



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES

DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y POTENCIAL DE LA ESPECIE
***Passiflora ligularis* EN LOS ANDES ECUADOR, BAJO**
ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTORA:

ADRIANA JACQUELINE GUACHO TENE

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES

DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y POTENCIAL DE LA ESPECIE
***Passiflora ligularis* EN LOS ANDES ECUADOR, BAJO**
ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTORA: ADRIANA JACQUELINE GUACHO TENE

DIRECTOR: Ing. JUAN CARLOS CARRASCO BAQUERO, PhD.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Adriana Jacqueline Guacho Tene

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Adriana Jacqueline Guacho Tene, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 03 de junio de 2024



Adriana Jacqueline Guacho
C.I. 060517577-7

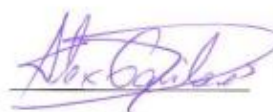
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y POTENCIAL DE LA ESPECIE *Passiflora ligularis* EN LOS ANDES ECUADOR, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO**, realizado por la señorita **ADRIANA JACQUELINE GUACHO TENE** ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Alex Vinicio Gavilanes Montoya. PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2024-06-03

Ing. Juan Carlos Carrasco Baquero, PhD.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-06-03

Ing. Jorge Daniel Córdova Lliquín, Msc.
ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-06-03

DEDICATORIA

A mi yo de 5 años que se encontraba en una crisis existencial sobre su futuro y decidió arriesgarse y seguir adelante; no han sido fáciles estos últimos años, sin embargo, en el presente me encuentro agradecida y feliz por culminar mi carrera universitaria.

A mi padre Ramiro Guacho fuerza inagotable, ejemplo de tesón inquebrantable, tus enseñanzas son el cimiento que me llevan a lograr este anhelo trascendente.

A mi madre Margot Tene, fuente de amor infinita, apoyo incondicional en cada visita tus palabras de aliento fueron mi bastión, en los momentos de duda, mi motivación.

A mi hermana Paulina, compañera fiel, cómplice en risas y sueños, unidas por un vínculo entrañable, compartiendo esta meta invaluable.

Adriana

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad, cuna del saber, por abrir las puertas del conocimiento forjando mi mente en cada momento. A mi asesor, maestros de infinita paciencia, compañeros de ruta en esta grata experiencia, su apoyo constante no podré olvidar.

Agradezco a mis padres y a mi hermana que me apoyaron en todo momento, sin ellos no seguiría de pie, son los principales promotores de mis metas, gracias a ellos por confiar en mí.

Finalmente, me agradezco a mí misma por no rendirme, en un inicio solo seguía a mi corazón porque cada uno con su corazón avanza y sí, a veces se gana o a veces se pierde, perdí sueños, perdí mi balance, pero yo sé, que tal vez me encontré y gané más de lo que me perdí, gané vida y gané una historia más para mi colección. Pero también entendí, quizás estuvo bien equivocarme tantas veces porque hoy agradezco ser la persona en la que me convertí, la intensa que jamás se quedaba callada, que no se rindió ante nada ni nadie, la que pudo afirmar que está hecha de cambios y muchos sueños.

Adriana

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY / ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.1.1 <i>Objetivo General</i>	4
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.2 Justificación.....	4
1.3 Hipótesis.....	5
1.3.1 <i>Hipótesis Nula:</i>	5
1.3.2 <i>Hipótesis Alterna:</i>	5

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Passiflora ligularis subsp. granadilla.....	6
2.2 Distribución espacial de especies.....	6
2.3 Distribución actual.....	7
2.4 Distribución potencial.....	7
2.5 WorldClim.....	7
2.6 Maxent.....	7
2.7 Sistemas de Información Geográfica.....	7
2.8 Escenarios SSP.....	8
2.9 Cartografía ambiental.....	8
2.10 Teledetección.....	8
2.11 Modelamiento de nichos ecológicos.....	8
2.12 Especie.....	9

2.13	Escenarios de cambio climático.....	9
2.14	RCP 4.5.....	9
2.15	RCP 6.0.....	9
2.16	RCP 8.5.....	10
2.17	Diagnóstico.....	10
2.18	Diagnóstico situacional.....	10
2.19	Los Andes centrales del Ecuador.....	11
2.20	Análisis espacial.....	11
2.21	Marco legal.....	11
2.22	Medidas de conservación de especies.....	12
2.23	Repoblación.....	12
2.24	Repoblación vegetal.....	12
2.25	Medidas de conservación de especies vegetales.....	13

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO.....	14
3.1	Área de estudio.....	14
3.2	Características climáticas.....	14
3.3	Métodos.....	15

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	19
4.1	Diagnóstico situacional actual de la especie <i>Passiflora ligularis</i> subsp. <i>granadilla</i> en los Andes centrales del Ecuador.....	19
4.1.1	<i>Caracterización ecosistémica</i>	20
4.1.2	<i>Caracterización botánica</i>	21
4.1.2.1.	<i>Clasificación taxonómica</i>	22
4.1.3	<i>Descripción morfológica</i>	22
4.1.3.1.	<i>Raíz</i>	22
4.1.3.2.	<i>Tallo</i>	23
4.1.3.3.	<i>Hojas</i>	23
4.1.3.4.	<i>Flores</i>	24
4.1.3.5.	<i>Frutos</i>	25
4.1.3.6.	<i>Semillas</i>	25

4.1.4	<i>Usos etnobotánicos</i>	26
4.1.5	<i>Características edafológicas</i>	28
4.1.5.1.	<i>Suelo</i>	28
4.1.5.2.	<i>Textura del suelo</i>	28
4.1.5.3.	<i>Nutrientes del suelo</i>	29
4.1.5.4.	<i>pH del suelo</i>	29
4.1.6.	<i>Altitud</i>	29
4.1.7.	<i>Temperatura</i>	29
4.1.8.	Precipitación	30
4.1.9.	<i>Humedad relativa</i>	30
4.1.10.	<i>Características climáticas</i>	30
4.1.12	<i>Historia</i>	35
4.1.13	<i>Importancia económica</i>	36
4.1.14	<i>Variables ambientales</i>	38
4.2.	Determinar la situación actual de la especie en los andes del Ecuador.	39
4.2.1.	<i>Requerimientos cartográficos</i>	40
4.2.2.	<i>Distribución actual</i>	40
4.2.2.1.	<i>Análisis de gráficos de Maxent de la distribución actual de la especie Passiflora ligularis</i>	41
4.2.2.2.	<i>De píxeles a km²</i>	45
4.2.3.	<i>Modelo de distribución potencial de Passiflora ligularis subsp. granadilla</i>	47
4.2.4.	<i>Potencial bajo escenarios 4.5 y 8.5 en los años 2050s -2090s</i>	47
4.2.5.	Modelo 2050s	47
4.2.5.1.	<i>Escenario 4.5RCP</i>	47
4.2.5.2.	<i>De píxeles a km² del modelo de distribución del año 2050s, escenario 4.5 RCP</i>	51
4.2.5.3.	<i>Escenario 8.5 RCP</i>	52
4.2.5.4.	<i>De píxeles a km² del modelo de distribución del año 2050s, escenario 8.5 RCP</i>	56
4.2.6.	Modelo 2090s	57
4.2.6.1.	<i>Escenario 4.5 RCP</i>	57
4.2.6.2.	<i>De píxeles a km² del modelo de distribución del año 2090s, escenario 4.5 RCP</i>	61
4.2.6.3.	<i>Escenario 8.5 RCP</i>	62
4.2.6.4.	<i>De píxeles a km² del modelo de distribución del año 2090s, escenario 8.5 RCP</i>	65
4.2.7.	<i>Comparación de los escenarios 4.5 - 8.5RCP para los años 2050s y 2090s</i>	66
4.3.	Establecer estrategias de conservación	70
4.3.1.	<i>Planteamiento operativo para el manejo de Passiflora ligularis subsp. granadilla en los andes ecuatorianos</i>	70

4.3.1.1.	<i>Análisis FODA</i>	73
4.3.1.2.	<i>Ejes estratégicos y definición de programa</i>	74
4.3.1.3.	<i>Árbol de problemas</i>	75
4.3.2.	<i>Plan Pasifloral 2024: innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana</i>	74
4.3.2.1.	<i>Programa de Innovación Gastronómica dedicado a explorar y desarrollar nuevos productos derivados de la Passiflora ligularis liderado por mujeres.</i>	74
4.3.2.2.	<i>Programa enfocado a la conservación de la diversidad genética de granadilla a través de un banco de germoplasma de características fenotípicas superiores que se constituyan en un eje estratégico para el desarrollo económico en diversas localidades del Ecuador</i>	78
	CONCLUSIONES	97
	RECOMENDACIONES	98
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1:	Características climáticas de las diez provincias.	15
Tabla 3-2:	Variables bioclimáticas analizadas en Maxent.	16
Tabla 4-1:	Usos etnobotánicos	26
Tabla 4-2:	Características Climáticas de la provincia de Carchi	30
Tabla 4-3:	Características Climáticas de la provincia de Imbabura	31
Tabla 4-4:	Características Climáticas de la provincia de Pichincha.....	31
Tabla 4-5:	Características Climáticas de la provincia de Cotopaxi.....	32
Tabla 4-6:	Características Climáticas de la provincia de Bolívar.....	32
Tabla 4-7:	Características Climáticas de la provincia de Tungurahua	33
Tabla 4-8:	Características Climáticas de la provincia de Chimborazo.....	33
Tabla 4-9:	Características Climáticas de la provincia de Cañar	34
Tabla 4-10:	Características Climáticas de la provincia de Azuay	34
Tabla 4-11:	Características Climáticas de la provincia de Loja	35
Tabla 4-12:	Costos de producción por año en una hectárea de <i>Passiflora ligularis</i>	38
Tabla 4-13:	Análisis FODA de la especie <i>Passiflora ligularis subsp. granadilla</i> en los andes ecuatorianos.	73
Tabla 4-14:	Ejes estratégicos y definición de programas	74
Tabla 4-15 :	Marco lógico del proyecto: Investigación culinaria tradicional.....	78
Tabla 4-16:	Marco lógico del proyecto: Capacitación y Divulgación	79
Tabla 4-17:	Marco lógico del proyecto: Preservación para la mejora genética óptima de las diversas variedades de granadilla.....	82
Tabla 4-18:	Marco lógico del proyecto: Capacitación para la conservación sostenible de la diversidad genética de la granadilla	83
Tabla 4-19:	Marco lógico del plan <i>pasifloral</i> 2024: innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana	84
Tabla 4-20:	Cronograma de actividades del plan <i>pasifloral</i> 2024: innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana.....	90
Tabla 4-21:	Presupuesto del plan <i>pasifloral</i> 2024: innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana	94

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1:	Mapa de ubicación geográfica.....	14
Ilustración 4-1:	Mapa de la caracterización ecosistémica de la especie <i>Passiflora ligularis</i> subsp. granadilla.....	20
Ilustración 4-2:	Raíz de <i>Passiflora ligularis</i>	22
Ilustración 4-3:	Tallo de <i>Passiflora ligularis</i>	23
Ilustración 4-4:	Hojas <i>Passiflora ligularis</i>	24
Ilustración 4-5:	Flor <i>Passiflora ligularis</i>	24
Ilustración 4-6:	Fruto de <i>Passiflora ligularis</i>	25
Ilustración 4-7:	Semilla <i>Passiflora ligularis</i>	26
Ilustración 4-8:	Omisión y área prevista para <i>Passiflora ligulares</i> en los andes Ecuador	42
Ilustración 4-9:	Curvas ROC y valores de AUC para el período actual	43
Ilustración 4-10:	Modelo de distribución actual de la especie <i>Passiflora ligulares</i> en los andes Ecuador.....	44
Ilustración 4-11:	Test de Jackknife de la importancia de cada variable en el período actual (10 réplicas)	45
Ilustración 4-12:	Distribución actual en km ² de <i>Passiflora ligularis</i> subsp. granadilla mediante el modelo Maxent.....	46
Ilustración 4-13:	Distribución actual de <i>Passiflora ligularis</i>	46
Ilustración 4-14:	Omisión y área prevista, año 2050s, escenario 4.5 RCP.....	48
Ilustración 4-15:	Sensibilidad vs. 1 – especificidad, año 2050s, escenario 4.5 RCP.....	49
Ilustración 4-16:	Modelo de distribución del año 2050s, escenario 4.5 RCP	50
Ilustración 4-17:	Test de Jackknife de la importancia de cada variable en el período 2050s en el escenario 4.5 RCP	51
Ilustración 4-18:	Distribución del año 2050s en el escenario 4.5 RCP en km ² de <i>Passiflora ligularis</i>	51
Ilustración 4-19:	Distribución potencial de <i>Passiflora ligularis</i> bajo escenario 4.5 RCP	52
Ilustración 4-20:	Omisión y área prevista, año 2050s, escenario 8.5 RCP.....	53
Ilustración 4-21:	Sensibilidad vs. 1 – especificidad, año 2050s, escenario 8.5 RCP.....	54
Ilustración 4-22:	Modelo de distribución del año 2050s, escenario 8.5 RCP.....	55
Ilustración 4-23:	Test de Jackknife de la importancia de cada variable en el período 2050s en el escenario 8.5 RCP	55

Ilustración 4-24: Distribución del año 2050s en el escenario 8.5 RPC en km ² de <i>Passiflora ligularis</i>	56
Ilustración 4-25: Distribución potencial de <i>Passiflora ligularis</i> bajo escenario 8.5 RCP	57
Ilustración 4-26: Omisión y área prevista, año 2090s, escenario 4.5 RCP	58
Ilustración 4-27: Sensibilidad vs. 1 – especificidad, año 2090, escenario 4.5 RCP	59
Ilustración 4-28: Modelo de distribución del año 2090s, escenario 4.5 <i>Passiflora ligulares</i> en los Andes Ecuador.....	60
Ilustración 4-29: Test de Jackknife de la importancia de cada variable en el período 2090s en el escenario 4.5 RCP	60
Ilustración 4-30: Distribución del año 2090s en el escenario 4.5 RPC en km ² de <i>Passiflora ligularis</i>	61
Ilustración 4-31: Distribución potencial de <i>Passiflora ligularis</i> bajo escenario 4.5 RCP	62
Ilustración 4-32: Omisión y área prevista, año 2090s, escenario 8.5 RCP	63
Ilustración 4-33: Sensibilidad vs. 1 – especificidad, año 2090s, escenario 8.5 RCP	63
Ilustración 4-34: Modelo de distribución del año 2090s, escenario 8.5 RCP	64
Ilustración 4-35: Test de Jackknife de la importancia de cada variable en el período 2090s en el escenario 8.5 RCP	65
Ilustración 4-36: Distribución del año 2090s en el escenario 8.5 RPC en km ² de <i>Passiflora ligularis</i>	65
Ilustración 4-37: Distribución potencial de <i>Passiflora ligularis</i> bajo escenario 8.5 RCP	66
Ilustración 4-38: Comparación de la distribución potencial de <i>Passiflora ligularis</i> bajo los diferentes escenarios analizados.....	68
Ilustración 4-39: Distribución de <i>Passiflora ligularis</i> en km ²	69
Ilustración 4-40: Árbol de problemas sobre <i>Passiflora ligularis</i>	73

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** RECOPIACIÓN DE DATOS DE LOCALIZACIONES DE LA ESPECIE *Passiflora ligularis* DESDE LA PLATAFORMA EN LÍNEA GBIF
- ANEXO B:** RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRESENCIA DE *Passiflora ligularis* EN VARIAS PROVINCIAS MEDIANTE TRABAJO DE CAMPO
- ANEXO C:** CORRECCIÓN DE COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN DENTRO DEL PROGRAMA MAXENT
- ANEXO D:** DATOS ACTUALES EN LA PLATAFORMA MAXENT
- ANEXO E:** GENERACIÓN DE DATOS FUTUROS AÑOS 2050s-2090s DE VARIABLES CLIMÁTICAS PARA EVALUAR ESCENARIOS EN MAXENT
- ANEXO F:** RESULTADOS DEL MODELO MAXENT PARA *Passiflora ligularis*
- ANEXO G:** ELABORACION DEL PRESUPUESTO DEL PRESUPUESTO 1.1
- ANEXO H:** ELABORACION DEL PRESUPUESTO DEL PRESUPUESTO 1.2
- ANEXO I:** ELABORACION DEL PRESUPUESTO DEL PRESUPUESTO 2.1
- ANEXO J:** ELABORACION DEL PRESUPUESTO DEL PRESUPUESTO 2.2
- ANEXO K:** PROCESAMIENTO DE DATOS ESPACIALES EN QGIS UTILIZANDO LOS RESULTADOS OBTENIDOS
- ANEXO L:** EDICIÓN DE RESULTADOS DENTRO DEL PROGRAMA ARCGIS CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS

RESUMEN

El presente trabajo investigativo se desarrolla para saber la distribución actual y potencial de la *Passiflora ligularis* en los Andes Ecuador bajo escenarios de cambio climático, dividido en tres capítulos de acuerdo a los objetivos: el primer capítulo hace referencia al diagnóstico de la situación actual de la especie *Passiflora ligularis* en los andes Ecuador mediante la generación de una base de datos georreferenciada que documente la presencia y estado actual de esta especie en la región, haciendo referencia a las características generales de esta especie, describiendo la taxonomía, características botánicas, así como las exigencias climáticas y edafológicas que requiere el cultivo para una óptima producción. En el segundo capítulo se genera una base de datos en base a las especies georreferenciadas para la visualización y configuración de las capas y mapas generados a través de un software especializado. Determinando la distribución potencial bajo escenarios de cambio climático para esta especie, para el modelamiento con Maxent se utilizaron las coordenadas obtenidas y al mismo tiempo se trabajó con 2 escenarios de cambio climático, el 4.5RCP y 8.5RCP, además se utilizó 19 variables bioclimáticas relacionadas con aspectos fisiológicos de crecimiento de la especie. En el tercer capítulo se establece estrategias de conservación. Realizado en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja, ejecutando un estudio literario para determinar la distribución actual de *Passiflora ligularis subsp. granadilla*, donde se identificó que los rangos de distribución adecuada de la trayectoria 8.5RCP aumentan con respecto al escenario 4.5RCP, esto se explica bajo la premisa de que los hábitats altoandinos poseen características que favorecen la distribución potencial de la granadilla.

Palabras clave: < *Passiflora ligularis* >, < CAMBIO CLIMÁTICO >, < DISTRIBUCIÓN POTENCIAL >.

0675-DBRA-UPT-2024


07-06-2024



ABSTRACT

This research work is developed to know the current and potential distribution of *Passiflora ligularis* in the Ecuadorian Andes under climate change scenarios, divided into three chapters according to the objectives: the first chapter refers to the diagnosis of the current situation of the species *Passiflora ligularis* in the Ecuadorian Andes by generating a georeferenced database that documents the presence and current status of this species in the region, making reference to the general characteristics of this species, describing the taxonomy, botanical characteristics, as well as the climatic and edaphological requirements that the cultivation requires for optimal production. In the second chapter, a database is generated based on the georeferenced species for the visualization and configuration of the layers and maps generated through specialized software. Determining the potential distribution under climate change scenarios for this species, the coordinates obtained were used for the modeling with Maxent and at the same time we worked with 2 climate change scenarios, 4.5RCP and 8.5RCP, in addition 19 bioclimatic variables related to physiological aspects of species growth were used. In the third chapter, conservation strategies are established. Carried out in the provinces of Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay and Loja, carrying out a literary study to determine the current distribution of *Passiflora ligularis subsp. granadilla*, where it was identified that the adequate distribution ranges of the 8.5RCP trajectory increase with respect to the 4.5RCP scenario, this is explained under the premise that high Andean habitats have characteristics that favor the potential distribution of granadilla.

Keywords: <*Passiflora ligularis*>, < CLIMATE CHANGE >, < POTENTIAL DISTRIBUTION >.



Lic. Lorena Hernández A. M.A.

180373788-9

INTRODUCCIÓN

Conocida como maracuyá dulce o granadilla es la especie *Passiflora ligularis subsp. granadilla* (McVaugh, 1951), es una planta trepadora perteneciente a la familia *pasifloráceas* (Ruano, 2023 p.2).

La granadilla, en América del Sur es conocida por tener un sabor dulce en su fruta, con textura gelatinosa y pequeñas semillas negras en su interior. Considerada rica en vitaminas, como la vitamina A, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B3 y minerales (Cabrera, 2020, p.2). Se ha comprobado que presenta propiedades antiinflamatorias y antioxidantes que pueden ser beneficiosas para la salud, lo que indica que han sido domesticadas mediante técnicas de selección (Pinduisaca, 2016, p.2).

La granadilla se ha utilizado en la medicina tradicional de algunos países de América del Sur como Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, para tratar diversas dolencias (Dodson, 1978, p.65). Se le atribuyen propiedades como un tranquilizante natural que ayuda a estabilizar el sistema nervioso, así como propiedades antioxidantes que pueden ayudar a prevenir enfermedades como el cáncer y reducen los efectos del envejecimiento (Dhawan et al., 2004, p. 3). Además, gracias a su contenido de vitaminas y antioxidantes, es beneficiosa para la salud ocular (Yadav et al., 2022, p.8).

Passiflora ligularis, en el Ecuador se distribuye a partir de los 500 hasta los 2000 m.s.n.m. en la región interandina, abarcando desde la provincia del Carchi en el límite norte hasta la provincia de Loja en el sur del país (Ulloa et al., 1993, p. 76). La granadilla se encuentra dispersa en diversas regiones del Ecuador, existe una mayor concentración de esta especie en las provincias andinas centrales, desde Imbabura hasta Chimborazo (França et al., 2021, p.13). Un estudio reciente de Gonzaga et al., (2020) sugiere que la zona central del país reúne las condiciones óptimas para el desarrollo de esta planta. No obstante, queda por explorar el potencial de expansión hacia otras áreas, considerando la prevalencia de *Passiflora ligularis* y los impactos del cambio climático, resulta crucial determinar cómo los cambios ambientales futuros podrían incidir en la expansión de su área de distribución.

Debido a que el cambio climático figura una grave amenaza para numerosas especies vegetales y animales en todo el mundo. En específico, la granadilla (*Passiflora ligularis*), una planta nativa de los Andes ecuatorianos, su área de distribución natural podría verse desplazada debido a las alteraciones climáticas. Frente a este riesgo, resulta necesario analizar y proyectar los impactos del cambio climático sobre su hábitat. (França et al., 2021, p.13). Mediante diferentes técnicas y enfoques metodológicos, estos modelos permiten pronosticar las posibles áreas futuras donde la granadilla encontraría condiciones ambientales propicias, tomando en cuenta factores como

temperatura, precipitaciones y características del terreno. Algunos modelos como (Genetic Algorithm for Rule-set Production) y Maxent (Máxima Entropía), se establecen en datos de presencia únicamente, mientras que otros, como los Modelos Lineales Generalizados (GLM) y los Modelos Aditivos Generalizados (GAM), pueden utilizar datos de presencia y ausencia. Los modelos de nicho ecológico, como ENFA (Análisis de Factores Ecológicos) y GRINE (Rango de Idoneidad Ambiental Generalizado), se centran en identificar las condiciones ambientales idóneas para la especie utilizados en la mayoría de estos estudios bajo varios escenarios climáticos.

Esta modelización resulta esencial no solo para comprender los retos que el cambio climático representa para la especie granadilla, sino también para desarrollar estrategias de conservación y manejo que aseguren la supervivencia de esta valiosa especie nativa a largo plazo (Cuesta et al., 2012, p.10). Uno de estos modelos es la teoría de entropía máxima, que se maneja para predecir el área potencial de distribución de las especies a partir de puntos de registro de la especie y variables ambientales (Smith y Smith, 2007, p.198). Este modelo ha sido aplicado en diversos estudios que predicen la idoneidad del hábitat para plantas, animales y hongos (Bravo et al., 2011, p.17), convirtiéndola en una herramienta idónea para estudiar los patrones de distribución de individuos de *Passiflora ligularis* (Cuesta et al., 2012, p.10).

En este estudio, se busca determinar una representación efectiva de la distribución geográfica de la población de individuos de *Passiflora ligularis* en base a variables ambientales, a fin de proporcionar un punto de referencia frente al cambio climático por medio del uso de Maxent para modelar la distribución actual de esta especie en los Andes del Ecuador y predecir sus futuras distribuciones bajo escenarios de cambio climático. La investigación se enfoca en tres objetivos principales: primero, determinar la situación actual de la especie en los andes del Ecuador; (2) Analizar el cambio del área de la distribución actual y futura, entendida como área idónea para la especie bajo escenarios de cambio climático; y (3) Desarrollar estrategias conservación de *Passiflora ligularis* que contribuya al patrimonio natural alimentario.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

En las últimas décadas, la granadilla (*Passiflora ligularis*), una especie nativa de los Andes ecuatorianos, ha experimentado una alarmante disminución de sus poblaciones naturales. Diversos factores han contribuido a esta preocupante situación, entre ellos, la expansión descontrolada de la frontera agrícola y el uso inadecuado de los suelos. Según Gaona (2020, p.43), es posible encontrar sitios donde la especie está al borde de la desaparición, debido a la tala indiscriminada de plantas para dar paso a pastizales, sumado a la falta de conciencia sobre la importancia ecológica, social y cultural de esta especie (Logroño, 2014, p. 132).

