan crecer libremente y cuando está en la época de floración alcanza cerca de los tres metros. Es nativa de África tropical y meridional se ha introducido en regiones de América tropical y Asia para desarrollar la producción ganadera (90). Actualmente se encuentra en los trópicos del mundo, ha sido reportada desde el nivel del mar hasta los 2000 m de altitud. Se encuentra en Florida (Estados Unidos), México y América central (91).

- ***Azadirachta Indica A.***

Azadirachta, de su nombre árabe azadirahht, indica, del latín indicus-a-um, procedente de la India. Nativa de Asia, cultivada en los trópicos, es arbórea con una altura máxima 15m y diámetro de 30 cm, con alta densidad de follaje con flores pequeñas abundantes y aromáticas. Es de crecimiento rápido en zona Seca, Húmeda con suelo bien drenado y posee un rango altitudinal de 0 -1000 msnm, 1001-1500 msnm, 1501-2000 msnm la madera se emplea en carpintería y construcción. Se cultiva como combustible y por sus

propiedades medicinales e insecticidas y en espacios públicos se utilizan en vías peatonales, Glorietas (92).

- ***Senecio Vulgaris:***

En Chile esta especie crece con las siguientes condiciones ambientales; elevación media (hasta el límite del bosque). (La elevación absoluta depende de la latitud). Elevación baja, valles del interior; Cordillera de la costa, 500-2000 m; Costa, 0-500 m (93). Condiciones de agua; áreas de secano, donde el periodo seco sin precipitaciones dura 6-10 meses. Las precipitaciones alcanzan 100-300 mm anuales, concentrándose en invierno. Secano, donde el periodo sin precipitaciones dura 3-5 meses. Las precipitaciones alcanzan 400-800 mm anuales, concentrándose en el invierno. Áreas con constantes precipitaciones, periodos secos cortos son posibles, pero no duran más de 1 mes (93).

- ***Terminalia catappa***

Nombre común almendro, distribución geográfica Asia habito de crecimiento arbórea con una altura máxima de 15 m y un diámetro de 45 cm con una densidad de follaje alta, con tasa de crecimiento rápida longevidad media de (36-60 años), con un rango altitudinal de 0-1000msnm, 1001 - 1500 msnm, 1501 - 2000 msnm, requerimiento de luminosidad alta. Y el tipo de suelo tolerante a niveles freáticos (capa del suelo que contiene agua) altos. La madera se emplea en ebanistería y construcción liviana. El fruto contiene una almendra comestible su función sobria, alimento para la fauna, fruto comestible (94).

- ***Leucaena Leucocephala***

Es originaria de América tropical desde el sur de México hasta Nicaragua. La lucaena se adapta bien a las tierras bajas casi desde el nivel del mar hasta los 800 a 900 msnm y a sitios con 600 a 2300 mm anuales de precipitación, con un periodo seco de 4 a 6 meses. La temperatura óptima para el buen desarrollo de esta especie varía entre 22 a 29°C. Tolera un amplio rango de suelos, desde rocosos hasta arcillosos. No crece bien en suelos ácidos, ni muy pesados, inundados o sobrepastoreados (95).

- ***Setaria palmifolia***

Originaria de china, el sur de Japón, Taiwán, esta hierba introducida se ha cultivado como una planta de jardín(es decir, ornamental) en las partes más cálidas de Australia y más

común en los distritos costeros del este de Australia. Esta especie prefiere hábitats húmedos con sombra y es una maleza de arbustos urbanos, bosques cerrados, bordes de camino, jardines y áreas de desechos. Una hierba grande, tufted, longevidad(es decir perenne) que crece generalmente hasta 1,5 m de altura, pero ocasionalmente alcanza hasta 2m de altura (96).

- ***Coix Lacryma-jobi***

Es una hierba erecta, anual a perenne, muy macoliza, con culmos erectos y robustos que crecen de 1 a 3 metros de altura. Hábitat lugares húmedos en pastizales en las estribaciones de los Himalayas. Lugares soleados y abiertos a elevaciones de 2000 metros en Nepal. Propiedades; es potencial de maleza, altura 1.00 m, Cultivado, Ornamental, Salvaje. Crecen mejor en áreas húmedas de los trópicos, con éxito en elevaciones de hasta 2000 metros. Se informa que tolera una precipitación anual en el rango de 610 a 4290 mm. Una temperatura promedio anual de 9.6 a 27.8°C y un pH en el rango de 4.5 a 8.4. Crece mejor en una posición soleada. La planta es vista como una maleza en algunas áreas (97).

- ***Cenchrus echinatus***

Planta ruderal y arvense muy común, cultivos y orillas de carreteras, la distribución por tipo de zonas bioclimáticas; selva caducifolia, matorral espinoso y matorral subtropical, es una hierba anual, erecta, con frecuencia creciendo varios individuos juntos con un tamaño de 25- 60 cm de altura. Su distribución altitudinal desde el nivel del mar hasta los 2000 m, más común de los 500 a los 1500 m, preferentemente en suelos arenosos, florece en verano y se utiliza como forraje cuando esta tierno, también tiene usos medicinales (98).

- ***Spartium junceum***

Es una planta perteneciente a la familia ferbaceae. Es típico de los matorrales gariga y mediterráneos también es conocida como la escoba española es la única especie del genero *Spartium* y la especie *S.junceun*. Es una especie nativa del Mediterráneo, desde el sur de Europa, norte de África y oriente medio, sin embargo es endémico en gran parte de la cuenca mediterránea. Esta especie crece en áreas soleadas de 0 a 1200 m prefiere suelo arenoso seco también puede crecer en suelos arcillosos, siempre que no estén sujetos a la humedad o a la acumulación de agua (99).

**CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE  
PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO  
ACADÉMICO**



### Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** tesis febrero2019.docx (D50725428)  
**Submitted:** 4/16/2019 1:25:00 AM  
**Submitted By:** yferrer@uteq.edu.ec  
**Significance:** 3 %

#### Sources included in the report:

Emilio\_Vivas\_EEI.docx (D40939038)  
alex\_coveña\_urkund\_tesis.docx (D43249664)

#### Instances where selected sources appear:

10