Uno de los principales factores que pone en riesgo su conservación es la escasez de estudios que aborden su distribución actual y potencial bajo los efectos del cambio climático. Esta falta de información dificulta la implementación de estrategias efectivas para proteger a esta valiosa especie (Munar, 2020, p.22). Además, la pérdida de hábitats naturales ha provocado una disminución drástica de numerosas especies nativas y la granadilla no ha sido la excepción (Cuesta et al., 2012, p.35). Según Miño (2018, p.4) otros factores que incide en la reducción de la especie *Passiflora ligularis* es la variabilidad climática, las enfermedades y plagas, las prácticas de manejo agrícola y las fluctuaciones del mercado pueden afectar la producción de granadilla, lo que puede inducir la superficie cultivada. El porcentaje de germinación de las semillas de la granadilla puede variar debido a varios factores ambientales, como la temperatura, humedad, luz y en ocasiones las semillas pierden su capacidad germinativa debido a que no encuentran las condiciones ambientales adecuadas para su desarrollo (González, 2008, p.130).

Ante esta situación, el presente trabajo de investigación pretende identificar espacios idóneos actuales y futuros bajo escenarios de cambio climático para implementar procesos de impulso al cultivo de *Passiflora ligularis* como estrategia de conservación que contribuya a la conservación de la especie y al patrimonio natural alimentario.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Determinar la distribución actual y potencial de la especie *Passiflora ligularis* en los Andes del Ecuador, bajo escenarios de cambio climático.

1.1.2 Objetivos Específicos

Determinar la situación actual de la especie en los andes del Ecuador.

Analizar el cambio del área de la distribución actual y futura, entendida como área idónea para la especie bajo escenarios de cambio climático.

Desarrollar estrategias conservación de *Passiflora ligularis* que contribuya al patrimonio natural alimentario.

1.2 Justificación

El presente trabajo de investigación busca generar modelos predictivos de la distribución actual y potencial de la granadilla (*Passiflora ligularis*) en los Andes ecuatorianos, bajo diferentes escenarios de cambio climático. Esta información resulta crucial por varias razones fundamentales ya que es una especie nativa de gran importancia ecológica, económica y cultural en la región andina de Ecuador (Thuiller et al., 2004; Collevatti et al., 2011; Espíndola et al., 2012; Collevatti et al., 2014). Sin embargo, sus poblaciones naturales se encuentran amenazadas por la pérdida de hábitat, actividades humanas, expansión de la frontera agrícola y los impactos del cambio climático, que podrían provocar alteraciones significativas en su área de distribución (Bellard, 2012, p. 365).

Existen pocos estudios que hayan abordado de manera integral la distribución presente y futura de esta especie bajo los efectos del cambio climático. Esta carencia de información limita las posibilidades de implementar estrategias efectivas para su conservación y aprovechamiento sostenible (Mesando et al., 2008, p. 567). Al modelar la distribución actual de la granadilla, se podrá obtener un panorama claro de las zonas donde aún persiste y aquellas donde su presencia se ha visto reducida o extinguida permitiendo diseñar estrategias de conservación enfocadas en áreas prioritarias y comprender mejor los factores ambientales que determinan su distribución (Cuesta et al., 2015, p.24).

Asimismo, los modelos de distribución potencial bajo distintos escenarios climáticos futuros permitirán predecir cómo los cambios en las condiciones ambientales podrían afectar la idoneidad de los hábitats actuales y explorar la posibilidad de que nuevas áreas se conviertan en propicias para el establecimiento de la especie (Chené et al., 2012, p.175). Esta información es clave para anticipar posibles desplazamientos en su rango de distribución y planificar acciones de conservación preventivas.

Además, la identificación de áreas potencialmente adecuadas para el cultivo de la granadilla fuera de sus zonas tradicionales podría abrir nuevas oportunidades económicas para las comunidades locales, al tiempo que se contribuye a la preservación de esta especie emblemática (Munar, 2021, p.2).

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis Nula:

El uso del algoritmo de máxima entropía Maxent no permite determinar la distribución actual y potencial de la especie *Passiflora Ligularis*.

1.3.2 Hipótesis Alterna:

El uso del algoritmo de máxima entropía Maxent permite determinar la distribución actual y potencial de la especie *Passiflora ligularis*.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 *Passiflora ligularis* subsp. *granadilla*

La especie de la familia *Passifloraceae*, la cual se encuentra en los Andes tropicales y habita en altitudes entre 800 y 2600 metros sobre el nivel del mar, es una del alrededor de 530 especies que se dividen en 27 géneros, es la segunda de económica importancia del género *Passiflora* después del maracuyá, y por su valor nutricional y agradable sabor es muy apreciada en mercados nacionales e internacionales. A nivel mundial los principales países productores de granadilla son Colombia, Perú y Ecuador. En estos lugares, Por pequeños agricultores el cultivo es realizado principalmente en áreas de laderas y con extensiones promedio no ascendientes a 1,5 hectáreas. La granadilla específicamente en Ecuador se siembra en regiones con climas fríos moderados, donde oscilan entre los 15 y 20°C las temperaturas medias anuales. Requiere suelos con una profundidad mínima de 80 cm, bien drenados, de texturas franco, franco arenoso o franco arcilloso, con un buen contenido de materia orgánica y un pH entre 5,5 y 6,5 (Gutiérrez, 2018 p.75). La familia *Passifloraceae* se distingue por ser una familia de plantas que se caracterizan por tener hojas alternas y asimétricas, y por poseer flores solitarias, vistosas y con cinco pétalos y sépalos, junto con otras características muy peculiares de cada especie, tales como el color amarillento de fondo, tamaño, forma y aroma de las flores que producen (Judd et al., 2008, p.223).

La flor de esta fruta tiene rasgos muy peculiares, motivo por el cual se le conoce como la "flor de la pasión", los elementos florales representan la Crucifixión de Cristo (Ulmer et al., 2004, p.21). Se cree que estos atributos guardan una semejanza con algunos signos de la pasión de Jesucristo, entre los cuales se encuentran tres estigmas que simbolizan los clavos con los que fue crucificado, cinco anteras que se asemejan a las llagas que le causaron, doce pétalos que representan a los discípulos y la corona de filamentos que parece una corona de espinas (Vanderplank, 2014, p.20).

2.2 Distribución espacial de especies

La distribución espacial de especies se refiere a la extensión geográfica donde una especie en particular puede encontrarse y sobrevivir. Implica el análisis de factores bióticos y abióticos que influyen en la presencia o ausencia de una especie en un área específica (Cordero et al., 1999, p.1265). Según Bravo (2003, p.68) la variación geográfica de la biodiversidad responde a diversos procesos que interactúan en distintas escalas temporales y espaciales. La distribución de las especies es el resultado de fenómenos que ocurren tanto en períodos prolongados como en lapsos más cortos, así como de factores que se dan a niveles locales o que abarcan extensiones más amplias.

2.3 Distribución actual

Es el rango geográfico donde una especie se encuentra en el momento presente. Se determina a partir de datos observacionales y registros históricos de la presencia de la especie en un área específica. Este análisis toma en consideración variables como el hábitat, el clima, la disponibilidad de recursos y otros factores ambientales que influyen en su distribución (Leathwick et al., 2009, p. 667).

2.4 Distribución potencial

El área de distribución potencial se refiere a la región geográfica que posee las condiciones ambientales propicias para albergar a una especie determinada, pero donde actualmente no se encuentra presente. Esta área se evalúa mediante modelos predictivos que toman en cuenta variables ambientales como temperaturas, precipitaciones, topografía y otros factores relevantes. Estos modelos permiten determinar dónde podría existir dicha especie en base a sus requerimientos ecológicos específicos (Nares, 2015, p.14).

2.5 WorldClim

Es una base de datos mundial de información climática de alta resolución y se utiliza ampliamente en estudios científicos y modelado de distribución de especies. Esta base de datos ofrece datos climáticos globales en una cuadrícula espacial, incluyendo variables como temperatura, precipitación y otros indicadores climáticos relevantes (Hijmans, 2005, pp.1965-1978).

2.6 Maxent

Como explican Elith et al., (2006, p.7) el modelo Maxent compara las variables ambientales presentes en las áreas donde la especie se encuentra con aquellas presentes en toda el área de estudio. Debido a que el resultado del algoritmo puede variar ligeramente dependiendo del orden en que se analizan las distintas variables, suele generarse un conjunto de modelos que luego son analizados de manera conjunta. De esta forma, se obtienen valores medios para los distintos análisis, gráficas y mapas creados.

2.7 Sistemas de Información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica (SIG), según lo explica García (2021, p.3) es una herramienta que proporciona capacidades para la lectura, edición, almacenamiento,

administración, análisis y generación de resultados como mapas, informes y gráficos. Este sistema no es simplemente una combinación de software y hardware diseñado para adquirir, mantener y utilizar datos cartográficos, sino que también es un dispositivo que analiza, presenta e interpreta información sobre la superficie terrestre.

2.8 Escenarios SSP

Según CNUCLD (2010, p.107) los escenarios SSP (Shared Socioeconomic Pathways) son narrativas que describen posibles futuros mundiales en función de diferentes combinaciones de cambios en la evolución socioeconómica, demográfica y tecnológica. Estos escenarios exploran cómo podrían interactuar estas variables clave y cómo podrían influir en el uso de recursos naturales y en el medio ambiente en el futuro, incluyendo mitigación y adaptación climática (O'Neill et al., 2014, p.387).

2.9 Cartografía ambiental.

Según Fisher (1999, pp.191-205) la cartografía ambiental es la disciplina que se enfoca en la representación gráfica y visualización de datos ambientales en mapas o sistemas cartográficos. Su objetivo es mapear y analizar características y fenómenos del medio ambiente, como la distribución de recursos naturales, la biodiversidad, el uso del suelo y la calidad del agua, para comprender mejor los patrones espaciales y tomar decisiones informadas sobre la gestión ambiental.

2.10 Teledetección.

Según Jensen (2007, pp.3-20) la teledetección es una técnica que utiliza sensores lejanos, como satélites o aeronaves, sin contacto directo para recopilar información sobre la superficie terrestre. Permite adquirir datos sobre la Tierra en diferentes bandas del espectro electromagnético mediante la captura de imágenes. Para obtener información sobre el uso del suelo, la vegetación, la calidad del agua y otros aspectos, estos datos son procesados, facilitando el monitoreo y análisis de cambios ambientales.

2.11 Modelamiento de nichos ecológicos.

Se enfoca en comprender la distribución geográfica de especies en relación con variables ambientales la investigación en modelamiento de nichos ecológicos. Se basa en el análisis y la

predicción de los nichos ecológicos de las especies, es decir, las condiciones óptimas que les permiten existir y persistir en el medio ambiente (Soberón et al., 2011, p. 3).

2.12 Especie

Según Smith y Smith (2007, p.7) el concepto de especie biológica se refiere a un grupo de poblaciones que tienen la capacidad de aparearse entre sí, pero que se encuentran aisladas reproductivamente de todas las demás poblaciones.

Según lo expuesto por Dobzhansky (2010, p.325) una especie se define como un grupo de individuos con la capacidad actual o potencial de reproducirse y producir descendencia fértil. Además, estos individuos deben estar aislados reproductivamente de otros grupos de individuos.

2.13 Escenarios de cambio climático

Como menciona Davydova (2012, p.70) el cambio climático se caracteriza cada vez más por el incremento de condiciones extremas como sequías, inundaciones, tormentas severas y olas de calor o de frío, entre otros. Asimismo, muchos países están experimentando regionalmente procesos de tropicalización y desertificación, cambio en el régimen de lluvia, factores que afectan directamente a sus economías.

2.14 RCP 4.5

Según Thomson et al., (2011, p.77) el RCP4.5 es uno de los cuatro escenarios del RCP (Trayectoria de Concentración Representativa) adoptados por el IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático) en su Quinto Informe de Evaluación. Este escenario climático plantea una proyección en la que se obtiene disminuir de manera moderada las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global. De efectuar esta proyección, podría ayudar a mitigar algunos de los impactos más severos asociados al cambio climático en nuestro planeta.

2.15 RCP 6.0

En RCP 6.0, se proyecta que las emisiones de CO₂ alcanzarán un máximo alrededor de la mitad del siglo XXI, y luego reducirán lentamente gracias a la adopción de tecnologías limpias y una mejor eficiencia energética. En la atmósfera se espera que la concentración de CO₂ alcance un nivel máximo de alrededor de 541 partes por millón (ppm) en el año 2100. Este escenario se

considera de estabilización intermedia, lo que significa que busca estabilizar la radiación forzante en el año 2100 en alrededor de 6 vatios por metro cuadrado (W/m_2), lo que podría implicar que durante el siglo XXI tenga un aumento de la temperatura global de alrededor de 3 grados Celsius (Masui et al., 2011, p.59).

2.16 RCP 8.5

En la atmósfera esto resulta en una concentración de CO_2 que alcanza los 936 ppm en el año 2100, lo que podría inducir a un aumento de la temperatura global de alrededor de 4,5 °C durante el siglo XXI. Considerado un escenario de alto calentamiento, lo que significa que representa una trayectoria de emisiones que podría tener graves consecuencias para la humanidad y para el planeta, incluyendo acidificación del océano, aumento del nivel del mar, sequías, inundaciones y otros efectos negativos (Riahi et al, 2011, p.33).

2.17 Diagnóstico

El diagnóstico es un proceso mediante el cual se identifica, determina o establece la naturaleza o causa de un problema, una enfermedad, una situación o una condición específica. Implica la evaluación sistemática y el análisis de síntomas, signos o datos relevantes para llegar a una conclusión informada sobre lo que está ocurriendo o causando la situación en cuestión (Dawson et al., 2004, pp. 45-60).

2.18 Diagnóstico situacional

Antoine Guisan y Wilfried Thuiller (2012, pp. 45-68) proporciona una visión general del diagnóstico situacional se centra en la evaluación y comprensión de la situación actual de un sistema o entorno específico en relación con la distribución de especies o variables ambientales. En este contexto, se busca entender la distribución espacial y las condiciones ambientales que influyen en la presencia o ausencia de especies.

Según Miller (2011, p.102) el diagnóstico situacional implica el análisis de las condiciones ambientales, geográficas y otras variables relevantes que afectan la presencia o ausencia de especies en un área determinada. Este diagnóstico busca comprender las relaciones entre los factores ambientales y la distribución de las especies, identificando patrones, limitaciones y tendencias que puedan influir en la modelación precisa de su distribución.

2.19 Los Andes centrales del Ecuador

Dentro de los Andes se encuentra el páramo, que se distribuye sobre los 3300 y 3500 respectivamente y 2800m en el sur del país. Es una sucesión de valles separados por nudos con elevaciones entre 3000 y 3400 m es el callejón interandino. En la región interandina del Ecuador, la vegetación original ha sido arrasada durante los últimos siglos y reemplazada por campos dedicados a actividades antrópicas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012, p.30).

Según estudios realizados por Diaz (2018, p.1) la granadilla se desarrolla en Ecuador en rangos altitudinales que oscilan entre los 800 y 2600 m.s.n.m. Se ha verificado que conforme los árboles de granadilla se encuentren localizados a una mayor altitud, el fruto disminuirá de tamaño y el árbol perderá su capacidad de producción.

2.20 Análisis espacial

El análisis espacial se refiere al estudio de patrones, distribuciones y relaciones geográficas entre elementos y fenómenos en el espacio geográfico. Este análisis utiliza herramientas y métodos geoespaciales para comprender cómo se relacionan y afectan los elementos dentro de un contexto espacial (Longley, 2015, p.118).

2.21 Marco legal

La Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria en el Ecuador está en vigencia, publicada en el Registro Oficial Suplemento 583 el 5 de mayo de 2009.

Esta ley constituye un conjunto de normativas interconectadas, cuyo propósito es establecer de forma soberana las políticas públicas agroalimentarias que fomenten una producción suficiente, así como la adecuada conservación, intercambio, comercialización, transformación y consumo de alimentos nutritivos y sanos. Se prioriza aquellos provenientes de la agricultura de pequeña y mediana producción, organizaciones populares económicas, pesca artesanal, microempresas y artesanías. Todo ello protegiendo y respetando la agrobiodiversidad, las formas tradicionales de producción y los conocimientos ancestrales, bajo los principios de equidad, inclusión, solidaridad, sustentabilidad ambiental y social.

En el artículo 7, determina que el Estado, las colectividades y las personas protegerán y conservarán los ecosistemas, impulsando la conservación, uso, recuperación y desarrollo de la

agrobiodiversidad y los saberes ancestrales afines a ella. La legislación ecuatoriana en materia agropecuaria y de agrobiodiversidad contemplará la creación de medidas legales e institucionales necesarias para salvaguardar la diversidad biológica agrícola. El fomento de la asociación de cultivos, la investigación y mantenimiento de especies vegetales, el establecimiento de bancos de semillas y plantas, así como otras iniciativas similares se encuentran entre estas medidas. Asimismo, a quienes promuevan y protejan la agrobiodiversidad se brindarán incentivos financieros (Tapia, 2023, p.2).

Adicionalmente, existen otras leyes que abordan de manera indirecta los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA), como la Ley de Sanidad Agropecuaria, la Ley de Recursos Hídricos y la Ley de Tierras Rurales (Tapia, 2023, p.3).

2.22 Medidas de conservación de especies

Según Van et al., (2020, p. 20) las medidas de conservación hacen referencia a las acciones tomadas para proteger, preservar y gestionar el medio ambiente, los recursos naturales y la biodiversidad. Para mantener la integridad de los ecosistemas y garantizar la sostenibilidad a largo plazo estas medidas abarcan una amplia gama de enfoques y estrategias.

2.23 Repoblación

La repoblación es el proceso de volver a poblar un área que se ha quedado deshabitada o despoblada por varias razones, como conflictos bélicos, desastres naturales o migraciones masivas. Para recuperar y revitalizar regiones que han perdido su población este término suele estar asociado con estrategias gubernamentales o sociales (Malo et al., 1996, p. 7).

2.24 Repoblación vegetal

Ese es un proceso de reintroducción o restablecimiento de la vegetación en áreas donde ha habido pérdida o degradación de la cobertura vegetal. Siendo el resultado de la deforestación, incendios forestales, cambios ambientales o actividades humanas que han impactado de manera negativa el crecimiento natural de la vegetación (Grootjans et al., 2012, p. 203).

2.25 Medidas de conservación de especies vegetales

Según Bellom et al., (2009, p. 356) las medidas de conservación de especies vegetales se refieren a estrategias y acciones destinadas a proteger y preservar la diversidad vegetal, especialmente aquellas especies en riesgo de extinción o que enfrentan amenazas significativas.

Estas medidas pueden incluir:

Conservación ex situ: preservación de especies vegetales fuera de su hábitat natural.

Conservación in situ: protección de especies en su entorno natural

Restauración de hábitats: recuperar ecosistemas degradados o dañados, introduciendo especies vegetales en su ambiente natural y así lograr su restauración en la biodiversidad

Educación y sensibilización: Conlleva varios programas educativos para concientizar sobre la importancia de la conservación de especies vegetales, logrando la participación y adopción de prácticas sostenibles.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Área de estudio

El área de estudio se localiza en toda la región sierra Andina del Ecuador, en las provincias Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay, Loja.

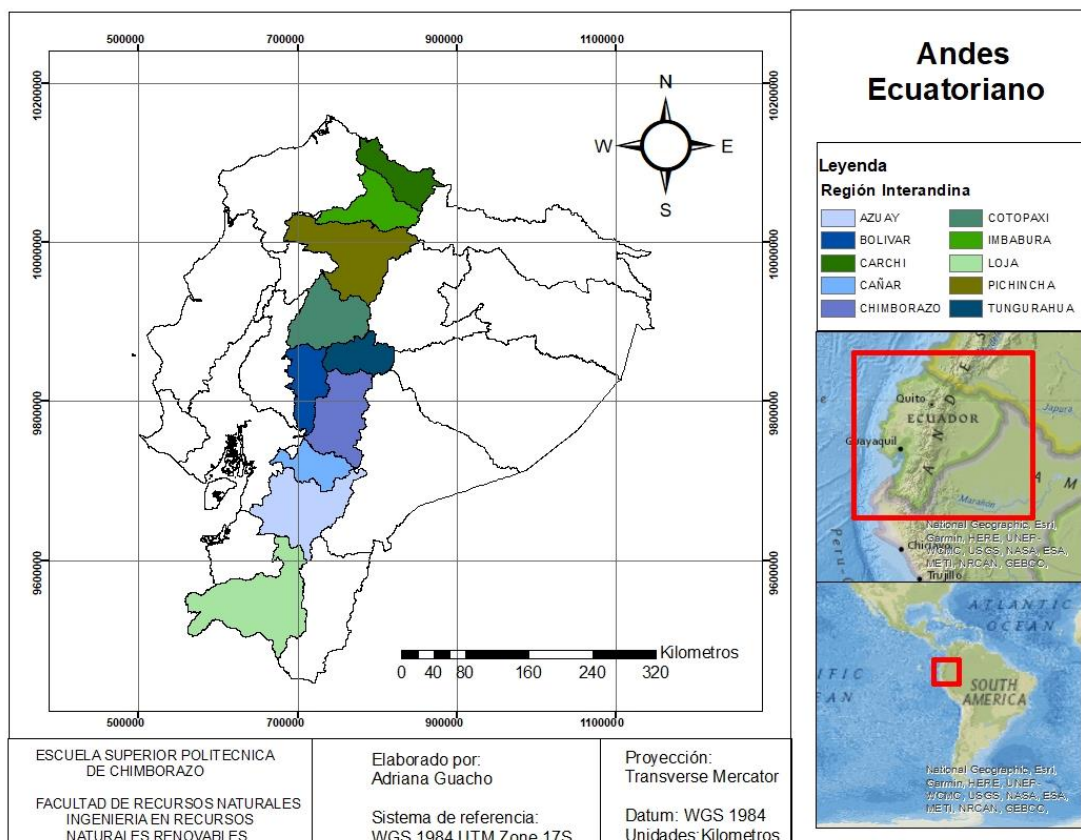


Ilustración 3-1: Mapa de ubicación geográfica.

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

3.2 Características climáticas

Las mejores regiones para la distribución de la granadilla según Chisaguano (2012, p.13) se encuentran en las zonas con precipitaciones que van desde los 800 y 2600 msnm, se cultiva en zonas de clima frío moderado, con temperaturas medias anuales entre 15 y 20 °C. La tabla 3-1 presenta las comparaciones de las características climáticas de las provincias en estudio.

Tabla 3-1: Características climáticas de las diez provincias.

Características	Carchi	Imbabura	Pichincha	Cotopaxi	Bolívar
Precipitación promedio anual (mm)	1721 mm	1784 mm	600 mm	1946 mm	500 mm
Temperatura media anual (°C)	16°C	15°C y 20°C	10 a 20°C.	10 a 14°C	13 °C.
Características	Tungurahua	Chimborazo	Cañar	Azuay	Loja
Precipitación promedio anual (mm)	1400 mm	1462 mm	1038 mm	1612 mm	1453 mm
Temperatura media anual (°C)	11°C.	5 a 12 °C.	6 a 12°C.	8 a 18 °C	15°C.

Fuente: WorldClim, 2023

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

3.3 Métodos

Es necesario combinar tanto métodos cuantitativos como cualitativos en esta investigación para complementar los enfoques utilizados. Los enfoques cuantitativos se dirigieron en la exploración, descripción y vinculación de fenómenos teniendo en cuenta sus efectos recíprocos. Por otro lado, la investigación cualitativa se centró en la comprensión de los fenómenos desde la perspectiva de las personas que interactúan con el ambiente natural y su contexto.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se desarrollaron las siguientes actividades:

Para el primer objetivo: determinar la situación actual de la especie en los andes del Ecuador, se realizó una revisión bibliográfica detallada sobre la situación actual de la especie *Passiflora ligularis subsp. granadilla* en los andes centrales de Ecuador. Se utilizó una variedad de fuentes primarias y secundarias, como libros, artículos de revistas científicas, periódicos, documentos oficiales de instituciones e informes técnicos, para llevar a cabo un análisis y síntesis exhaustivos. Esto permitió obtener información sobre el contexto histórico de la especie, su clasificación taxonómica, descripción botánica detallada y los parámetros climáticos para identificar las condiciones ideales para su desarrollo.

Para cumplir con el segundo objetivo: Analizar el cambio del área de la distribución actual y futura, entendida como área idónea para la especie bajo escenarios de cambio climático, se realizó la descarga y obtención de datos georreferenciados de la plataforma GBIF (Infraestructura Global de Información en Biodiversidad) correspondientes al rango de distribución conocido de la especie, posteriormente, dichos datos fueron depurados corrigiendo y eliminando los puntos que se encontraban fuera del rango natural. Consecutivamente, se planificaron y ejecutaron salidas de campo a sitios seleccionados de la base de datos de GBIF. En total, se visitaron 10 provincias de la sierra ecuatoriana: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja. Estas localidades fueron cuidadosamente escogidas debido a su ubicación dentro del rango de distribución reportado para la granadilla y la presencia de ecosistemas andinos aptos para el desarrollo de esta especie, permitiendo georreferenciar nuevas localidades con

presencia confirmada de *Passiflora ligularis*, de esta manera se obtuvo un total de 160 puntos que contribuyeron a reforzar la información en la base de datos y finalmente, con la base de datos consolidada y depurada, se realizó un análisis espacial para determinar la distribución actual de *Passiflora ligularis* en el área de estudio. Como segunda etapa se utilizó el software QGIS v10.3 para generar mapas digitales de distribución actual y potencial bajo escenarios de cambio climático para *Passiflora ligularis subsp. granadilla*. Estos mapas se elaboraron para cada una de las provincias en las que se georreferenciaron la planta de granadilla, y se describieron los ecosistemas en los que se distribuye esta especie en dichas provincias. La información geográfica se analizó utilizando el software QGIS versión v10.3 (Bezerra et al, 2019, p. 10).

Se utilizó el enfoque de Máxima Entropía del modelo Maxent para predecir la distribución de la especie *Passiflora ligularis subsp. granadilla* en este trabajo. Para construir los modelos de distribución actual y potencial, se siguió un procedimiento general que consta de varios pasos. En primer lugar, se determinaron los sitios de muestreo de manera estratégica, explorando exhaustivamente las provincias de la sierra ecuatoriana y estableciendo puntos de muestreo en hábitats potenciales distribuidos a lo largo de Carchi a Loja, asegurando así una representación adecuada de las distintas condiciones ambientales presentes en la región andina. En segundo lugar, se utilizaron las variables descargadas de la plataforma WorldClim, seleccionando aquellas más relevantes para el modelado, mostradas en la tabla 3-2. La elección de estas variables se fundamenta en su importancia para definir los requerimientos ambientales de la especie y su influencia en la idoneidad del hábitat. Posteriormente, estas variables fueron editadas en el software ArcMap v10.3 para convertir las variables ambientales del formato tif al formato ASCII, preparándolas para su posterior procesamiento en Maxent v3.4.1. El sistema de coordenadas geográficas empleado fue UTM WGS 1984. La selección de las estaciones de muestreo se basó en encontrar los mejores lugares para generar un mapa de interpolación de la distribución de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* en Ecuador, en base a los parámetros ambientales.

Tabla 3-2: Variables bioclimáticas analizadas en Maxent.

Código	Variable
BIO1	Temperatura media anual
BIO2	Rango diurno medio (Media mensual de la temperatura máxima-mínima)
BIO3	Isotermalidad
BIO4	Estacionalidad de la temperatura
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO7	Rango anual de temperatura
BIO8	Temperatura media del trimestre más húmedo

BIO9	Temperatura media del cuarto más seco
BIO10	Temperatura media del trimestre más cálido
BIO11	Temperatura media del cuarto más frío
BIO12	Precipitación anual
BIO13	Precipitación del mes más húmedo
BIO14	Precipitación del mes más seco
BIO15	Estacionalidad de la precipitación
BIO16	Precipitación del cuarto más húmedo
BIO17	Precipitación del cuarto más seco
BIO18	Precipitación del trimestre más cálido
BIO19	Precipitación del cuarto más frío

Fuente: WorldClim

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

Después de obtener los datos anuales de las variables climáticas relevantes de la plataforma WorldClim, se generaron modelos predictivos utilizando variables bioclimáticas, estas variables describen aspectos térmicos y de régimen hídrico esenciales para caracterizar el nicho ecológico de la especie. Posteriormente, se llevaron a cabo modelos de distribución utilizando las coberturas de los parámetros bioclimáticos obtenidos y procesados, junto con los datos georreferenciados de presencia confirmada de la especie en las diez provincias andinas de estudio. Los procedimientos de modelamiento ecológico se llevaron a cabo utilizando el algoritmo de máxima entropía (Maxent).

Se utilizó el 80% de los registros de presencia como puntos de entrenamiento y el 20% restante se utilizó para probar la capacidad del modelo para predecir la distribución de especies. En el modelo Maxent se trabajó con coordenadas geográficas de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* en formato CSV y se seleccionaron 19 capas para realizar el primer entrenamiento. El objetivo fue determinar las variables que tienen una mayor contribución para la presencia o ausencia de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* con el fin de seleccionar sólo las variables esenciales para la distribución de la especie. Se trabajó con un porcentaje de prueba aleatorio del 20% y se utilizó la opción replicada Bootstrap en los parámetros de máxima entropía. Para los escenarios de los modelos potenciales de distribución de la especie, se utilizó información referente a los escenarios 4.5 y 8.5 RCP para los periodos comprendidos entre la década de los 2050s-2090s.

Los modelos fueron evaluados en un SIG (Sistema de Información Geográfica) y se realizó un mapa con tres categorías de presencia que se exponen mediante diferentes colores. El rojo representa los sitios con condiciones ambientales adecuadas para la distribución de la especie, el verde personifica el área con condiciones medianamente adecuadas para el asentamiento de la

especie y el blanco se utiliza para indicar las zonas que muestren características ambientales no adecuadas para la existencia de la especie.

El tercer objetivo se enfocó en desarrollar estrategias de conservación de *Passiflora ligularis* que contribuyan al patrimonio natural alimentario. Para ello, se llevó a cabo un análisis exhaustivo del diagnóstico obtenido en el primer objetivo, donde se determinó la situación actual de la especie en los Andes del Ecuador. A partir de este diagnóstico se identificó las causas y efectos relacionados con la disminución de las poblaciones de granadilla. Este análisis sistemático sirvió como base para el planteamiento de soluciones. Posteriormente, se elaboró una estrategia integral de conservación que abarca un plan que conlleva dos programas con cuatro proyectos específicos destinados a abordar los retos identificados. Complementariamente, se llevó a cabo un análisis FODA para evaluar la situación actual, examinando fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, junto con un árbol de problemas que profundizó en los desafíos clave de la investigación.

Los programas y proyectos planteados aplican un enfoque integral, tomando en cuenta aspectos como la protección, promoción del aprovechamiento sostenible, preservación de la diversidad genética, la investigación y el monitoreo de las poblaciones de *Passiflora ligularis*. Asimismo, conlleva la educación ambiental y la participación comunitaria. De esta manera, se procura salvaguardar la conservación a largo plazo de esta especie representativa del patrimonio natural alimentario del Ecuador, desarrollando soluciones sostenibles al cambio climático y otros factores que amenazan su supervivencia.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Diagnóstico situacional actual de la especie *Passiflora ligularis subsp. granadilla* en los Andes centrales del Ecuador.

En Ecuador se pueden localizar diversas especies de *Passiflora*, siendo *Passiflora ligularis subsp. granadilla* una de las más notorias en la región andina, donde se cultiva y comercializa ampliamente. Otra subespecie presente es *Passiflora ligularis subsp. granadilla real*, especialmente distribuida en las zonas costeras y litorales, exclusivamente en la provincia de Esmeraldas (Valarezo, 2014, p.22).

La floración de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* suele ocurrir entre los meses de octubre a marzo, con un mayor ímpetu en noviembre y diciembre, dependiendo de los pisos altitudinales. Puede alcanzar hasta 9 metros de longitud esta enredadera leñosa y perenne, ayudada por sus zarcillos axilares que facilitan su agarre y escalada en diferentes superficies. Posee hojas alternas, simples, ovaladas y de un verde oscuro intenso. Sus flores son grandes, atrayentes, con cinco sépalos verdes, cinco pétalos blancos y una corona central de filamentos en forma de herradura de colores violeta o azul claro. El fruto es una baya esférica u ovoide, de tamaño mediano, con una apariencia rugosa y una diferenciación en su coloración que va desde el verde hasta el amarillo. Además, presenta una pulpa con una gran cantidad de semillas comestibles, translúcida y jugosa (Bonilla et al., 2015, p.33; Zerpa et al., 2014, p.25).

Desde un enfoque completo, se debe considerar que es nativa de los bosques andinos y valles interandinos del Ecuador la especie *Passiflora ligularis subsp. granadilla*, ampliamente utilizada en la gastronomía y medicina tradicional (Jørgensen et al., 1999, p.211). Se remonta a épocas precolombinas su cultivo y ha sido un componente fundamental en la dieta de las comunidades indígenas y campesinas de la región (Barrera et al., 2004, p.74). Su producción se concentra en las provincias desde Carchi hasta Loja, actualmente, donde se cultiva tanto en huertos familiares como en plantaciones comerciales (Bonilla et al., 2015, p.35).

4.1.1 Caracterización ecosistémica

Según Tye (2015, p. 4) la granadilla (*Passiflora ligularis*), es una planta trepadora nativa de Ecuador. Se localiza en una amplia gama de hábitats, a partir de bosques húmedos tropicales hasta bosques secos, siendo una especie común en los Andes.

Bosques montanos: la granadilla (*Passiflora ligularis*), se localiza bajo cultivo en los bosques montanos de la región andina del Ecuador. Estos bosques se caracterizan por un clima templado y su moderada precipitación anual, además, cuenta con condiciones adecuadas para el cultivo de esta especie, tanto a nivel comercial como doméstico (Organización de Naciones Unidas para Alimentación y Agricultura, 2022, p.15).

Matorrales secos: La granadilla en los matorrales secos de la región costa del Ecuador también es cultivada. Tomando una baja cantidad de precipitaciones anuales, con un clima cálido y seco. Esta especie es cultivada para uso comercial como doméstico (UCUENCA, 2021, p.20).

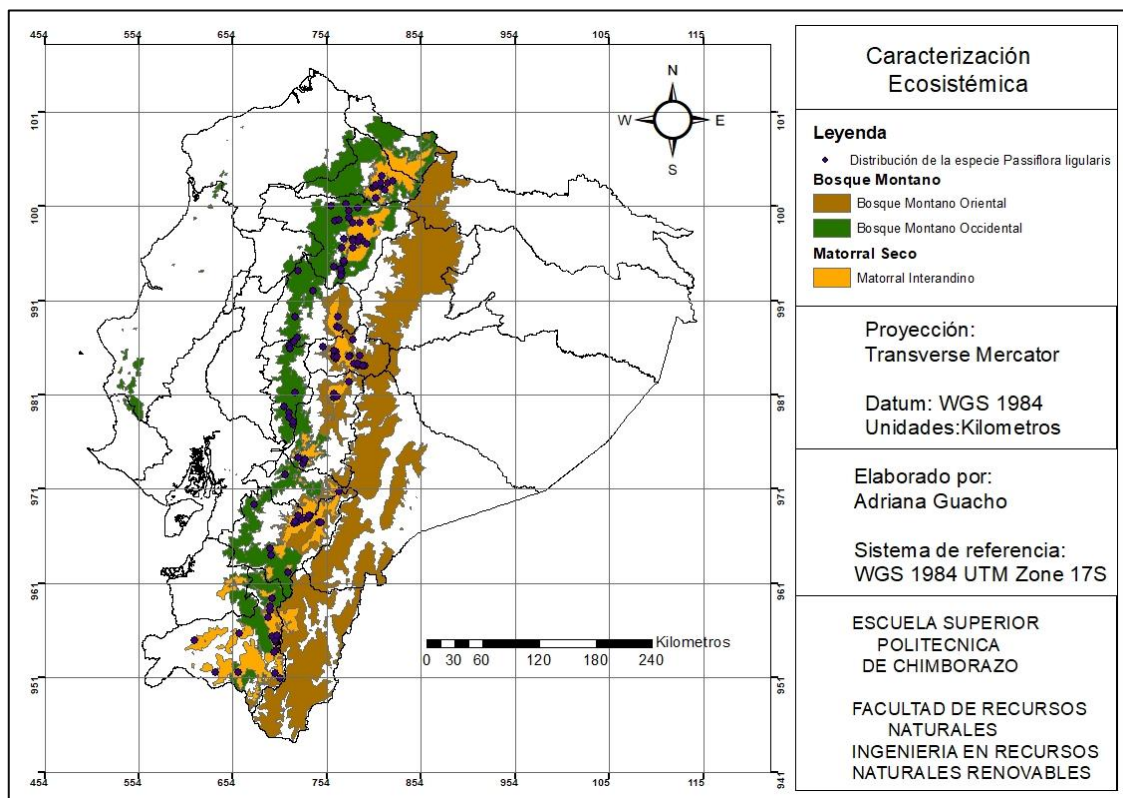


Ilustración 4-1: Mapa de la caracterización ecosistémica de la especie *Passiflora ligularis* subsp. granadilla.

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

Es una planta importante en estos ecosistemas andinos del Ecuador la especie *Passiflora ligularis*, siendo de gran trascendencia ecológica y cultural. Más allá de su importancia alimenticia, esta planta desempeña un rol clave en las redes tróficas de estos ambientes, asimismo es una fuente nutricional para una diversidad de animales, incluyendo aves, mamíferos y reptiles (Valencia et al., 2000, p.112). Igualmente, han sido ampliamente aprovechadas sus propiedades medicinales por las comunidades locales, utilizándose para el tratamiento de afecciones como el insomnio, la ansiedad y otros trastornos (Barrera et al., 2004, p.78).

Sin embargo, la distribución de esta especie en el territorio ecuatoriano se encuentra amenazada por diversos factores antropogénicos. Esto con el paso del tiempo en los bosques andinos ha provocado fragmentación y pérdida de su hábitat natural, la deforestación, motivada por la expansión de la frontera agrícola y la extracción maderera, (Cueva et al., 2021, p.25). Adicionalmente, provocan dificultades sobre las poblaciones de esta especie, la contaminación ambiental derivada de actividades agrícolas e industriales, así como el cambio climático, (Bonilla et al., 2015, p.39).

4.1.2 Caracterización botánica

Originaria de Ecuador, la especie *Passiflora ligularis*, comúnmente denominada granadilla o parcha, es una enredadera nativa perteneciente a la familia *Passifloraceae*. Esta planta trepadora se encuentra ampliamente distribuida por diversas regiones del territorio ecuatoriano, adaptándose a climas cálidos y subtropicales (Bonilla et al., 2015, p.32).

De tallos delgados y flexibles, la granadilla puede alcanzar hasta 10 metros de longitud, adhiriéndose firmemente a árboles y construcciones mediante zarcillos, con hojas alternas y pecioladas. Estas hojas son simples, palmadas y de forma ovalada, con bordes ligeramente dentados. Tienen una textura suave y miden alrededor de 6 a 12 centímetros de longitud (Cueva et al., 2021, p.22). Las flores son vistosas y muy llamativas, estas son solitarias y se desarrollan en las axilas de las hojas, tienen forma de copa y están compuestas por cinco pétalos blancos o rosados, los cuales pueden presentar un patrón de rayas o manchas púrpuras en el centro. El centro de la flor está formado por numerosos filamentos filiformes de color blanco y un ovario globoso verde (López, 2012, p.2).

Sin embargo, lo más emblemático de esta planta es su fruto. Una baya oblonga ovoide de aproximadamente 5 a 7 centímetros de longitud, su cáscara lisa y tonos amarillentos o anaranjados al madurar. Al abrir el fruto, se revela una pulpa jugosa y gelatinosa de color anaranjado intenso, la cual encierra numerosas semillas negras y aplanadas. De sabor inconfundible, agri dulce y aromático, esta pulpa es muy apreciada en la gastronomía ecuatoriana, empleándose en jugos, helados, mermeladas y otras delicias culinarias (Knight et al., 2012, p.15).

Más que un simple fruto silvestre, la granadilla constituye un auténtico emblema del patrimonio natural y cultural de Ecuador, un manjar único que funde los sabores ancestrales de la tierra andina (Valarezo, 2014, p.25).

4.1.2.1. Clasificación taxonómica

De acuerdo con Cerón (2006, p. 162) la clasificación taxonómica de *Passiflora ligularis* subsp. *granadilla* está compuesta:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Violales

Familia: Passifloraceae

Género: Passiflora

Especie: *Passiflora ligularis*

Subespecie: granadilla

4.1.3 Descripción morfológica

4.1.3.1. Raíz

Bonilla et al., (2015, p.232) sostiene que la raíz de la especie *Passiflora ligularis* es una estructura subterránea con un sistema de raíces uniformes fibrosas, las raíces primarias son un poco más gruesas y las secundarias son lignificadas que se ramifican y se extienden en el suelo. Cumple funciones vitales de absorción de agua y nutrientes, así como de almacenamiento de sustancias energéticas (Cueva et al., 2021, p.27). Pese a no ser el órgano de mayor relevancia comercial, el sistema radicular resulta fundamental para el crecimiento y desarrollo saludable de la planta. Preservar la integridad del sistema radicular constituye un factor clave en los programas de conservación y cultivo sostenible de esta planta nativa (Barrera et al., 2004, p.78).



Ilustración 4-2: Raíz de *Passiflora ligularis*

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.1.3.2. Tallo

La especie *Passiflora ligularis* posee un tallo delgado, flexible y trepador. Presenta entrenudos, yemas y zarcillos que le permiten ascender y aferrarse a los soportes. Estos zarcillos, como bien describe López et al. (2017, p.48), son estructuras filiformes, retorcidas en espiral, que nacen en las axilas de las hojas y actúan como órganos prensiles, enroscándose alrededor de cualquier superficie disponible para brindar soporte y permitir el crecimiento vertical de la planta. Su superficie es lisa y de un verde brillante, aunque puede presentar una textura rugosa en partes más viejas. Este órgano aéreo resulta fundamental para el crecimiento y soporte estructural de la planta (Ulmer et al., 2004, p.352).

El tipo de tallo está estrechamente relacionado con el hábito de crecimiento de la planta, y puede ser de enredadera, liana escandente, arbusto o árbol. Como lo señala Bonilla et al. (2015, p.5). Las enredaderas tienen tallos delgados y poco leñosos, con zarcillos que usan para trepar y formar anillos concéntricos que aumentan cada año, permitiendo estimar su edad. En el caso de las lianas escandentes, la mayoría trepa mediante armazones mecánicos fijados por zarcillos que funcionan como adhesivos (Cueva et al., 2021, p.29).



Ilustración 4-3: Tallo de *Passiflora ligularis*

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.1.3.3. Hojas

Las hojas de la granadilla (*Passiflora ligularis*) se distinguen por su forma ovalada y su base profundamente acorazonada que se prolonga súbitamente en punta (Méndez, 2010, p.204). Sus márgenes son lisos y pueden medir de 8 a 22 cm de largo y de 6 a 17 cm de ancho. Un rasgo característico de estas hojas es su particular coloración: mientras el haz superior luce un intenso verde oscuro con tonalidades azuladas, el envés se torna verdoso grisáceo. No obstante, en las hojas más jóvenes predomina un vivo tono violáceo, ya sea claro o intenso (López et al., 2017, p.52).



Ilustración 4-4: Hojas *Passiflora ligularis*

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.1.3.4. Flores

Hyde et al., (2015, p.24) describe que las flores de la especie *Passiflora ligularis* son verdaderas joyas de la naturaleza, cautivando a propios y extraños con su belleza y delicado aroma. Son colgantes, con forma acampanada, de 6 a 12 cm de diámetro, los sépalos son puntiagudos y verdes en el exterior y blancos en el interior (Knight y León, 2012, p. 31). Los pétalos, de tonos que van del blanco al rosado-violeta, son oblongos, midiendo aproximadamente 3 cm de largo por 1 cm de ancho. Pero sin duda, lo que más cautiva de estas flores es su corona central, conformada por cinco y siete filas de filamentos, de aproximadamente tres cm de largo, con las puntas de color azul y bandas alternas de púrpura, blanca y la base rojiza (López et al., 2021, p. 68). El pedúnculo que sostiene estas maravillas florales puede ser solitario o en pares, midiendo de dos a cuatro cm y posee tres brácteas ovadas, agudas, enteras y cordadas, que miden entre 2 a 5 cm de largo por uno a 3 cm de ancho y se muestran Las anteras del polen de color amarillo (Méndez, 2010, p.219).



Ilustración 4-5: Flor *Passiflora ligularis*

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.1.3.5. Frutos

Según Tillett et al., (1988, p.14) los frutos de la familia *Passiflora* son bayas indehiscentes con pericarpio delgado, membranoso y carnosos. Su forma es la de péndulo y se encuentran en la misma disposición de las flores.

- **Madurez fisiológica:** Cuando la fruta ha desarrollado todo su estado de crecimiento y despliegue de todas sus partes, con semillas formadas, maduras y aptas para su reproducción (Flores et al., 2012, p.33).
- **Madurez de cosecha:** Cuando ésta se desprendió del árbol y puede desplegar su madurez de consumo (Bonilla et al., 2015, p.57).
- **Madurez de consumo:** Etapa de plenitud del fruto donde se completan las características sensoriales adecuadas del mismo, como sabor, color, aroma, textura y su consistencia es completa (Flores, Pérez, & Melgarejo, 2012, p.33).



Ilustración 4-6: Fruto de *Passiflora ligularis*

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.1.3.6. Semillas

De acuerdo con Imig (2013, p.158) las semillas de *Passiflora* son abundantes y tienen una forma variable entre ovalada y obovada. Son aplanadas y tienen una testa dura de coloración oscura, que puede ser marrón o negra dependiendo de su madurez. Dentro de la semilla se encuentra el endospermo de color blanquecino, el cual es rico en aceites y almidones que proporcionan nutrientes al embrión durante el proceso de germinación (Bonilla et al., 2015, p.58).




Ilustración 4-7: Semilla *Passiflora ligularis*

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.1.4 Usos etnobotánicos

Tabla 4-1: Ficha descriptiva de los usos etnobotánicos de la especie *Passiflora ligularis*

FICHA DESCRIPTIVA		
TITULO	Usos etnobotánicos de <i>Passiflora ligularis</i> .	
DESCRIPCIÓN	 <p>En el Ecuador, se destaca el valor etnobotánico de <i>Passiflora ligularis</i> en las culturas andinas debido a su alto consumo y comercialización (Tapia & Fries 2007, p. 22). Además de su uso alimenticio, también se le atribuyen propiedades espirituales y medicinales en ciertas comunidades indígenas. Asimismo, esta planta trepadora y vigorosa es utilizada en programas de restauración de áreas degradadas, como la recuperación de suelos erosionados o la revegetación de terrenos abandonados, ya que puede establecer una cubierta vegetal inicial que protege el suelo y facilita la regeneración de otras especies nativas (Carvajal et al., 2011, p.355).</p>	
USOS	Industria	En Ecuador la especie <i>Passiflora ligularis</i> tiene diversos usos industriales, donde es cultivada y comercializada ampliamente debido a su alto valor etnobotánico, especialmente en las regiones andinas (Tapia & Fries, 2007, p. 22). Sus frutos se utilizan como golosinas y junto con sus semillas se emplean en la preparación de bebidas. Además de su uso alimentario, los frutos también se aprovechan industrialmente para tratar enfermedades del sistema musculoesquelético (Castañeda et al., 2019, p. 33).
	Medicina	Tiene diversos usos medicinales siendo utilizada para la ansiedad, el insomnio, migraña y vértigo (Castañeda et al., 2019, p. 34). En algunas culturas indígenas, se cree que la <i>Passiflora ligularis</i> posee propiedades espirituales y puede provocar visiones o sueños lúcidos. Además, los chamanes utilizan su jugo como estimulante digestivo debido a la alta cantidad de fibra presente en sus

		semillas, lo que también ayuda a combatir los parásitos intestinales. (Patiño, 2002, p.358).
	Restauración ambiental	Es usada en programas de restauración de áreas degradadas, como la recuperación de suelos erosionados o la revegetación de terrenos abandonados. Al ser una planta trepadora vigorosa, puede ayudar a establecer una cubierta vegetal inicial que proteja el suelo y facilite la regeneración de otras especies nativas. También como paisajismo y proyectos ornamentales ya que es apreciada por su belleza ornamental y sus flores vistosas. En proyectos de paisajismo o embellecimiento de espacios urbanos, esta planta puede ser utilizada como elemento decorativo o para crear estructuras trepadoras en jardines y parques (Carvajal et al., 2011, p.355).
Forma de preparación		
Parte de la planta	Malestar/enfermedad o tratamiento	Proceso o forma de preparación
Hoja	Sedante, calmante y trastornos digestivos.	Hacer una infusión con 1-2 gramos de hojas secas por cada taza de agua caliente, dejando reposar durante 5 -8 minutos antes de beber (Guija, 2012, p.10).
Flor	Relajante muscular:	Se prepara a manera de infusión, con 1-2 gramos de flores secas, reducir el fuego y deja que las flores se infundan en el agua durante aproximadamente 10 min., luego, cuela la infusión para separar las flores y obtener el líquido (Javier Borbón, 2020, p. 5).
Corteza, ramas.	Propiedades sedantes y ansiolíticas, trastornos del sueño, propiedades antiinflamatorias	Se recolectan partes de la corteza de la planta. Hierve en una olla pequeña una taza de agua. Una vez que el agua esté hirviendo, añade la corteza de <i>Passiflora ligularis</i> seca a la olla. Reduce el fuego a fuego lento y deja que la corteza se infunda en el agua caliente durante unos 10-15 minutos. Puedes tapar la olla para mantener los compuestos activos en el líquido. Pasado el tiempo de infusión, retira la olla del fuego y deja que la infusión repose por unos minutos. Cuela la infusión para separar la corteza y obtener el líquido. Si lo deseas, puedes endulzar la infusión con miel o agregarle jugo de limón para mejorar el sabor. Sin embargo, evita agregar azúcar, ya que puede interferir con la calidad del sueño. Bebe la infusión de corteza de <i>Passiflora ligularis</i> aproximadamente 30 minutos antes de acostarte, para ayudar a relajarte y promover un sueño tranquilo (Mendoza, 2015, p.41).
Frutos	Digestión, antioxidante, sistema inmunológico.	Primero hay que preparar las frutas lavándolas en agua y retirando tallos u hojas que queden como residuos. A los duraznos partílos en cuadrados medianos. Hervir el agua y añadir los duraznos. Dejar que se cocinen durante 20 minutos. Añadir la granadilla y dejar que se cocine. Mientras tanto

		colocar en agua fría la maicena y dejar que se diluya. A la mezcla de duraznos y capulí se añade la canela y la panela y cuando el capulí cambia de tonalidad (se vuelve verdoso) se agrega la maicena y se mezcla para que de espesor. Dejar cocinar durante 20 minutos aproximadamente o hasta que haya un nuevo hervor (Javier Borbón, 2020, p. 6).
--	--	--

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.1.5 Características edafológicas

4.1.5.1. Suelo

Las propiedades físicas del suelo tienen una influencia directa en el desarrollo del cultivo. El sistema de raíces de la granadilla debe desarrollarse adecuadamente en los primeros 20 cm del suelo, cuya textura debe ser ligera y tener buena capacidad de drenaje (Bernal y Díaz, 2005, p.19). Los suelos idóneos para el cultivo de granadilla deberían ser de textura ligera, franco-arenosos o franco-arcillosos, pero, en cualquier caso, es fundamental que su capacidad de drenaje sea óptima (Salazar, 2018, p.32).

4.1.5.2. Textura del suelo

Puede crecer en diversas texturas de suelo, desde arenosos hasta arcillosos la especie *Passiflora ligularis* (granadilla). Sin embargo, un suelo perfectamente drenado y con buena estructura es beneficioso para el desarrollo sano de la planta (Espinosa et al., 2022, p.10).

Datos:

- Textura: franco - arenosos o franco - arcillosos.
- Aspectos favorables: Suelos drenados, sueltos, con buenos nutrientes y alta capacidad de retención de agua.
- Rango de adaptación: Puede llegar a desarrollarse en suelos arenosos hasta arcillosos, pero con baja productividad.
- Importancia del drenaje: Es vital que el suelo tenga una capacidad de drenaje óptimo y adecuado para evitar posibles problemas de pudrición de raíces y encharcamiento.
- Aireación: Las texturas francas o franco - arenosas favorecen la correcta circulación de aire del sistema radicular, fomentando el crecimiento saludable de la planta.

Para obtener un rendimiento óptimo en el cultivo de la granadilla debe contar con las propiedades dadas, favoreciendo así el desarrollo saludable del sistema radicular y, en consecuencia, el vigor y productividad de la planta (Rodríguez y Pardo, 2010, p. 28).

4.1.5.3. Nutrientes del suelo

La *Passiflora ligularis* requiere un suministro adecuado de nutrientes esenciales para su óptimo desarrollo. Según Rodríguez y Pardo (2010, p.32) la planta requiere niveles suficientes de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, entre otros elementos, para alcanzar su máximo potencial productivo. En este sentido, Sánchez et al. (2016, p.10) afirman que un suelo fértil y bien balanceado en su composición nutricional es fundamental para promover un desarrollo saludable de la planta.

4.1.5.4. pH del suelo

La granadilla prefiere suelos ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos, con un rango de pH entre 5.5 y 7.5 (Rodríguez, 2019, p. 27). Un pH adecuado es clave para evitar deficiencias nutricionales y problemas de absorción de nutrientes (Melgarejo et al., 2015, p.3).

4.1.6. Altitud

A altitudes mayores, las plantas de la *Passiflora ligularis* crecen más lentamente y sus hojas suelen ser más gruesas para poder filtrar la luz ultravioleta, que es más intensa. Sin embargo, la calidad del fruto, en cuanto a su coloración y aspecto sanitario, es mucho mejor (Martínez, 2018, p. 127). En altitudes menores a los 1500 msnm, el polen de la planta es poco viable, mientras que, en altitudes inferiores a los 1700 msnm, el suceso de insectos plaga es mayor y disminuye el tamaño de los frutos. Además, más del 50% de los frutos obtenidos a estas altitudes son de baja calidad (Rodríguez, 2015, p. 92). En plantaciones establecidas a altitudes superiores a los 2500 m, los frutos presentan un tamaño mayor, aunque el ciclo de producción es más largo y es común la aparición de enfermedades fúngicas como las relacionadas con los géneros *Nectria* y *Botrytis*, también, a estas altitudes disminuye la población de agentes polinizadores naturales (Melgarejo et al., 2010, p. 84).

4.1.7. Temperatura

En los cultivos de granadilla, la presencia de temperaturas elevadas a más de 20°C causa estrés hídrico, lo que incrementa la necesidad de agua y fertilizantes, y la duración del periodo de vida del cultivo disminuye. La aparición de la enfermedad fisiológica es más grave en altitudes por

encima de los 1600 msnm y temperaturas promedio por encima de los 20°C. Temperaturas por debajo de los 18°C aumentan la duración del ciclo de vida del cultivo, pero disminuyen su crecimiento y producción de frutos. Las bajas temperaturas, inferiores a 12°C, significativamente reducen la fecundación y la tasa de aborto floral alcanza el 90-95% (Melgarejo et al., 2015, p.2).

4.1.8. Precipitación

El manejo del agua en el cultivo de granadilla es de gran importancia, dado que es el principal componente del fruto es el agua, comprendiendo entre 60 y el 80% de su peso (MAG, 2018, p.10). En la especie *Passiflora ligularis*, se distribuyen a lo largo de todo el año la floración y la fructificación, por lo que la precipitación debe distribuirse regularmente, especialmente en zonas sin suministro de agua por riego. Los frutos pueden quedarse pequeños o caerse cuando el agua es escasa, como la brotación de yemas florales, la fecundación, cuajado y llenado. Es durante el proceso de llenado cuando el fruto presenta su mayor demanda de agua (Ocampo et al., 2010, p.1164). Es importante evitar la lluvia durante el periodo de floración, ya que la humedad en el polen provoca su rotura y pérdida de la función (Melgarejo et al., 2015, p.2).

4.1.9. Humedad relativa

Beneficia la duración de la viabilidad del polen y la fecundación de las flores la humedad relativa que se encuentra alrededor del 80%. Sin embargo, una baja humedad relativa (<40%), acompañada de vientos calurosos, puede provocar la marchitez de las flores, deshidratación y una disminución en la fotosíntesis debido al cierre de las estomas y la muerte de los brotes tiernos. Por lo tanto, es importante mantener niveles adecuados de humedad para la salud y el crecimiento de la planta (Agrónomo global, 2012, p. 4).

4.1.10. Características climáticas

Tabla 4-2: Características Climáticas de la provincia de Carchi

Carchi	Descripción
Clima	Subtropical de montaña: Temperaturas moderadas durante todo el año debido a la altitud, con días cálidos y noches más frescas.
Altitud	Desde los 1.200 m.s.n.m. en la zona del Valle hasta los 4.768 m.s.n.m. en la cima del volcán Chiles.
Precipitación	1721 mm
Humedad relativa	Abarca el 82%. No llueve durante 34 días por año.
Temperatura media anual	16° C.

Estación del año	Seca y húmeda: Estación seca generalmente ocurre entre los meses de junio a septiembre, mientras que la estación húmeda abarca los meses de octubre a mayo. Durante la estación húmeda, pueden ocurrir lluvias frecuentes y abundantes.
Microclimas	Microclimas de valles, microclimas de laderas, microclimas de páramo, microclimas de bosques, microclimas de cuerpos de agua.

Fuente: Obtenido de <https://es.climate-data.org/>

Elaborado por: Guacho Adriana, 2024.

Tabla 4-3: Características Climáticas de la provincia de Imbabura

Imbabura	Descripción
Clima	Subtropical de montaña: Las temperaturas tienden a ser moderadas durante todo el año debido a la altitud, con días cálidos y noches más frescas.
Altitud	Media, 2500 m s. n. m. Máxima, 4944 m s. n. m.
Precipitación	1784 mm.
Humedad relativa	Más alta en Diciembre (82.38 %). El mes con menor humedad relativa es septiembre (67.33 %). El mes con el mayor número de días lluviosos es mayo (27.20 días). El mes con el menor número de días lluviosos es septiembre (19.67 días).
Temperatura media anual	15 °C y 20 °C.
Estación del año	Seca y húmeda: La estación seca generalmente ocurre entre los meses de junio a septiembre, mientras que la estación húmeda abarca los meses de octubre a mayo. Durante la estación húmeda, pueden ocurrir lluvias frecuentes y abundantes.
Microclimas	Valle interandino, Paramos, Faldas de montaña. Las ciudades tienden a ser más cálidas que las áreas rurales circundantes debido al efecto de isla de calor, donde los edificios y el asfalto retienen y liberan calor, aumentando las temperaturas locales.

Fuente: Obtenido de <https://es.climate-data.org/>

Elaborado por: Guacho Adriana, 2024.

Tabla 4-4: Características Climáticas de la provincia de Pichincha

Pichincha	Descripción
Clima	Templado: Debido a su ubicación en la cordillera de los Andes y a la altitud promedio elevada.
Altitud	3400 m.s.n.m. y 3600 m.s.n.m.
Precipitación	600 mm.
Humedad relativa	Sobre el 70%. El mes con mayor humedad relativa es noviembre (86.18 %). El mes con menor humedad relativa es agosto (69.56 %). El mes con el mayor número de días lluviosos es marzo (28.63 días). El mes con el menor número de días lluviosos es julio (25.30 días)
Temperatura media anual	10 °C y 20 °C.

Estación del año	Secas y húmedas: La temporada de lluvias en general se produce desde octubre hasta mayo, con un pico de precipitación entre febrero y abril. Durante esta temporada, las lluvias pueden ser abundantes, especialmente en las áreas más bajas y las laderas orientadas al este. Los meses más secos suelen ser de junio a septiembre.
Variabilidad climática	Eventos extremos: Sequías, inundaciones o deslizamientos de tierra, Fenómeno del Niño y La Niña, que pueden tener un impacto significativo en la población y la agricultura.
Microclimas	Subtropical, templado, microclima de montaña, microclima de páramo, microclimas urbanos, Microclimas en los valles y laderas.

Fuente: Obtenido de <https://es.climate-data.org/>

Elaborado por: Guacho Adriana, 2024.

Tabla 4-5: Características Climáticas de la provincia de Cotopaxi

Cotopaxi	Descripción
Clima	Alta montaña: Está dominada por un clima de alta montaña debido a su ubicación en los Andes. A medida que la altitud aumenta, las temperaturas disminuyen, lo que resulta en un clima más frío en las zonas de mayor altitud, como los páramos y las cumbres de las montañas.
Altitud	Alrededor de 3.200 m.s.n.m.
Precipitación	1946 mm.
Humedad relativa	93%.
Temperatura media anual	10°C y 14 °C.
Estación del año	Secas y húmedas: La temporada de lluvias generalmente ocurre entre octubre y mayo, con un pico de precipitaciones entre febrero y abril. Durante esta temporada, las lluvias pueden ser bastante intensas, especialmente en las áreas bajas y en las laderas orientadas al este.
Variabilidad climática	Se manifiesta en fluctuaciones anuales en las temperaturas y las precipitaciones. Sujeta a eventos climáticos extremos, como sequías, inundaciones y deslizamientos de tierra, que pueden tener un impacto significativo en la agricultura, la economía y el bienestar de las comunidades locales.
Microclimas	Microclima de alta montaña, microclima de los valles, microclima de los bosques montanos, microclima de las laderas, microclimas en lagos y lagunas, microclimas urbanos(cálido).

Fuente: Obtenido de <https://es.climate-data.org/>

Elaborado por: Guacho Adriana, 2024.

Tabla 4-6: Características Climáticas de la provincia de Bolívar

Bolívar	Descripción
Clima	Subtropical: En las áreas bajas y valles de la provincia, especialmente en la región noroccidental, se encuentra un clima subtropical. Estas zonas tienen temperaturas cálidas durante todo el año.
Altitud	2.503 m.s.n.m.
Precipitación	500 mm.

Humedad relativa	Más alta en febrero (92.49 %). La menor cantidad de días lluviosos se mide en julio (21.33 días). El mes con más día
Temperatura media anual	13 °C.
Estación del año	Secas y húmedas: La temporada de lluvias generalmente ocurre entre octubre y mayo, con un pico de precipitación entre febrero y abril. Durante esta temporada, las lluvias pueden ser abundantes, especialmente en las áreas bajas y orientadas al este, mientras que los meses de junio a septiembre son más secos.
Microclimas	Microclima subtropical, microclima templado, microclima de alta montaña, microclima de los valles, microclimas en lagos y ríos, microclimas urbanos (cálido).

Fuente: Obtenido de <https://es.climate-data.org/>

Elaborado por: Guacho Adriana, 2024.

Tabla 4-7: Características Climáticas de la provincia de Tungurahua

Tungurahua	Descripción
Clima	Clima templado: Debido a su ubicación en la cordillera de los Andes y a la altitud promedio elevada.
Altitud	2.600 m.s.n.m.
Precipitación	1400 mm.
Humedad relativa	Máxima promedio es del 90.4% y la mínima promedio del 73.2%. Meses de diciembre hasta agosto con 7 y 8 octas (cielos muy nublados) y los valores menores entre los meses septiembre a octubre con 4 octas (cielos despejados).
Temperatura media anual	11°C.
Estación del año	Secas y húmedas. La temporada de lluvias generalmente ocurre entre octubre y mayo, con un pico de precipitación entre febrero y abril. Durante esta temporada, las lluvias pueden ser abundantes, especialmente en las áreas más bajas y en las laderas orientadas al este. Los meses más secos suelen ser de junio a septiembre.
Riesgo de actividad volcánica	Volcán Tungurahua: La presencia de este volcán activo influye en las características climáticas y ambientales de la provincia. La actividad volcánica puede tener efectos locales en la calidad del aire y la seguridad de las comunidades cercanas.
Microclimas	Microclima de páramo, frío, templado.

Fuente: Obtenido de <https://es.climate-data.org/>

Elaborado por: Guacho Adriana, 2024.

Tabla 4-8: Características Climáticas de la provincia de Chimborazo

Chimborazo	Descripción
Clima	Frío de montaña: Especialmente las áreas de mayor altitud, las temperaturas son generalmente frescas durante todo el año y pueden descender significativamente durante la noche.
Altitud	1.000 y 4.000 m.s.n.m.
Precipitación	1462 mm.

Humedad relativa	Más alta se mide en marzo (88.28 %). El más bajo en septiembre (78.99 %). El mes con más días lluviosos es marzo (26.87 días). El mes con menos días lluviosos es agosto (9.10 días).
Temperatura media anual	5°C y 12°C.
Estación del año	Invierno, verano, transiciones entre estaciones. Invierno (junio a septiembre), verano (diciembre a marzo), Transiciones entre estaciones: Los meses de abril, mayo, octubre y noviembre son periodos de transición entre el invierno y el verano, y viceversa, experimentando un clima mixto con días soleados y otros con lluvias intermitentes.
Variabilidad climática	Fenómenos climáticos globales: Fenómeno de El Niño y La Niña. Durante El Niño, se puede experimentar un aumento en las precipitaciones y temperaturas más cálidas, mientras que, durante La Niña, es más probable que haya condiciones más frías y secas.
Microclimas	Microclima de montaña, microclima de páramo, microclima de valles interandinos, microclima subtropical, microclimas en ríos y lagos.

Fuente: Obtenido de <https://es.climate-data.org/>

Elaborado por: Guacho Adriana, 2024.

Tabla 4-9: Características Climáticas de la provincia de Cañar

Cañar	Descripción
Clima	Páramo: En las altas mesetas; mesotérmico húmedo y semihúmedo al interior de la provincia y tropical monzón en las partes bajas de las estribaciones occidentales.
Altitud	3.143 m.s.n.m.
Precipitación	1038 mm.
Humedad relativa	Los meses con la humedad relativa más alta son febrero y abril con el 92%. El mes con la humedad relativa más baja es Septiembre (77%).
Temperatura media anual	6 a 12 °C.
Estación del año	Invierno más seco y un verano más lluvioso. La temporada de lluvias suele ocurrir entre los meses de diciembre a mayo, mientras que la temporada más seca se extiende de junio a noviembre.
Variabilidad climática	Eventos extremos y tendencias a lo largo del tiempo: Fenómeno de El Niño y La Niña, estaciones del año típicas, con un invierno más seco y un verano más lluvioso.
Microclimas	Microclima de valle, microclima de páramo, microclima de montaña, microclima de bosques. Las zonas bajas pueden tener un clima más cálido y seco, mientras que las áreas de alta montaña pueden ser más frías y húmedas.

Fuente: Obtenido de <https://es.climate-data.org/>

Elaborado por: Guacho Adriana, 2024.

Tabla 4-10: Características Climáticas de la provincia de Azuay

Azuay	Descripción
Clima	Templado: Durante el día, las temperaturas pueden ser agradables, con máximas que oscilan entre los 18°C y 25°C, mientras que las noches pueden ser frescas, con mínimas que varían entre 5°C y 12°C.
Altitud	2800 a 4000 msnm.

Precipitación	1612 mm.
Humedad relativa	Más alta se mide en junio (86.56 %). El más bajo en septiembre (78.96 %). marzo (26.83 días) tiene los días más lluviosos por mes en promedio. La menor cantidad de días lluviosos se mide en agosto (15.23 días).
Temperatura media anual	2 a 18 ° C.
Estación del año	Seco y lluvioso: La estación seca suele ocurrir de junio a septiembre, mientras que la estación lluviosa abarca de octubre a mayo.
Microclimas	Páramo, Microclimas más cálidos y secos. Las áreas de mayor altitud, como las zonas cercanas a los páramos, pueden tener un microclima de páramo, que es más frío y húmedo. En cambio, los valles y áreas de menor altitud pueden tener microclimas más cálidos y secos.

Fuente: Obtenido de <https://es.climate-data.org/>

Elaborado por: Adriana Guacho, 2024.

Tabla 4-11: Características Climáticas de la provincia de Loja

Loja	Descripción
Clima	Subtropical de montaña: Caracterizado por temperaturas moderadas durante todo el año. Las zonas más altas, como las localidades cercanas a la Cordillera de los Andes, pueden experimentar temperaturas más frías, especialmente por las noches.
Altitud	2060 m.s.n.m.
Precipitación	1453 mm.
Humedad relativa	Más alta se mide en febrero (82.77 %). El más bajo en septiembre (69.81 %). Marzo (25.60 días) tiene los días más lluviosos por mes en promedio. La menor cantidad de días lluviosos se mide en agosto (10.83 días).
Temperatura media anual	15 °C.
Estación del año	Seca y una estación húmeda: La estación seca generalmente ocurre entre los meses de junio a septiembre, mientras que la estación húmeda abarca los meses de octubre a mayo. Durante la estación húmeda, pueden ocurrir lluvias frecuentes y abundantes.
Microclimas	Tropical Húmedo, templado, Frío de Montaña, microclimas de los Valles, microclimas en Bosques y Reservas Naturales.

Fuente: Obtenido de <https://es.climate-data.org/>

Elaborado por: Guacho Adriana, 2024.

4.1.11. Historia

Passiflora ligularis, comúnmente conocida como granadilla o parcha, es una planta trepadora originaria de países de América del Sur como Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela. Fue cultivada y consumida por poblaciones indígenas en la región desde tiempos precolombinos (Hancock, 2012, p. 179).

Evidencia arqueológica sugiere que culturas como los Quitus y Tumaco, la Tolita en Ecuador ya cultivaban granadilla hacia el 500 A.C. Se han encontrado restos de granadilla en sitios de la

cultura Chorrera en el litoral ecuatoriano (López & Hanan, 2018, p. 421). Los Cañari, Paltas, Puruhás y Panzaleos también consumían granadilla y la integraban en su dieta en la Sierra ecuatoriana antes de la conquista Inca en el siglo XV (Decker-Walters, 2001, p. 55).

En Ecuador, los primeros cultivos comerciales de granadilla se establecieron en la década de 1950 en la sierra central del país, inicialmente era un cultivo menor, pero fue ganando importancia, En la década de 1980 se introdujeron variedades mejoradas de Colombia, lo que permitió expandir su cultivo a otras zonas, para 1990 se reportaban alrededor de 2,000 hectáreas cultivadas, en el 2000 el área cultivada superaba las 8,000 ha y la producción anual llegó a sobrepasar las 60,000 toneladas (Mortón, 1987, p. 336).

Los indígenas apreciaban sus frutas dulces y aromáticas, siendo ricos en nutrientes y con propiedades medicinales. Crece de forma silvestre en las zonas montañosas, pero los agricultores nativos comenzaron a seleccionar y cultivar variedades con características deseadas, como frutas más resistentes o grandes y que tengan resistencia a enfermedades (Bussmann, 2015, p.13).

4.1.12. Importancia económica.

Según Herrera et al., (2015, pp.15-49) esta fruta tiene una importancia significativamente económica en los andes del Ecuador por diferentes razones:

1. Agricultura y producción: Debido a su alta demanda en el mercado local y nacional los agricultores cultivan y exportan esta fruta para generar ingresos y mejorar su apoyo económico.
2. Exportación: Este fruto agrícola importante se exporta a diversos países, siendo el Ecuador un importante productor y exportador, además, por su sabor dulce y exótico la demanda en los mercados internacionales ha aumentado.
3. Valor nutricional: Es una fruta rica en nutrientes, principalmente vitamina C, vitamina A, calcio y hierro.
4. Uso culinario: La combinación de sabor y aroma único la hacen propicia para varios usos culinarios como en la producción de jugos, néctares, helados, postres y otros productos alimenticios.
5. Generación de empleo: Contribuye al empleo desde los agricultores que cultivan la fruta hasta los trabajadores en las plantas de producción, procesamiento y exportación.
6. Turismo y agroturismo: La producción de granadilla en los andes del Ecuador puede atraer agroturismo, donde los visitantes pueden conocer el proceso de cultivo y cosecha del fruto, lo que contribuye a generar ingresos adicionales para comunidades locales.

Rendimientos de la especie *Passiflora ligularis* (granadilla): producción cajas por hectárea en Ecuador.

La productividad en Ecuador de las plantaciones de granadilla varía según la región y las condiciones climáticas. Se estima en las dos cosechas principales anuales un rendimiento promedio de 350 a 400 cajas de 15 kg por hectárea (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2022). Representadas entre 26 y 30 toneladas métricas, casos excepcionales que superan las 35 toneladas por hectárea en zonas óptimas (Revista El Agro, 2023).

Además de las dos cosechas principales, se realizan cosechas fraccionadas destinadas principalmente al mercado nacional, lo que incrementa el rendimiento total anual (Nieto, 2021, p.47). En cuanto a la vida útil del cultivo, Tapia (2023, p.63) señala que, con un manejo adecuado una plantación de granadilla puede mantenerse productiva durante 8 a 10 años.

En las provincias de Imbabura y Carchi, zonas tradicionalmente productoras, los agricultores entregan un promedio de 300 cajas por hectárea a la empresa Proalimentos (El Comercio, 2022). Por su parte, estudios realizados en Tungurahua indican un rendimiento promedio de 800 unidades por planta, equivalente a 400 cajas/hectárea en plantaciones tecnificadas (Velasteguí, 2020, p.32).

La Asociación de Productores de Granadilla estima que para 2024 el rendimiento nacional promedio ascenderá a 420 cajas/hectárea, impulsado por la implementación de buenas prácticas agrícolas y el uso de variedades mejoradas (Quingaluisa, 2023).

Costos de Producción de la granadilla (*Passiflora ligularis*)

Según el informe del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador (2023, p. 22) los costos de producción en el primer año son significativamente altos en comparación con los años subsiguientes, ya que se deben considerar los materiales, insumos, mano de obra y otros aspectos relacionados con la preparación de terreno. Debido a esto, en años posteriores se presentan valores menores, es importante destacar que se ha contemplado un crecimiento del 3,5% en los costos indirectos y materiales y costos de mano de obra futuros

Tabla 4-12: Costos de producción por año en una hectárea de *Passiflora ligularis*

Actividad	Año 1 (USD)	Año 2 (USD)	Año 3 (USD)	Año 4 (USD)	Año 5 (USD)
Equipos e instalación de riego	\$ 2.400	0	0	0	0
Mano de obra	\$ 1.800	\$ 1.863	\$ 1.928	\$ 1.996	\$ 2.066
Equipos y material vegetal (plántulas, postes, alambre, fertilizantes...)	\$ 2.350	\$ 275	\$ 285	\$ 295	\$ 305
Costos indirectos (transporte, insumos, producción, acopio)	\$ 650	\$ 673	\$ 696	\$ 721	\$ 746
Total, costos de producción/ha (USD)	\$ 7.200	\$ 2.811	\$ 2.909	\$ 3.012	\$ 3.117

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador, 2023

Elaborado por: Guacho Adriana, 2024.

En los mercados internacionales la granadilla de los andes Ecuador continúa consolidándose como un producto estrella de exportación. Según proyecciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería, para el año 2024 se predice que las exportaciones de granadilla alcancen las 13.500 toneladas métricas, creando ingresos por más de \$62 millones de dólares (Boletín Agropecuario, 2023, p.37).

En 2023, En el Ecuador la granadilla se exportó alrededor de 12.800 toneladas, valoradas en \$54 millones de dólares, según datos del Banco Central (Estadísticas de Comercio Exterior, 2024, p.23). Siendo este un gran incremento del 14,3% en volumen y 20% en valor con respecto a 2021, cuando se exportaron 11.200 toneladas por \$45 millones (Macrorrueda, 2022). Se mantuvo como el principal destino la Unión Europea, demandando el 82% de las exportaciones ecuatorianas de granadilla. De este fruto exótico tan apreciado siguieron siendo los mayores importadores los Países Bajos, España, Alemania, Bélgica e Italia (Revista Agro&Exportación, 2024, p.37).

Mientras que, en la producción nacional, se espera que para 2024 las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar sigan liderando con aproximadamente el 75% del total de hectáreas cultivadas de granadilla en el país (Intriago, 2023, p.19). Esto ratifica la consolidación de la granadilla como un rubro de alta categoría para la agroindustria comerciante ecuatoriana.

4.1.13. Variables ambientales

La *Passiflora ligularis* se desarrolla en alturas de entre 1.500 y 2.500 msnm es fundamental que el cultivo se lleve a cabo en zonas con un clima moderadamente frío (Núñez, 2022, p.25), cuyas temperaturas promedio anuales varíen entre los 15 y 20°C, pero puede desarrollarse hasta altitudes que oscilan entre 900 y 2.700, su desarrollo se produce por formas suaves y onduladas (Lozano, 2021, p.10).

Las regiones con precipitaciones de 2200 hasta 3200 mm son las mejores para el desarrollo de la granadilla. Hay que mencionar, además que especies como *Passiflora ligularis subsp. granadilla* se adapta a regiones con clima tropical subhúmedo y seco, lo cual sugiere que puede tolerar condiciones de sequía, calor y humedad moderada (Corral et al., 2020, p.37).

La región Andina del Ecuador, donde existe una mayor concurrencia de plantas de granadilla, las condiciones meteorológicas muestran una temperatura media de 16 a 18°C (Nieto, 2021, p.25). Además, posee diferentes tipos de suelo principalmente suelos volcánicos, arenosos, franco arenosos y arcillosos con contenidos de humedad y buen drenaje, debido a la variedad de condiciones geográficas y climáticas presentes en la zona (Tapia, 2019, p.47). La granadilla se desarrolla adecuadamente en suelos profundos y con buena capacidad de retener agua, ricos en nutrientes y materia orgánica, existe una mejor producción al estar la especie plantada en suelos arenosos ubicados en localidades de provincias como Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja (Dane, 2016, p.5).

4.2. Determinar la situación actual de la especie en los andes del Ecuador.

La granadilla continúa siendo uno de los cultivos de importancia para la sierra ecuatoriana. No obstante, su área de producción se ha visto reducida en los últimos años debido a factores como el cambio climático y la expansión de la frontera agrícola. En 2023, se registraron alrededor de 3.500 hectáreas destinadas al cultivo de granadilla en las provincias andinas, un 12% menos que en 2018 (Ministerio de Agricultura y Ganadería 2023, p.24). Las zonas con mayor presencia de este cultivo siguen siendo Tungurahua, Cotopaxi e Imbabura, aunque se evidencia una disminución paulatina de las plantaciones (López, 2022, p.3).

Por otro lado, se empleó el modelo Maxent versión 3.4.4, el cual se obtuvo de forma gratuita desde <https://geoinnova.org/blog-territorio/maxent-para-modelos-de-distribucion-de-especies/>. Este modelo revela que las condiciones óptimas para el desarrollo de la *Passiflora ligularis* se están reduciendo gradualmente en ciertos sectores de la sierra centro y norte (Gámez, 2022, p.39), basándose en el principio de máxima entropía para apreciar una distribución de probabilidad, que es entre 0 y 100%, de acuerdo con los registros de presencia analizados y su relación con las capas bioclimáticas. Esta distribución de probabilidad alcanza a considerarse como abundancia relativa de la especie (Correia, 2019, p.14).

4.2.1. Requerimientos cartográficos

Maxent requiere un conjunto de coordenadas junto con datos cartográficos basados en variables ambientales a las que está expuesta la especie. Ambos conjuntos de archivos deben estar en formato CSV y ASCII respectivamente (Phillips et al., 2017, p.12). Este software no admite diferentes tipos de archivos cartográficos y las variables de análisis deben estar estandarizadas, cumpliendo las siguientes premisas:

- Tener la misma resolución para todas las variables.
- Distinguir entre variables cuantitativas y cualitativas.
- Tener los mismos límites espaciales para todas las variables.
- Asegurar que los píxeles estén perfectamente alineados entre las variables.

Para adaptar las variables (altitud, clima, cobertura, geología, pendiente, orientación, hidrología, infraestructura), involucradas en el análisis, pueden ser necesarios análisis como interpolaciones, conversiones de formatos, procesos de rasterización o reclasificaciones (Merow et al., 2013, p.6). También es importante manejar correctamente la codificación de las coordenadas utilizando los valores de X e Y o longitud y latitud (Morales et al., 2017, p.16). Además, es necesario utilizar los sistemas de referencia adecuados para las capas base y definir las coordenadas correctamente según la proyección utilizada. En este caso, los datos de partida se descargaron de las plataformas WorldClim y GBIF (Naoki, 2021, p.8).

4.2.2. Distribución actual

Para seleccionar las variables bioclimáticas más representativas se utilizó la función jackknife en Maxent. Este método evalúa la importancia de cada variable mediante el análisis de su contribución a la ganancia del modelo cuando se utiliza aisladamente. Las variables con mayor contribución cuando se usan solas, en comparación cuando se usan todas, son consideradas como las que tienen más información única y por lo tanto son las más importantes para incluir en el modelo. Esto permitió determinar las variables bioclimáticas más relevantes y con menor correlación para obtener el modelo óptimo. El estudio abarcó un conjunto de 19 variables bioclimáticas relacionadas con la temperatura y las precipitaciones, se eligieron 10 variables bioclimáticas según los resultados del ACP (Principal Component Analysis). Las variables de menor contribución fueron eliminadas del modelo final con el fin de evitar problemas de colinealidad entre las variables explicativas.

El 80 % seleccionados al azar, los registros de presencia de cada especie se utilizaron para la etapa de calibración del modelo y se utilizó para la etapa de validación el 20 % restante. Con el objetivo de analizar el desempeño del modelo, se trazaron las curvas de idoneidad de hábitat para cada

variable y se cuantificaron sus respectivas contribuciones mediante la prueba de Jackknife. Esta prueba permitió determinar los factores climáticos predominantes que definen la distribución potencial de las especies, destacando así las variables bioclimáticas de mayor influencia. (Moratelli et al., 2011, p.75).

La evaluación del desempeño del modelo Maxent se realizó utilizando las curvas ROC (Características Operativas del Receptor) y sus áreas bajo la curva respectivas, estimadas con la herramienta Niche Toolbox. (Niche toolbox, 2016), permitiendo evaluar las predicciones del modelo que tienen una tasa de errores de omisión inferior al 10%. La capacidad de ajuste del modelo se clasificó según los valores de AUC, considerando excelente ($0.9 \leq AUC \leq 1.0$), bueno ($0.8 \leq AUC < 0.9$), razonable ($0.7 \leq AUC < 0.8$), pobre ($0.6 \leq AUC < 0.7$) y fracaso ($0.5 \leq AUC < 0.6$) (Peterson et al., 2008, p.63).

4.2.2.1. Análisis de gráficos de Maxent de la distribución actual de la especie *Passiflora ligularis*

La ilustración 4 - 8 muestra la tasa de omisión y el área prevista por el modelo de Maxent para *Passiflora ligularis* en función del umbral acumulativo. El umbral acumulativo determina la clasificación de cada píxel como presencia de *Passiflora ligularis*. La tasa de omisión, representada por las líneas azul (datos de entrenamiento) y celeste (datos de prueba), refleja el porcentaje del área total de presencia de la especie que no es detectada por el modelo a un umbral dado. El área prevista (línea roja) indica el porcentaje del área total que es clasificada por el modelo como presencia de *Passiflora ligularis* (Horning et al., 2010, p.35).

Se observa que la tasa de omisión disminuye a medida que aumenta el umbral, debido a que se clasifican más píxeles como presencia de la especie. El área prevista, por el contrario, se incrementa con umbrales más altos. Se busca un umbral que equilibre ambos indicadores, reduciendo la omisión sin sobre predecir demasiado la distribución de la especie.

La coincidencia entre la tasa de omisión y la omisión prevista por el modelo (línea roja) sugiere una buena precisión en la predicción. Esta gráfica permite evaluar el comportamiento del modelo Maxent al variar el umbral de probabilidad y seleccionar un punto de corte óptimo.

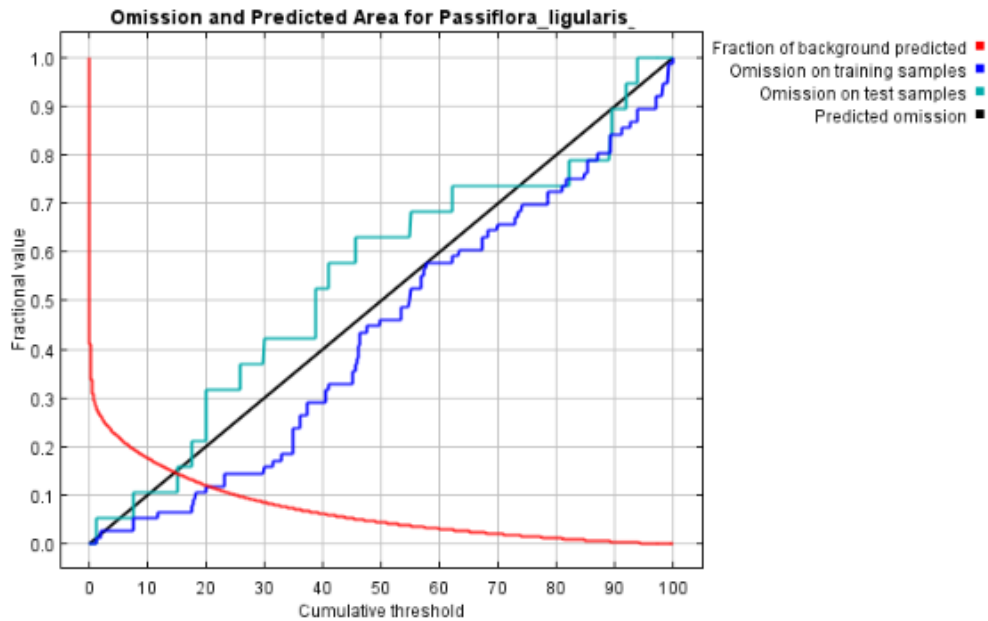


Ilustración 4-8: Omisión y área prevista para *Passiflora ligulares* en los andes Ecuador

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La ilustración 4-9 es la curva de características operativas del receptor (ROC) generada por Maxent para evaluar el desempeño del modelo. La representación gráfica contrasta en la ordenada los cocientes de casos positivos correctamente identificados (sensibilidad) mientras que en la abscisa se ubican las proporciones de instancias negativas erróneamente catalogadas como positivas (complemento a la especificidad) esta representación muestra cómo varían ambas tasas al modificar el criterio de discriminación entre las dos clases. (Peterson, 2011, p.38).

El área bajo la curva ROC (AUC) fue de 0.929 para los datos de entrenamiento y 0.920 para los datos de prueba. Estos valores cercanos a 1 indican un muy buen ajuste del modelo, significativamente mejor que una predicción aleatoria (AUC=0.5).

Es importante notar que el AUC máximo alcanzable para los datos de prueba es menor a 1, debido a que provienen de la misma distribución que los datos de entrenamiento. En este caso, el AUC máximo sería 0.929.

La curva ROC se acerca a la esquina superior izquierda, lo que refleja que el modelo Maxent tiene una alta sensibilidad (baja tasa de falsos negativos) y una alta especificidad (baja tasa de falsos positivos), las métricas ROC y AUC indican que el modelo genera predicciones confiables y puede generalizarse bien a nuevos datos, según lo demuestra el alto AUC de 0.920 para los datos de prueba independientes.

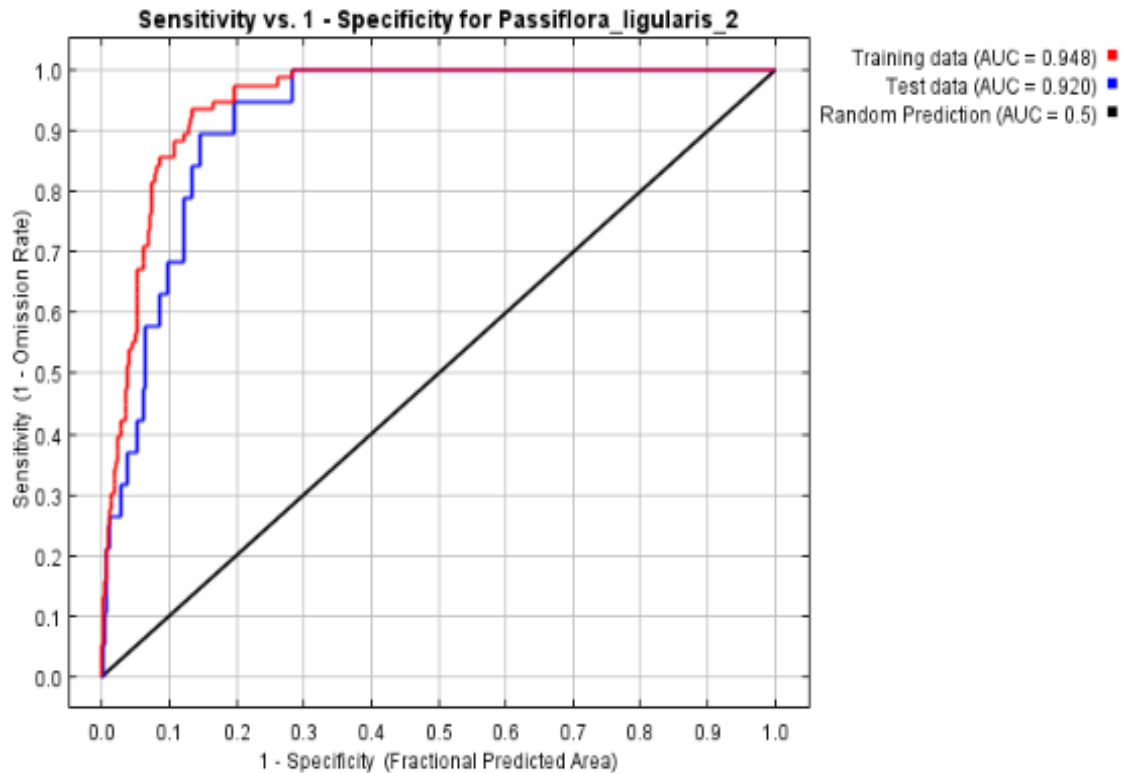


Ilustración 4-9: Curvas ROC y valores de AUC para el período actual

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La ilustración 4-10 es una representación del modelo Maxent para la especie *Passiflora ligularis*. La gama cromática exhibida nos muestra un gradiente de idoneidad ambiental que denota las diferentes probabilidades de ocurrencia de la especie en cuestión a lo largo del área de estudio, siendo las áreas más favorables de color rojo y naranja y menos favorables de color verde y azul. Los puntos blancos pertenecen a las ubicaciones donde se registró la presencia y se utilizaron para el entrenamiento del modelo, mientras que las ubicaciones de prueba son representadas por los puntos violetas.

Las zonas pintadas de colores cálidos en el mapa, indicativas de mayor potencial de ocurrencia, muestran una superposición geográfica considerable con los puntos de ubicación empleados para adiestrar el modelo predictivo referente a *Passiflora ligularis*.

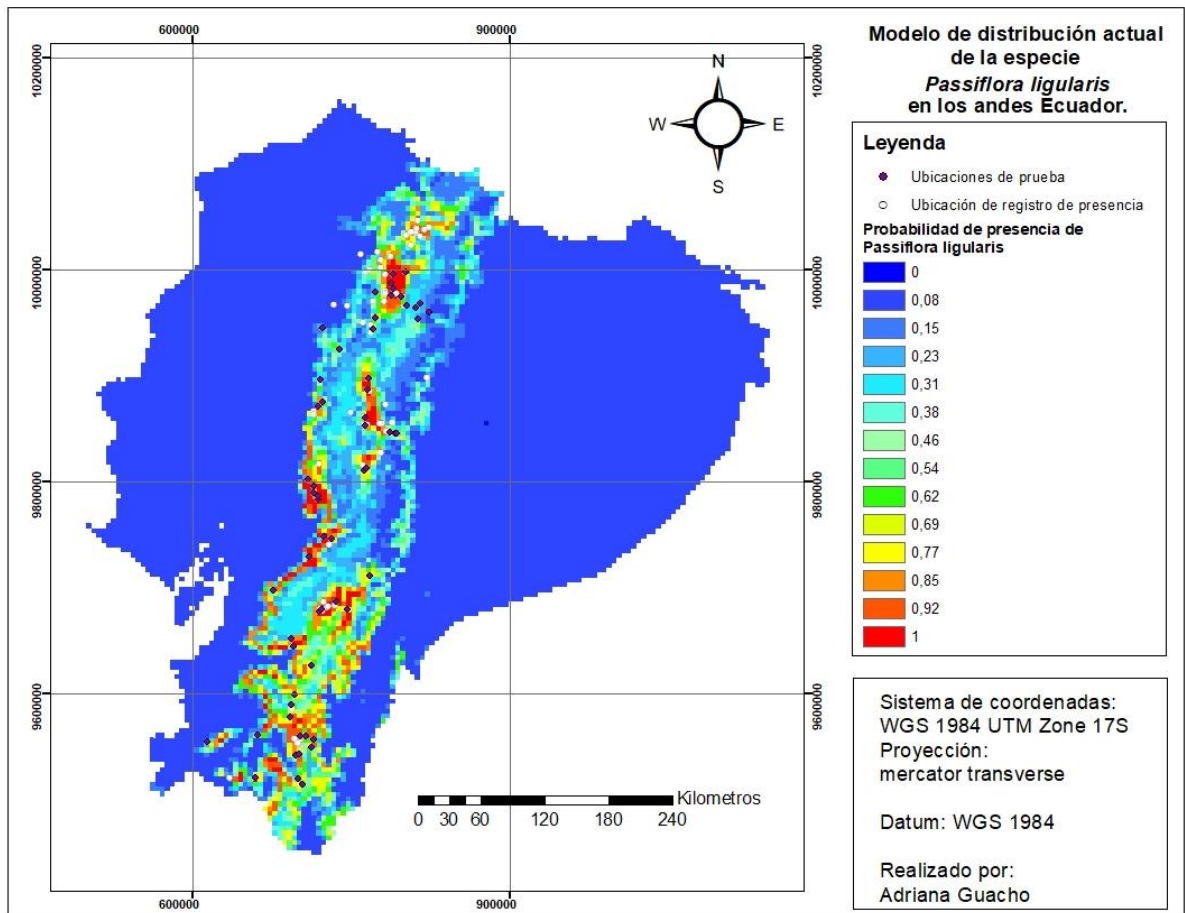


Ilustración 4-10: Modelo de distribución actual de la especie *Passiflora ligularis* en los andes Ecuador

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La ilustración 4-11 presenta los resultados de la prueba jackknife realizada en Maxent para evaluar la importancia relativa de las variables ambientales en el modelo de distribución de *Passiflora ligularis*. Se muestra que la variable cap8 es de mayor ganancia cuando se utiliza de forma individual. Los resultados sugieren que cap8 contiene el mayor poder predictivo para explicar la ocurrencia geográfica de la especie en cuestión.

Por otro lado, la variable cuya exclusión produce la mayor disminución en la ganancia es cap15. Esto indica que cap15 representa un aspecto predictivo singular, no considerado por el resto de los descriptores evaluados, cuya inclusión mejora la capacidad del modelo para representar adecuadamente la distribución espacial observada para la especie en cuestión.

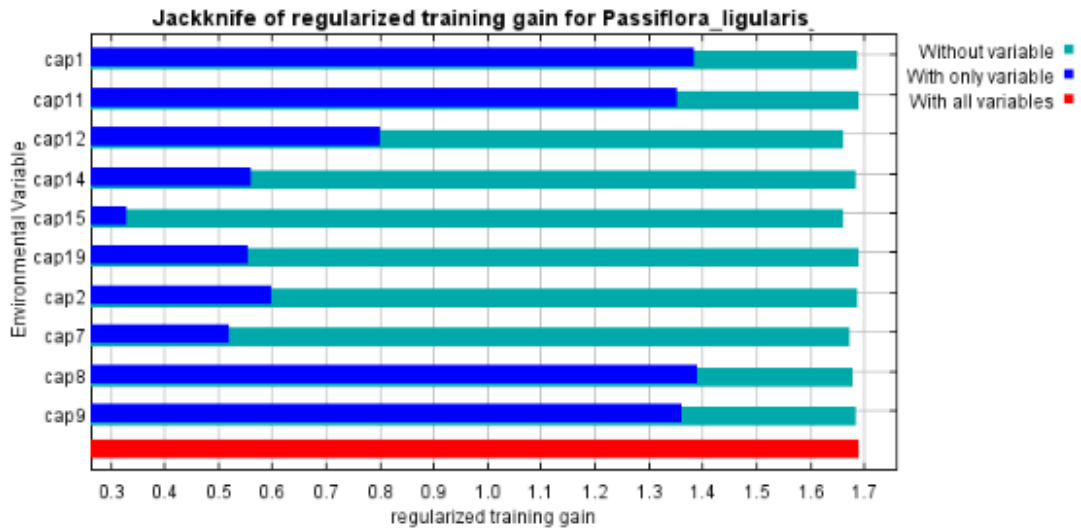


Ilustración 4-11: Test de Jackknife de la importancia de cada variable en el período actual (10 réplicas)

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

Las variables cap 1 y cap8 son las que tiene un mayor impacto en la importancia de las otras variables cuando se omite. Esto indica que estas contienen información única que no está presente en las demás variables. Por otro lado, las demás variables no muestran una tendencia significativa para predecir el modelamiento de *Passiflora ligularis subsp. granadilla*.

4.2.2.2. De pixeles a km2

Utilizando el programa ArcMap, se generó el mapa de distribución actual de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* como se observa la ilustración 4-13. Para ello, se utilizaron los datos en formato ASC obtenidos del modelo Maxent. La información ráster (pixeles) se transformó a unidades de kilómetros cuadrados, permitiendo identificar las áreas con mayor potencial para el desarrollo de la especie.

La ilustración 4-12 presenta la distribución espacial de *Passiflora ligularis subsp. granadilla*., expresada en kilómetros cuadrados para cada rango de idoneidad. Esta información permite visualizar las áreas con mayor probabilidad de éxito para el desarrollo de la especie, facilitando la toma de decisiones para su manejo y conservación.

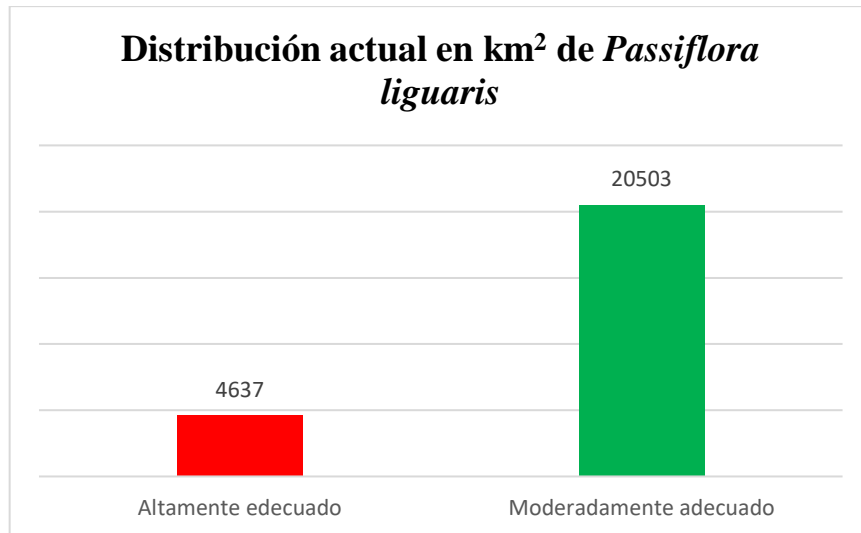


Ilustración 4-12: Distribución actual en km² de *Passiflora ligularis* subsp. Granadilla mediante el modelo Maxent
Realizado por: Guacho Adriana, 2024

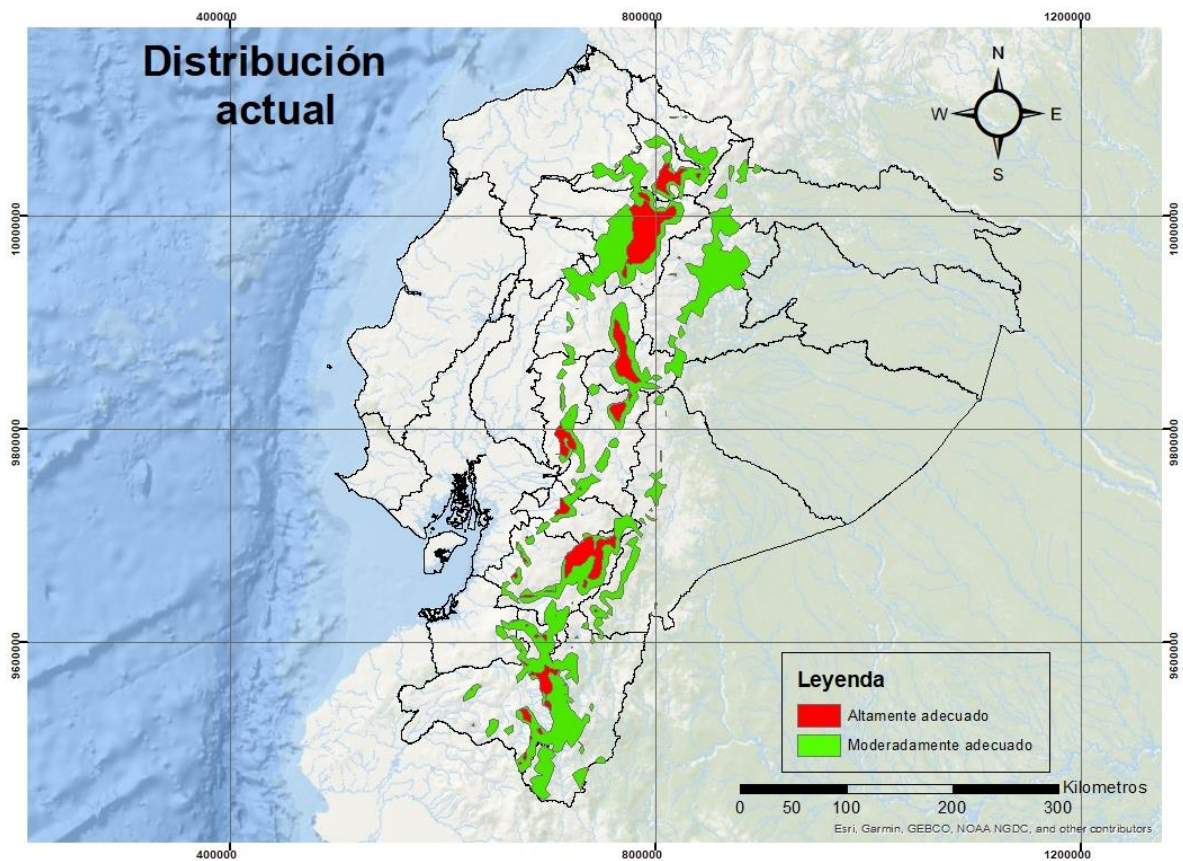


Ilustración 4-13: Distribución actual de *Passiflora ligularis*

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.2.3. Modelo de distribución potencial de *Passiflora ligularis* subsp. granadilla

4.2.4. Potencial bajo escenarios 4.5 y 8.5 en los años 2050s -2090s

A partir del modelo Maxent calibrado/validado, se proyectaron las distribuciones actuales y futuras en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para los períodos 2050s y 2090s. Las distribuciones se basaron en el logístico promedio de 10 réplicas siguiendo la metodología propuesta por Wei et al. (2018, p. 12), para estimar los índices de ocurrencia que varían entre 100 % (es más probable que ocurra) y 0 % (no es probable que ocurra) (Phillips et al., 2006 p.4).

4.2.5. Modelo 2050s

Para proyectar la distribución futura de la granadilla y evaluar los impactos de los cambios climáticos, se utilizó el modelo de máxima entropía Maxent, junto con los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 de cambio climático. Aplicando el modelo y mediante el software ArcGIS 10.5, se generaron mapas de distribución potencial para la década 2050 que contemplan los efectos previstos del aumento de temperaturas y variaciones en los patrones de precipitación. La estimación de la pérdida de áreas de ocurrencia se realizó para la especie analizada comparando el escenario actual con los escenarios pésimo (RCP 8.5) y moderado (RCP 4.5).

4.2.5.1. Escenario 4.5 RCP

La correlación entre la tasa de omisión y el área proyectada en relación con el umbral acumulativo se muestra en la Ilustración 4-14 del año 2050s en el escenario 4.5 RCP. Se calcula la tasa de omisión utilizando tanto los datos de entrenamiento como los de prueba, lo que brinda una imagen completa del desempeño del modelo. Cuanto más cercana esté la tasa de omisión real (líneas azul y celeste) a la tasa esperada (línea negra) para un determinado umbral, más precisas son las predicciones del modelo.

Un valor alto reduce falsos positivos (área proyectada) pero aumenta falsos negativos (omisión), mientras que un valor bajo tiene el efecto opuesto reflejando el intercambio inherente entre capturar más casos positivos reales, versus hacer menos predicciones positivas incorrectas. El gráfico permite elegir un punto de equilibrio óptimo para la aplicación en cuestión.

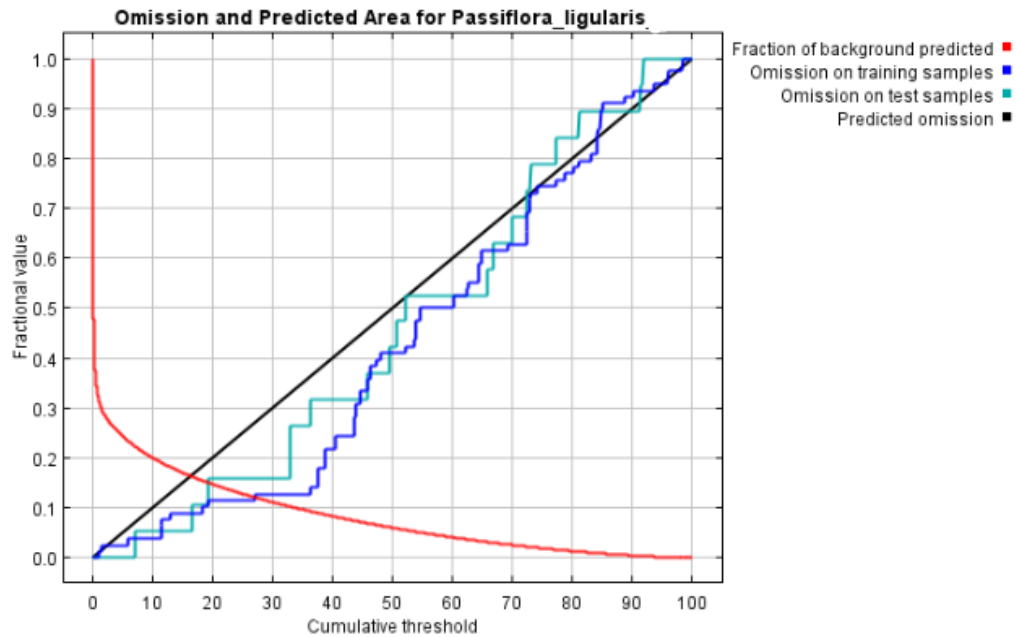


Ilustración 4-14: Omisión y área prevista, año 2050s, escenario 4.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La Ilustración 4-15 presenta las curvas de características operativas del receptor (ROC) para el modelo, tanto en los datos de entrenamiento como en los de prueba, en el año 2050s bajo el escenario 4.5 RCP. Las curvas ROC trazan la sensibilidad del modelo (fracción de verdaderos positivos detectados) versus la tasa de falsos positivos (1 - especificidad), a medida que varía el umbral de decisión (Phillips at al., 2006, p.190).

Se observa una superposición casi perfecta entre las curvas ROC de entrenamiento (AUC=0.938) y prueba (AUC=0.934), indicando un muy buen ajuste del modelo a los datos y una alta capacidad de generalización a datos nuevos. Esto soporta un excelente desempeño predictivo global.

Es importante notar que la especificidad se calcula en base al área proyectada por el modelo, no a la tasa de omisión real. Dado que los datos de prueba siguen la misma distribución de máxima entropía (Maxent) que los de entrenamiento, el AUC máximo posible para la prueba es 0.915 en lugar de 1. Las curvas ROC superpuestas proveen fuerte evidencia que el modelo se ajusta perfectamente a los datos.

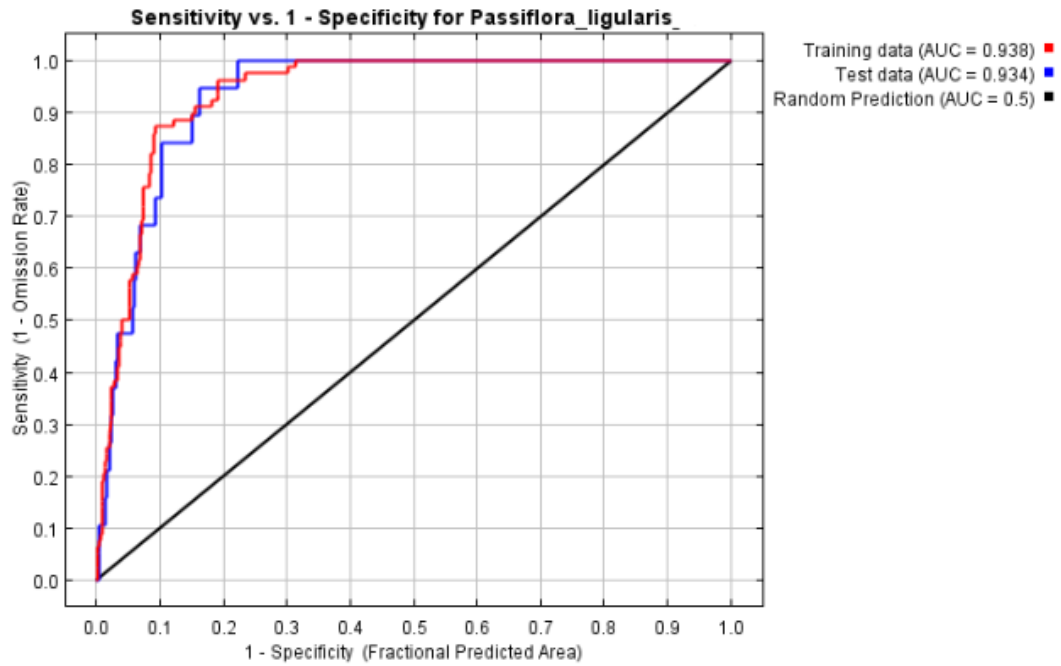


Ilustración 4-15: Sensibilidad vs. 1 – especificidad, año 2050s, escenario 4.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La Ilustración 4-16 presenta el modelo de distribución de especies Maxent para *Passiflora ligularis* bajo el escenario 4.5 RCP para el año 2050s. El mapa muestra visualmente la idoneidad proyectada del hábitat para dicha especie a lo largo del país mediante una escala de color que va desde el azul (condiciones desfavorables) al rojo (condiciones muy favorables). También se muestran puntos blancos que representan las ubicaciones de presencia utilizadas para entrenar el modelo y puntos morados que representan las ubicaciones de prueba, la ubicación complementaria de estos puntos apoya la capacidad de extrapolación del modelo.

El mapa en conjunto con la localización de los puntos de entrenamiento y prueba, brindan una representación integral de la distribución potencial en el año 2050s en el escenario 4.5RCP mostrando las áreas con mayor idoneidad que se encuentran en la región sierra del Ecuador y las áreas con menor idoneidad se encuentran en la región costa y amazonia.

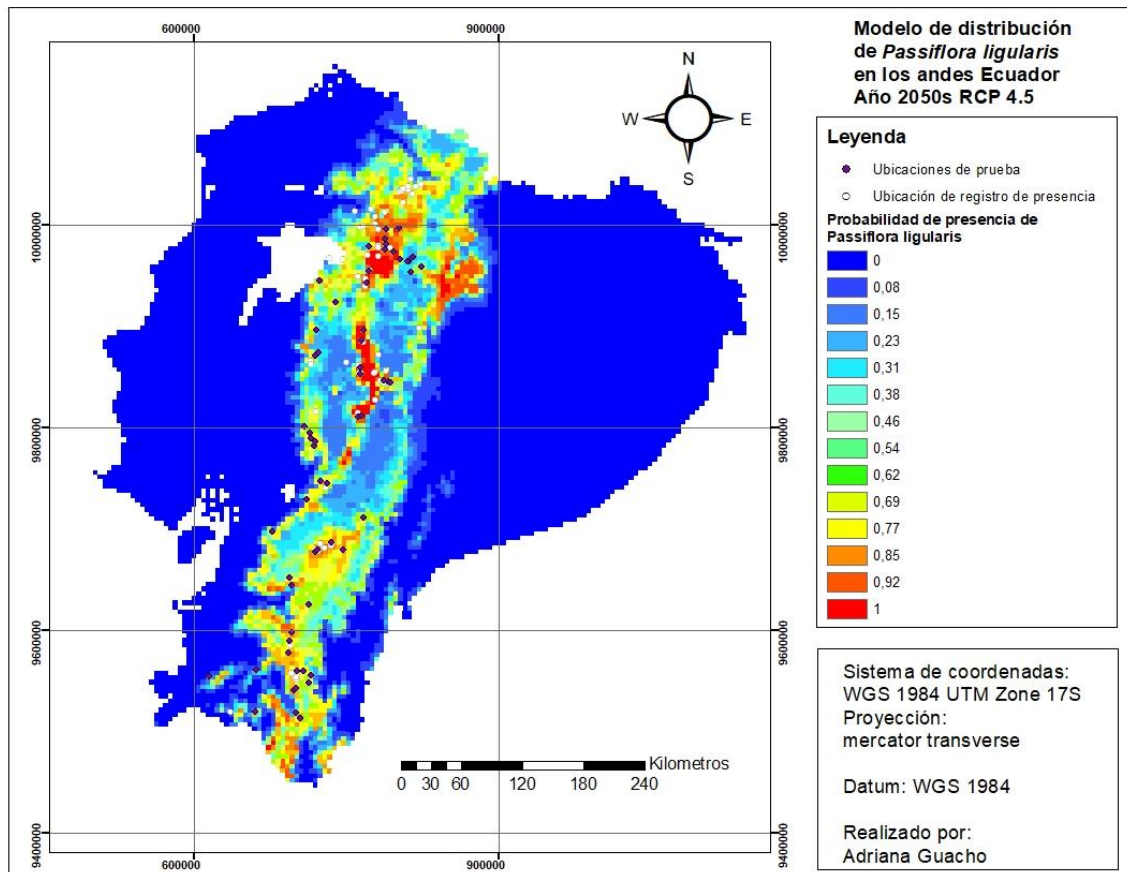


Ilustración 4-16: Modelo de distribución del año 2050s, escenario 4.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La ilustración 4-17 presenta los resultados de un análisis de importancia de variables ambientales para el modelo Maxent de *Passiflora ligularis* en el año 2050s bajo el escenario 4.5RCP. Se observa que la variable bioclimática (bioc) tiene la mayor ganancia independiente, indicando que contiene por sí sola la mayor cantidad de información relevante para modelar la distribución de esta especie. Por otro lado, omitir la variable de precipitación (prec) resulta en la mayor reducción de ganancia del modelo, sugiriendo que prec aporta información única sobre el nicho de la especie que no está presente en las otras variables consideradas.

El análisis jackknife realizado identifica a las variables climáticas bioc y prec como las más influyentes e informativas para determinar la idoneidad del hábitat de *Passiflora ligularis* bajo condiciones ambientales cambiantes en el año 2050s. Estos resultados tienen utilidad para enfocar los esfuerzos de conservación y monitoreo de la especie a aquellos factores ambientales más determinantes.



Ilustración 4-17: Test de Jackknife de la importancia de cada variable en el período 2050s en el escenario 4.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.2.5.2. De pixeles a km² del modelo de distribución del año 2050s, escenario 4.5 RCP

La ilustración 4-18 muestra un gráfico del área total de distribución potencial de *Passiflora ligularis* en Ecuador para el año 2050s bajo el escenario 4.5 RCP en km². El gráfico se divide en dos rangos de idoneidad del hábitat: altamente adecuado y moderadamente adecuado representa con una barra de color diferente, se observa el área total en kilómetros cuadrados con condiciones ambientales propicias para el establecimiento de poblaciones viables de la especie. Esta área potencial alcanza los 24556 km², la barra roja indica que 6279 km² presentarían alta idoneidad de hábitat y la barra verde denota los 18277 km² restantes con moderada idoneidad.

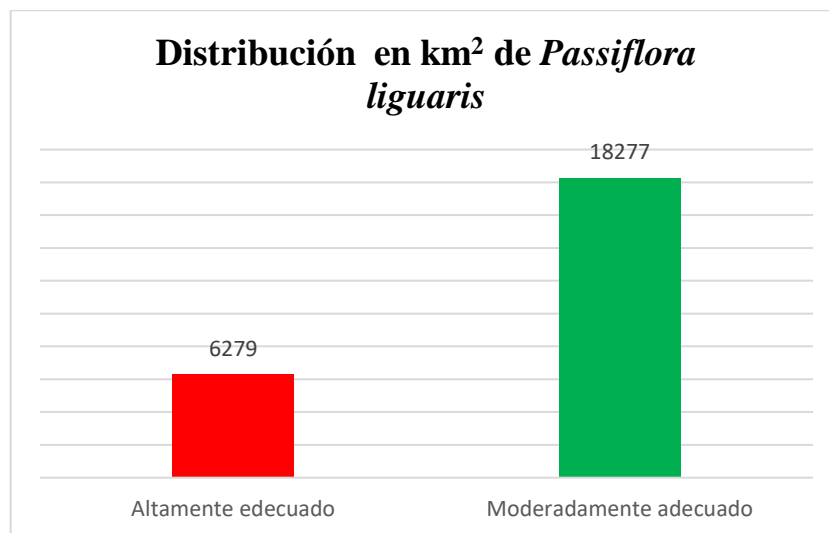


Ilustración 4-18: Distribución del año 2050s en el escenario 4.5 RCP en km² de *Passiflora ligularis*

Realizado por: Guacho Adriana, 2024

Para generar la distribución potencial de *Passiflora ligularis subsp. granadilla*, se empleó un modelo ráster en formato ASC obtenido a partir de Maxent. Este modelo permitió la obtención de curvas de nivel, las cuales posteriormente fueron transformadas de píxeles a kilómetros cuadrados con el fin de evaluar si los rangos de distribución potencial de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* habían cambiado en comparación con los rangos de los modelos de distribución actuales. El mapa resultante para la distribución potencial de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* durante el período 2050s, bajo el escenario 4.5RCP, se muestra en la ilustración 4-19.

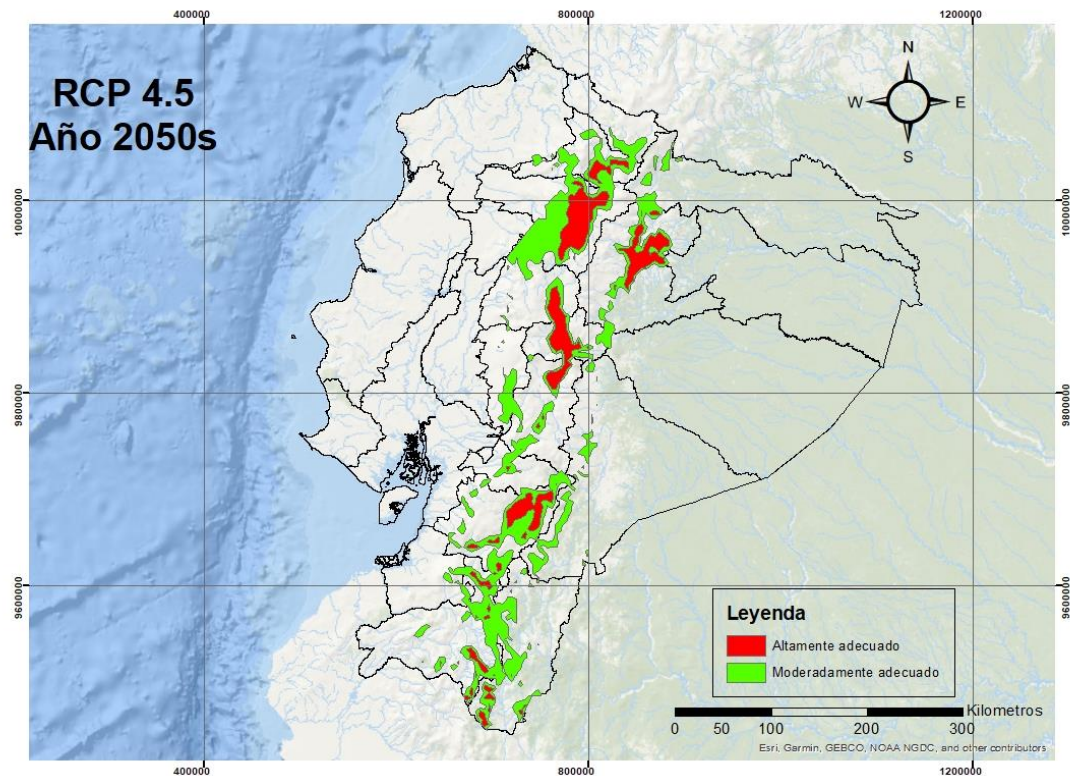


Ilustración 4-19: Distribución potencial de *Passiflora ligularis* bajo escenario 4.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.2.5.3. Escenario 8.5 RCP

En la ilustración 4-20 presenta un análisis de la tasa de omisión en función del área pronosticada por el modelo Maxent para *Passiflora ligularis* en Ecuador al 2050 bajo el escenario 8.5RCP. Se exhiben dos curvas de tasa de omisión: una para los datos de presencia empleados para entrenamiento (calibración) del modelo, y otra para datos de presencia independientes usados posteriormente para evaluación o prueba. Idealmente, ambas curvas deben aproximarse a la línea diagonal gris que representa la omisión prevista teóricamente. Este análisis gráfico valida que el modelo genera predicciones generalizables y bien calibradas de la distribución potencial de la especie.

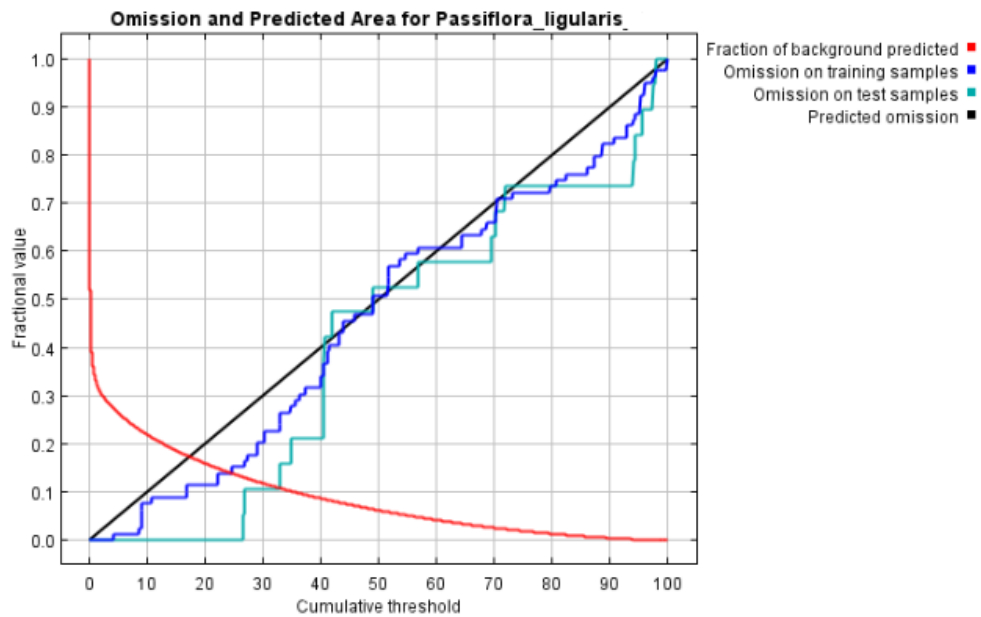


Ilustración 4-20: Omisión y área prevista, año 2050s, escenario 8.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La ilustración 4-21 muestra la curva ROC (Curva de Características Operativas del Receptor) para evaluar el desempeño del modelo Maxent de *Passiflora ligularis* en el año 2050s bajo el escenario 8.5 RCP. La curva traza la sensibilidad del modelo (tasa de verdaderos positivos) frente a 1 - la especificidad (tasa de falsos positivos) para distintos umbrales de predicción (Phillips et al., 2006, p.231). Es importante destacar que la especificidad se calcula respecto al área favorecida proyectada por el modelo, no sobre la tasa real de comisión. Esto significa que el máximo AUC (área bajo la curva) posible es inferior a 1, con un valor de 0,942 para esta distribución de modelado.

La curva ROC para el modelo se ubica consistentemente hacia el extremo superior izquierdo del gráfico, reflejando una alta sensibilidad y especificidad simultáneas. El AUC resultante de 0,942 se aproxima estrechamente al máximo teórico posible, evidenciando un excelente ajuste y capacidad predictiva del modelo Maxent para la especie en estudio. Este análisis corrobora un muy buen desempeño del modelo desarrollado para proyectar la idoneidad futura del hábitat de *Passiflora ligularis*, otorgando fuerza a las proyecciones ante escenarios climáticos cambiantes.

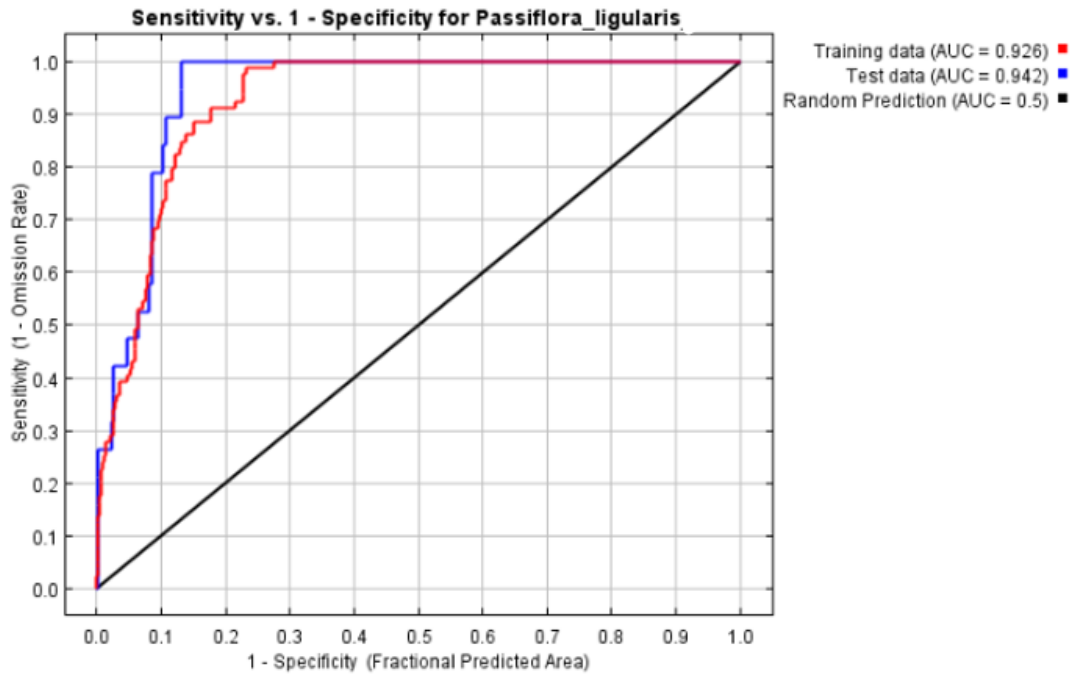


Ilustración 4-21: Sensibilidad vs. 1 – especificidad, año 2050s, escenario 8.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La ilustración 4-22 presenta el mapa de favorabilidad de hábitat proyectado para *Passiflora ligularis* en Ecuador bajo condiciones climáticas del escenario 8.5 RCP en el año 2050s. Utilizando una escala de colores se visualiza la variación espacial favorables del hábitat según el modelo de distribución de especies Maxent. Las zonas rojizas y amarillas denotan alta favorabilidad, mientras que las áreas azuladas representan condiciones desfavorables. Los puntos blancos señalan las ubicaciones donde se registraron presencias, las cuales fueron utilizadas en el proceso de entrenamiento del modelo. Por otro lado, los puntos violetas indican las ubicaciones de prueba empleadas para la validación del modelo.

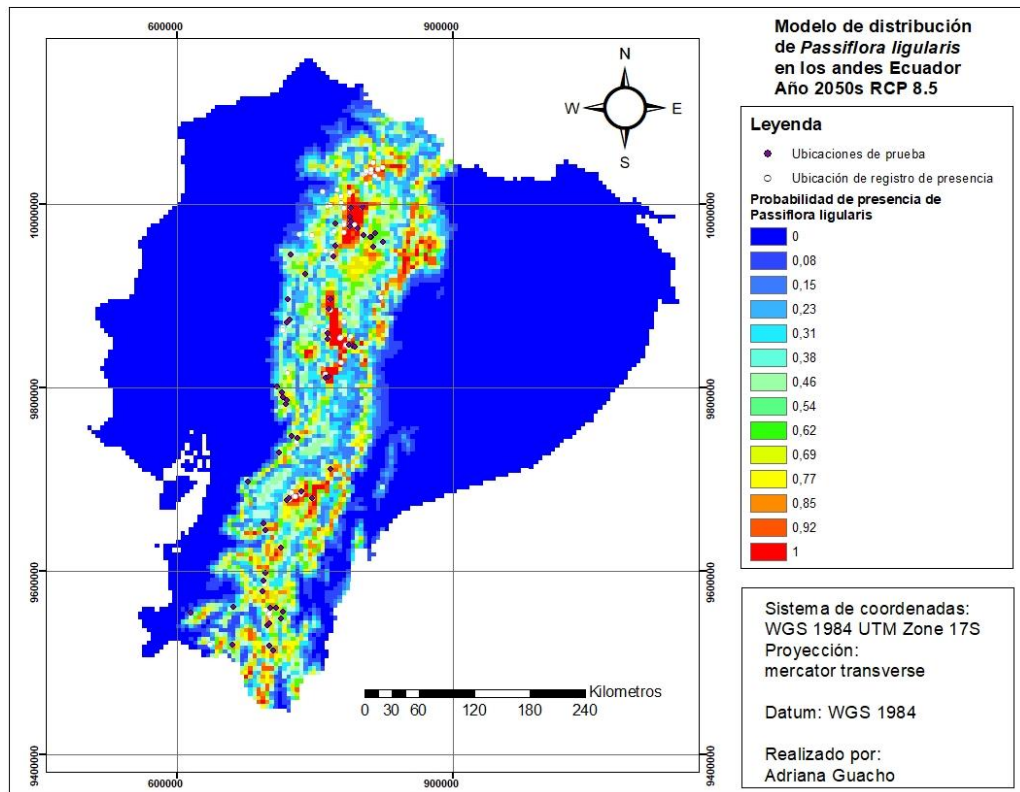


Ilustración 4-22: Modelo de distribución del año 2050s, escenario 8.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La ilustración 4-23 presenta los resultados del análisis de Jackknife de importancia variable para el modelo Maxent de *Passiflora ligularis* en el año 2050s bajo el escenario 8.5RCP. La variable ambiental con mayor ganancia de información cuando se utiliza de forma aislada es tmin (temperatura mínima), lo que indica que por sí sola posee la información más útil para la predicción. La variable ambiental que más reduce la ganancia de información cuando se omite también es tmin, lo que sugiere que contiene la mayor cantidad de información no redundante con respecto a las demás variables.



Ilustración 4-23: Test de Jackknife de la importancia de cada variable en el período 2050s en el escenario 8.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

El modelo generado permitió la determinación del rango de distribución potencial de la especie. Los resultados se presentan gráficamente en la ilustración 4-24, donde se visualiza la extensión en kilómetros cuadrados en la que se estima que la especie podría distribuirse.

4.2.5.4. De pixeles a km² del modelo de distribución del año 2050s, escenario 8.5 RCP

El modelo Maxent generado para *Passiflora ligularis subsp. granadilla* bajo el escenario 8.5 RCP en el año 2050s permitió la determinación del rango de distribución potencial de la especie. Los resultados se presentan gráficamente en la ilustración 4-24, donde se visualiza el área total en kilómetros cuadrados con condiciones ambientales propicias para el establecimiento de poblaciones viables de la especie. Esta área potencial alcanza los 25140 km², la barra roja indica que 7069 km² presentarían alta idoneidad mientras que la barra verde denota los 18071 km² restantes con moderada idoneidad.

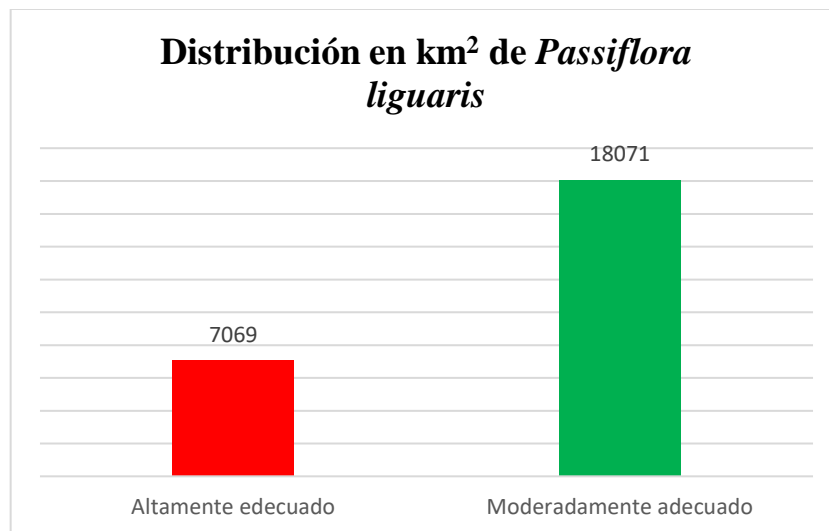


Ilustración 4-24: Distribución del año 2050s en el escenario 8.5 RPC en km² de *Passiflora ligularis*

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

Para el período 2050s bajo escenarios 8.5RCP, el mapa de distribución potencial de la especie *Passiflora ligularis subsp. granadilla* fue generado utilizando el modelo de Maxent, mostrando las áreas donde se estima que la especie podría distribuirse en el futuro. Se visualizan en la ilustración 4-25 los valores de distribución se expresan en kilómetros cuadrados.

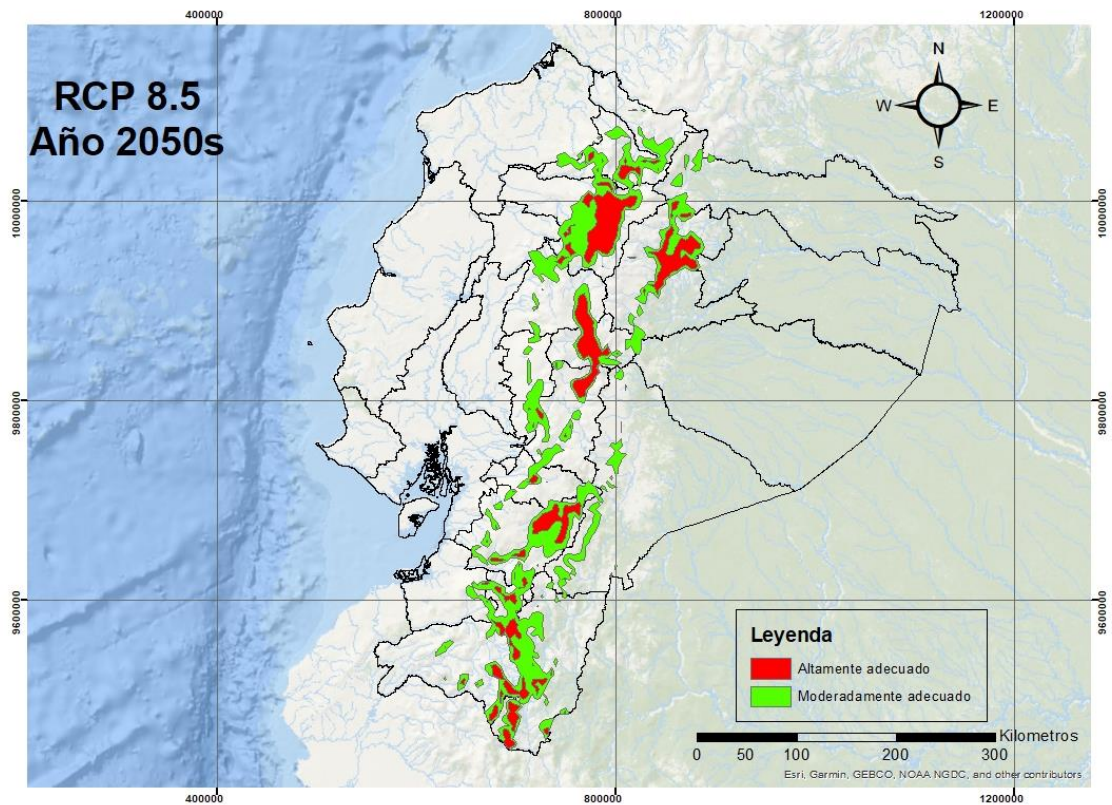


Ilustración 4-25: Distribución potencial de *Passiflora ligularis* bajo escenario 8.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.2.6. Modelo 2090s

Al representar los patrones de distribución actual y potencial de la especie analizada considerando los escenarios de cambio climático, el modelo tiene un desempeño satisfactorio. Estos resultados pueden ser usados por diseñadores de políticas y gestores para seleccionar las estrategias adecuadas que deben implementarse para hacer frente a los desafíos del cambio climático (Bezerra et al, 2019, p.49).

La disminución las regiones donde se ha constatado las áreas de ocurrencia de la especie analizada podría tener un impacto negativo en la polinización, la productividad de los cultivos y, por ende, la economía de las regiones (Settele et al., 2016, p.3).

4.2.6.1. Escenario 4.5 RCP

La ilustración 4-26 presenta un análisis de la precisión del modelo Maxent para *Passiflora ligularis* en el año 2090s bajo el escenario 4.5RCP, examinando la tasa de omisión en función del área de idoneidad proyectada utilizando distintos umbrales acumulativos.

Se evaluó la tasa de omisión tanto en los datos de presencia empleados para el entrenamiento (azul), como en datos de presencia independientes reservados para la evaluación (rojo). Se presentan curvas separadas para la tasa de omisión en los datos de entrenamiento del modelo y en los datos de prueba independientes. Es deseable que estas tasas de omisión se acerquen a la omisión prevista según cada umbral acumulativo, lo que indicaría un buen funcionamiento del modelo (Bai et al., 2018, p.6). Se observa que la tasa de omisión en los datos de entrenamiento es sistemáticamente menor que en los de prueba. Esto sugiere que el modelo se ajusta muy bien a los datos con los que fue calibrado, pero tiene una capacidad de generalización limitada a datos nuevos. Sin embargo, ambas curvas de omisión siguen de cerca la línea diagonal de omisión prevista, indicando que el modelo está bien calibrado dentro de sus capacidades.

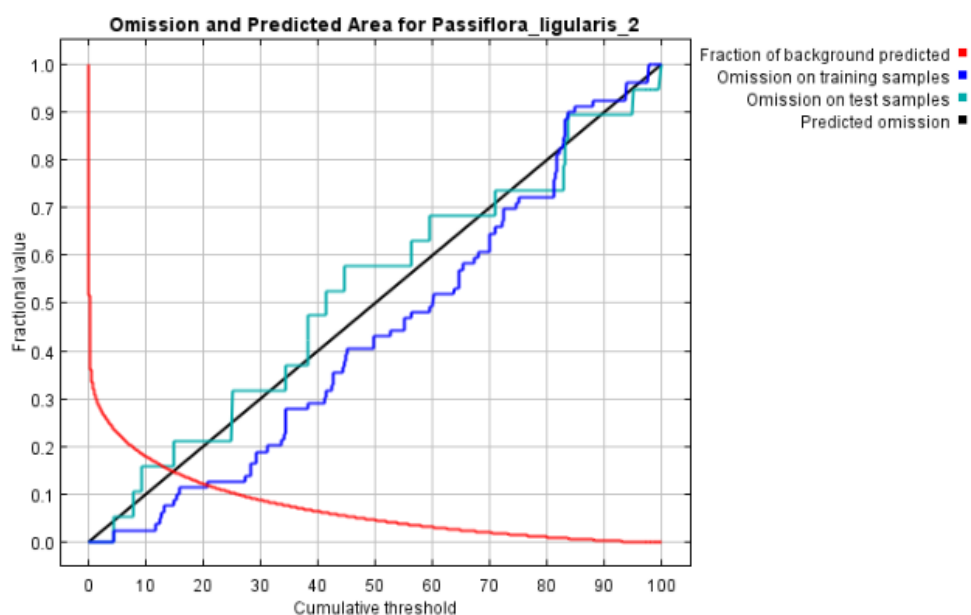


Ilustración 4-26: Omisión y área prevista, año 2090s, escenario 4.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La ilustración 4-27 muestra ROC (curva de características operativas del receptor) para el modelo Maxent desarrollado para predecir la distribución de *Passiflora ligularis* en el año 2090s bajo el escenario 4.5RCP. Es importante tener en cuenta que, en esta evaluación de la especificidad, se utiliza el área prevista en lugar de la comisión real. Esto conlleva a que el valor máximo del AUC es menor a 1 debido a la forma en que se calcula la especificidad (Elith et al., 2009, p.40). En el caso de que los datos de prueba se obtengan de la misma distribución que Maxent, el AUC máximo posible en las pruebas sería de 0.927 en lugar de 1. Sin embargo, en la práctica, es posible que el AUC de la prueba sea mayor a este límite debido a la variabilidad natural de los datos.

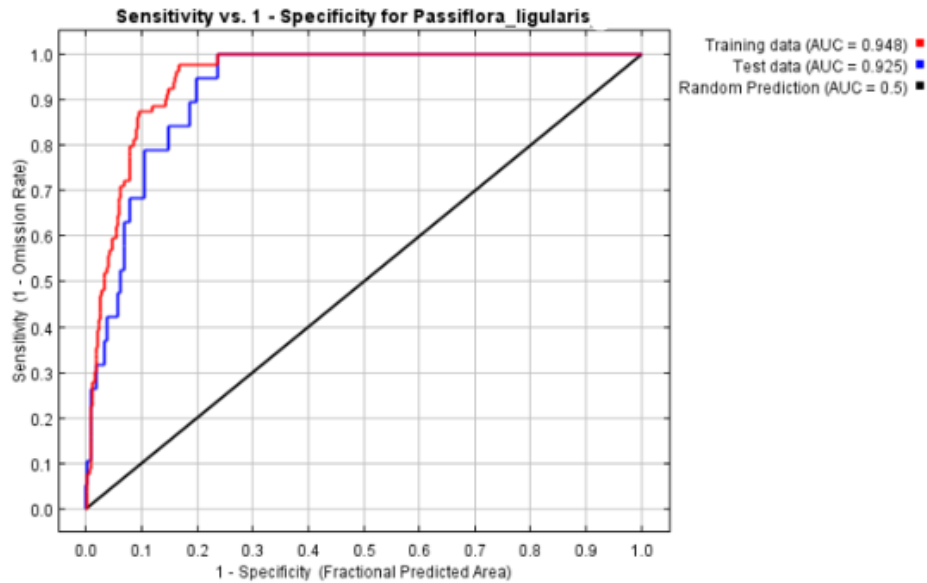


Ilustración 4-27: Sensibilidad vs. 1 – especificidad, año 2090, escenario 4.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La Ilustración 4-28 muestra el mapa de idoneidad de hábitat predicho por el modelo de distribución de especies Maxent para *Passiflora ligularis* en el año 2090s bajo el escenario de cambio climático 4.5RCP. Se representa mediante una escala de colores cálidos (naranja y rojo) las áreas con condiciones ambientales más favorables para la presencia de esta especie. Las zonas en tonos fríos (azul y verde) indican una menor idoneidad de las condiciones. Los puntos blancos representan las ubicaciones donde se registraron presencias y que se utilizaron en el proceso de entrenamiento. Los puntos violetas, por otro lado, señalan las áreas donde se puso a prueba la precisión del modelo.

La región de los Andes ecuatorianos (sierra) presenta la mayor idoneidad de condiciones ambientales, sugiriendo que esta podría seguir siendo el área de distribución principal de *Passiflora ligularis*.

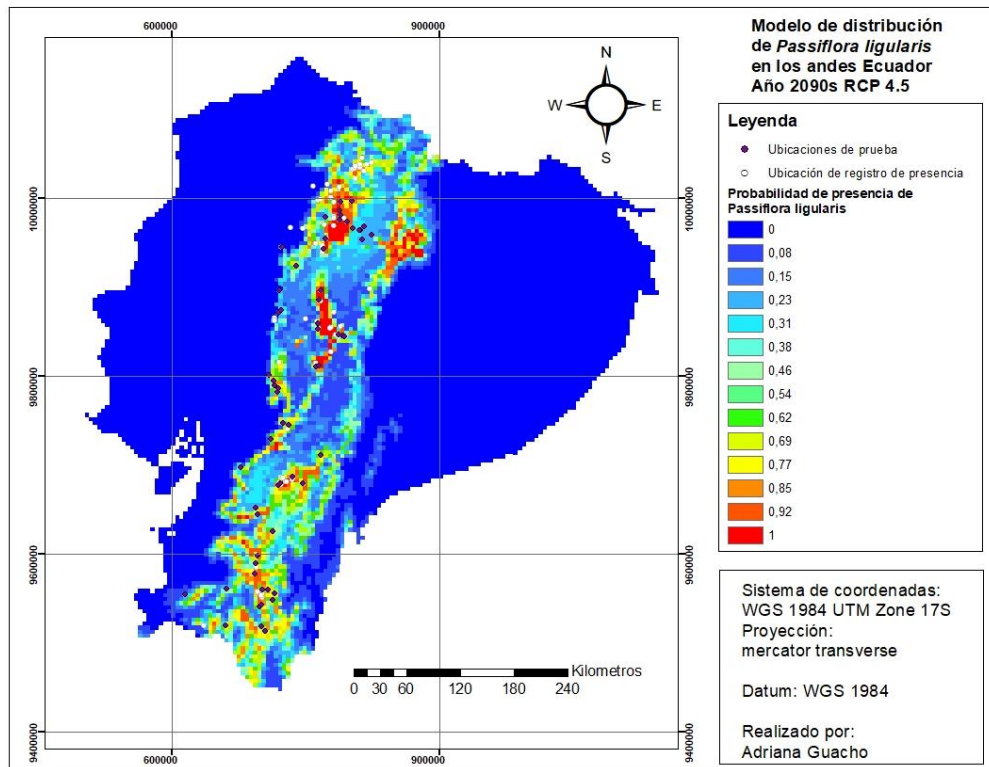


Ilustración 4-28: Modelo de distribución del año 2090s, escenario 4.5 *Passiflora ligularis* en los Andes Ecuador

Realizado por: Guacho Adriana, 2024

La ilustración 4-29 muestra los resultados de la prueba jackknife realizada en el modelo Maxent para *Passiflora ligularis* en el año 2090s (4.5RCP). Esta prueba evalúa la importancia relativa de las variables ambientales utilizadas. La variable ambiental con mayor ganancia cuando se utiliza de forma aislada es la temperatura mínima (tmin), lo que indica que esta variable proporciona la información más útil por sí sola. Por otro lado, la variable ambiental que más reduce la ganancia cuando se omite es precipitación (prec) y la temperatura máxima (tmax) muestra una relevancia intermedia para este modelo. La prueba jackknife permite identificar las variables más determinantes para el buen desempeño de los modelos de distribución de especies.

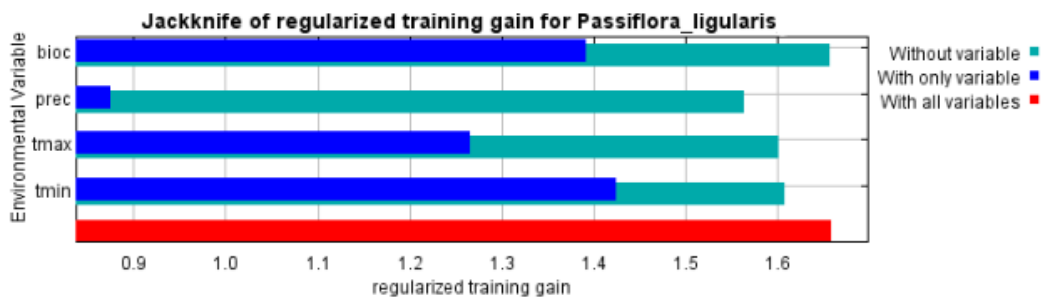


Ilustración 4-29: Test de Jackknife de la importancia de cada variable en el período 2090s en el escenario 4.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.2.6.2. De píxeles a km² del modelo de distribución del año 2090s, escenario 4.5 RCP

La ilustración 4-30 proporciona una visualización más precisa de los rangos de distribución potencial de *Passiflora ligularis* subsp. granadilla bajo el escenario 4.5 RCP del período 2090s, la información se expresa en unidades de kilómetros cuadrados, posibilitando una comprensión más precisa y cuantitativa de la extensión geográfica en la que la especie podría distribuirse. Esta área alcanza los 22518 km², la barra roja indica que 6123 km² presentarían alta idoneidad mientras que la barra verde denota los 16395 km² restantes con moderada idoneidad.

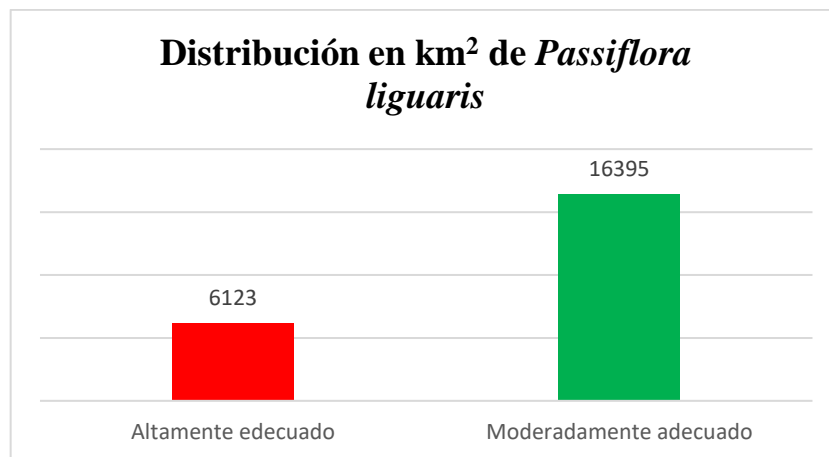


Ilustración 4-30: Distribución del año 2090s en el escenario 4.5 RCP en km² de *Passiflora ligularis*

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

Se generó un mapa que se puede observar en la ilustración 4-31 para enseñar la distribución potencial de *Passiflora ligularis* subsp. granadilla y mostrar los cambios en comparación con el período de tiempo anterior.

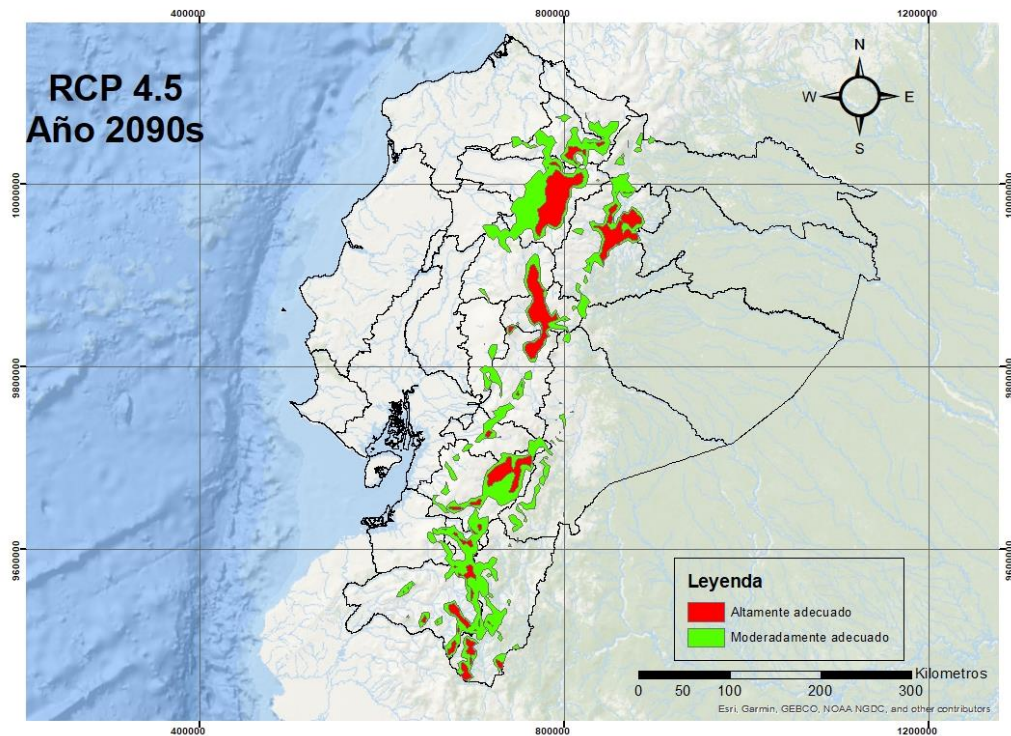


Ilustración 4-31: Distribución potencial de *Passiflora ligularis* bajo escenario 4.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.2.6.3. Escenario 8.5 RCP

La ilustración 4-32 presenta la tasa de omisión y el área prevista en relación con el umbral acumulativo para la especie *Passiflora ligularis* bajo el escenario 8.5 RCP en el año 2090s.

Se muestran dos curvas: la tasa de omisión en las muestras de entrenamiento (azul) y en las muestras de prueba (celeste), junto con la omisión prevista (roja). El eje X representa el umbral acumulativo, es decir, el valor de probabilidad utilizado para discernir entre presencia y ausencia en cada celda del mapa. El eje Y indica la fracción del área total prevista como presente.

Se realiza el cálculo de la tasa de omisión tanto en los registros de presencia utilizados para el entrenamiento como, en caso de utilizar datos de prueba, en los registros de prueba. Es importante destacar que la tasa de omisión debería estar próxima a la omisión prevista, de acuerdo con la definición del umbral acumulativo. Esta gráfica permite evaluar la precisión del modelo Maxent para predecir la distribución geográfica de la especie. Una tasa de omisión cercana a la prevista en todo el rango de umbrales indica un buen desempeño. El área prevista puede usarse para estimar la extensión futura del hábitat de *Passiflora ligularis* según el modelo.

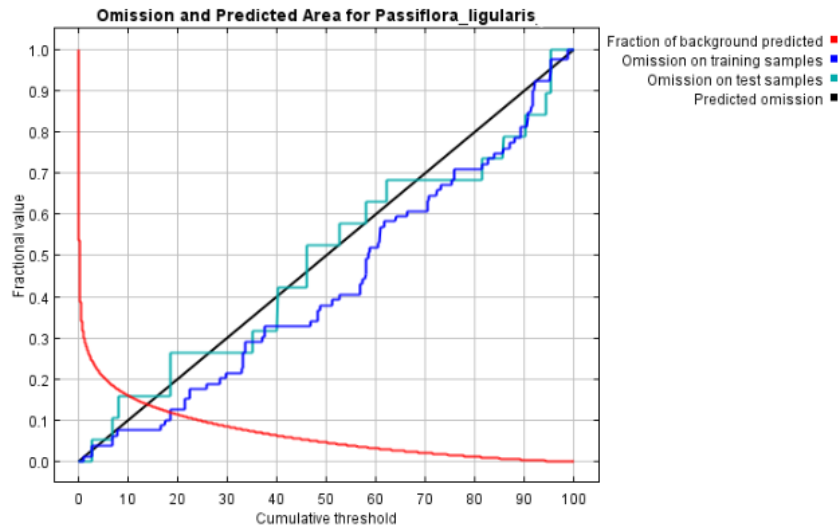


Ilustración 4-32: Omisión y área prevista, año 2090s, escenario 8.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La ilustración 4-33 presenta la curva ROC del modelo Maxent para *Passiflora ligularis* en el 2090s bajo el escenario 8.5 RCP. Esta curva evalúa la capacidad del modelo para distinguir presencia de ausencia de la especie. El área bajo la curva (AUC) del conjunto de entrenamiento es 0.946, mientras que la del conjunto de prueba es 0.932. Si los datos de prueba provinieran de la misma distribución, el AUC máximo sería 0.932. Un valor superior puede deberse a variabilidad natural. Aunque el AUC de entrenamiento es mayor, sugiriendo cierto sobreajuste, el AUC de prueba sigue siendo alto. Esto indica que el modelo Maxent tiene buena capacidad de discriminación y precisión para predecir la distribución geográfica de *Passiflora ligularis* en el escenario modelado. La curva ROC respalda la utilidad del modelo para identificar áreas con condiciones adecuadas para la especie.

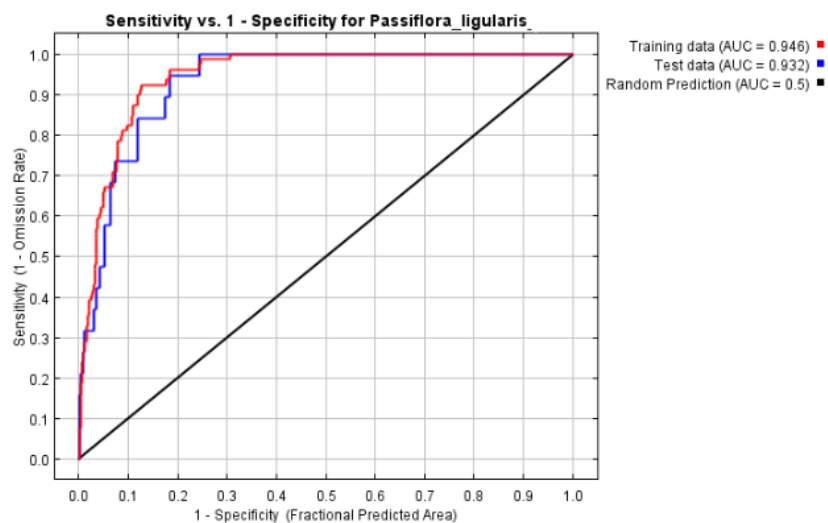


Ilustración 4-33: Sensibilidad vs. 1 – especificidad, año 2090s, escenario 8.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La Ilustración 4-34 presenta el modelo de distribución potencial para la especie *Passiflora ligularis* en Ecuador en el año 2090 bajo el escenario RCP 8.5. Se muestra un mapa de idoneidad de hábitat, donde las zonas con mayor probabilidad de presencia se indican en colores cálidos, mientras que las zonas con menor probabilidad de presencia se indican en colores fríos. La ubicación conjunta de estos puntos en zonas tanto favorables como desfavorables da soporte a la capacidad de extrapolación del modelo Maxent.

Las áreas más idóneas se proyectan principalmente en la región de la sierra, con menor idoneidad en la costa y amazonia.

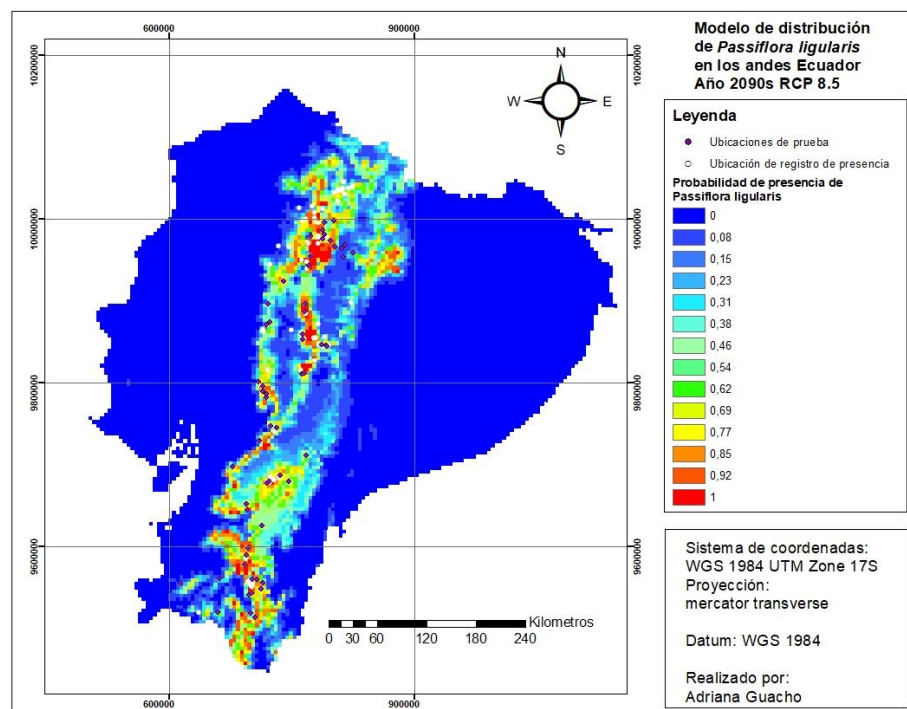


Ilustración 4-34: Modelo de distribución del año 2090s, escenario 8.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

Los resultados de la prueba jackknife para evaluar la importancia relativa de las variables ambientales en el modelo Maxent bajo el escenario 8.5RCP en el año 2090s se presentan en la Ilustración 4-35. La variable con mayor logro es "bc" cuando se usa de forma aislada, lo que indica que por sí sola aporta la información más útil. Por otro lado, la variable ambiental que más reduce la ganancia cuando se omite es "precipitación", Esta variable aporta los elementos predictivos más singulares y complementarios respecto a la información provista por las otras capas incluidas, para este escenario y período la prueba jackknife identifica a "bc" y la "precipitación" como las dos variables ambientales más determinantes en el modelo de distribución potencial de la especie.



Ilustración 4-35: Test de Jackknife de la importancia de cada variable en el período 2090s en el escenario 8.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.2.6.4. De pixeles a km² del modelo de distribución del año 2090s, escenario 8.5 RCP

La ilustración 4-36 proporciona una visualización más precisa de los rangos de distribución potencial de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* bajo el escenario 8.5 RCP en el año 2090s, la información se expresa en unidades de kilómetros cuadrados, posibilitando una comprensión más precisa y cuantitativa de la extensión geográfica en la que la especie podría distribuirse. Esta área alcanza los 24682 km², la barra roja indica que 6914 km² presentarían alta idoneidad mientras que la barra verde denota los 17768 km² restantes con moderada idoneidad.

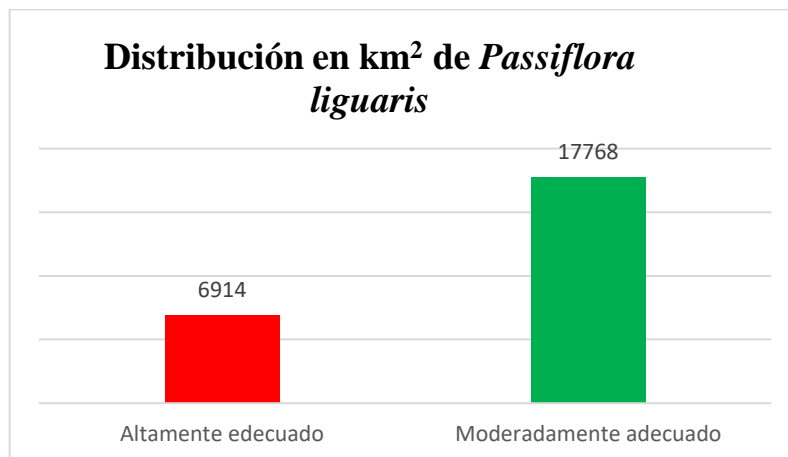


Ilustración 4-36: Distribución del año 2090s en el escenario 8.5 RPC en km² de *Passiflora ligularis*

Realizado por: Guacho Adriana, 2024

La ilustración 4-37 es una representación visual detallada de la distribución potencial de la especie *Passiflora ligularis subsp. granadilla* en el Ecuador. Se da a conocer la distribución política del país, conjunto con las provincias donde se estima que existirán las condiciones ambientales adecuadas para que la especie de manera óptima pueda distribuirse. Este análisis se basa en los escenarios climáticos proyectados para el futuro y en los modelos obtenidos.

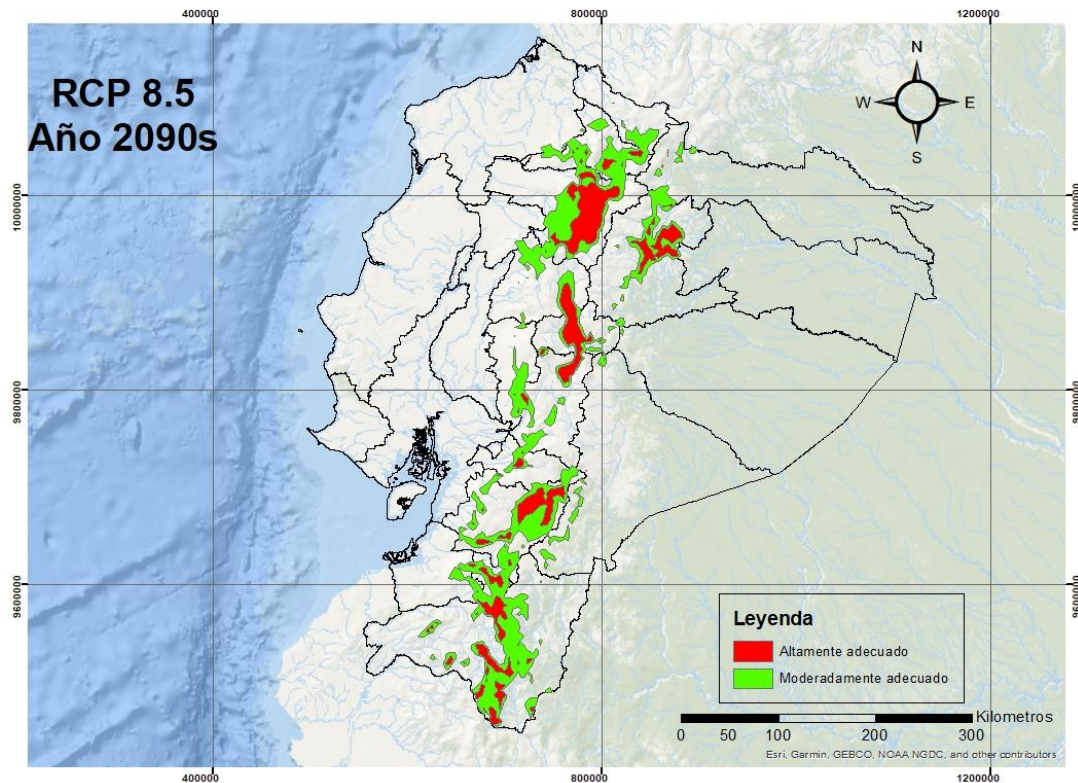


Ilustración 4-37: Distribución potencial de *Passiflora ligularis* bajo escenario 8.5 RCP

Realizado por: Guacho Adriana, 2024

4.2.7. Comparación de los escenarios 4.5 - 8.5RCP para los años 2050s y 2090s

Como resultado, se realizó un análisis comparativo de los mapas de distribución potencial de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* para los periodos 2050s-2090s bajo los escenarios RCP 4.5 y 8.5 para llevar a cabo un análisis con relación al aumento o disminución de los rangos de distribución y las causas de estos. Por lo que se puede observar en la ilustración 4-28 un collage de mapas y la ilustración 4-29 las categorías de distribución en km². El rango de distribución muy adecuado es de 25140 km² y los valores para los períodos comprendidos entre los años 2050s disminuyeron en las dos trayectorias estudiadas, para 4.5RCP se obtuvo valores de 24556 km² mientras que para 8.5RCP su valor cambió ya que se obtuvo valores de 25140 km². Bajo la trayectoria 4.5 RCP para el período comprendido de los años 2090s, los sitios con condiciones muy adecuadas se concentran en la región andina con una amplia franja roja, desde Imbabura hasta Loja, incluyendo Pichincha, Napo, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Azuay y Cañar, esta zona presenta condiciones climáticas y ambientales favorables para el desarrollo de la especie, como temperaturas moderadas, precipitaciones adecuadas y suelos con buen drenaje. Mientras que las zonas moderadamente adecuadas presentan condiciones menos favorables para la especie, pero la presencia de microclimas específicos y la adaptación de la especie *Passiflora*

ligularis subsp. granadilla permiten su distribución en las zonas de Carchi, Imbabura, Pichincha, Napo, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja.

Passiflora ligularis subsp. granadilla al distribuirse principalmente en ecosistemas altoandinos y de montaña en Ecuador presentan gradientes térmicos en función de la elevación, con descensos medios de 0.6°C cada 100 metros (Pérez et al., 2022, p.75). A pesar de los aumentos regionales de temperatura predichos por los modelos climáticos producto del calentamiento global, la variación de elevación en la distribución de la especie generaría gradientes térmicos locales que conservarían rangos aptos para su supervivencia.

Los modelos de distribución potencial proyectan una expansión en las áreas ambientalmente adecuadas para *Passiflora ligularis subsp. granadilla* en Ecuador bajo el escenario 8.5 RCP aumentan con respecto a un panorama de emisiones de CO₂ donde son constantes. Esto se explica considerando que la granadilla prefiere zonas relativamente frías y puede tolerar algo de sombra, con rangos térmicos óptimos de 12°C a 18°C para su florecimiento y fructificación (Cerón, 2017, p.149). Además, la especie se distribuye principalmente en los Andes, cuya topografía montañosa, altiplanicies, valles y elevación relativamente alta proporciona el hábitat adecuado para su crecimiento y desarrollo (Cerón, 2017, p. 145).

Como breve conclusión, se puede deducir que brindan las condiciones ecológicas más apropiadas para el desarrollo y propagación natural de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* las zonas montañosas centrales de la cordillera de los Andes.

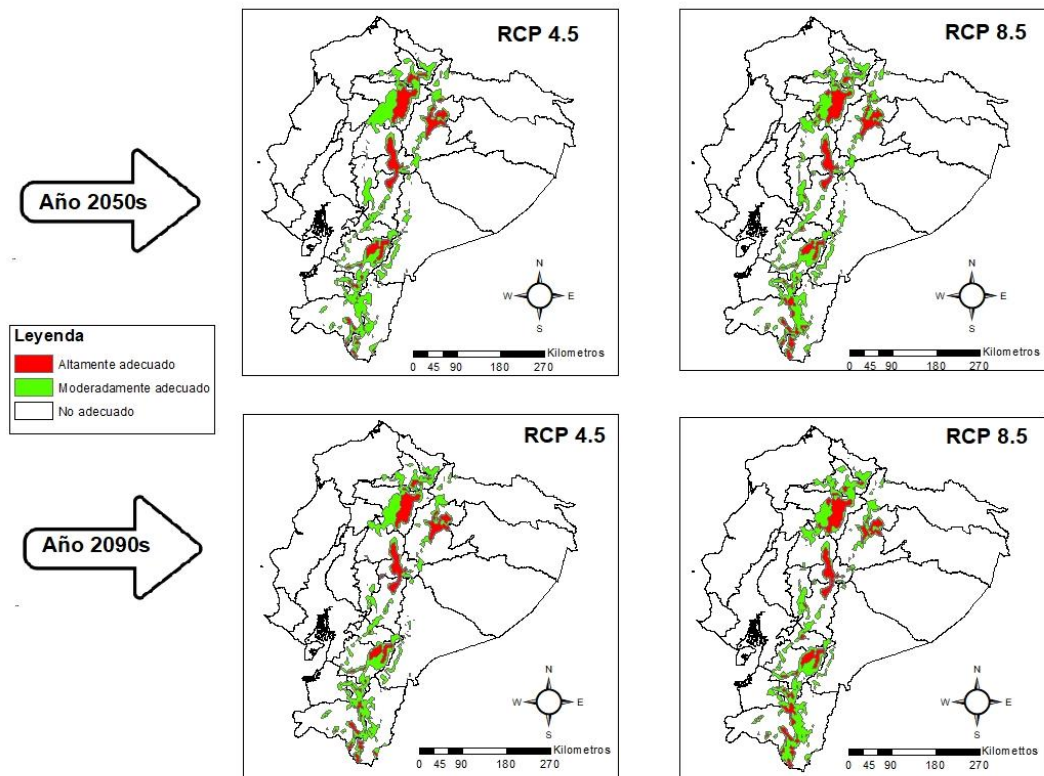


Ilustración 4-38: Comparación de la distribución potencial de *Passiflora ligularis* bajo los diferentes escenarios analizados

Realizado por: Guacho Adriana, 2024

La ilustración 4-38 muestra dos conjuntos de mapas que representan la distribución potencial de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* en Ecuador para dos períodos de tiempo en el año 2050s y 2090s en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5. Los mapas se dividen en dos categorías, muy adecuado que muestra áreas con condiciones climáticas y ambientales óptimas para el desarrollo de la especie de color rojo y moderadamente adecuado que muestra las áreas con condiciones menos favorables, pero donde la especie aún puede prosperar gracias a microclimas específicos y su capacidad de adaptación de color verde.

Para el período 2050s, el área con condiciones muy adecuadas aumenta levemente en ambos escenarios climáticos respecto al presente. La mayor extensión de zonas óptimas se ubica en la región Andina, abarcando las provincias de Imbabura a Loja, con pequeñas porciones en Zamora Chinchipe y Sucumbíos.

Mientras que para el año 2090s bajo los dos escenarios, se proyecta otra pequeña expansión del rango muy adecuado, concentrándose también en la sierra. Se destaca la persistencia de áreas favorables en Imbabura, Pichincha, Napo, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Azuay, Loja y

Zamora Chinchipe. Los microclimas específicos dentro de las zonas moderadamente adecuadas permiten la presencia de la especie en provincias desde Carchi a Loja y una mínima parte de Sucumbíos y Morona Santiago. La capacidad de adaptación de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* le permite prosperar en zonas con condiciones menos favorables.

Los modelos de distribución potencial de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* en Ecuador proyectan un impacto del cambio climático sobre su rango geográfico. No obstante, la especie cuenta con propiedades que podrían atenuar la disminución poblacional. La región Andina se perfila como un importante refugio climáticamente estable para la supervivencia de la especie en el futuro. Sectores importantes de la sierra ecuatoriana mantendrían niveles adecuados de precipitación, temperatura y otras variables relevantes. Los microclimas de esta región y la capacidad de adaptación de la especie son factores importantes para su supervivencia en zonas con condiciones menos favorables.

Aunque la granadilla enfrenta presiones futuras sobre su distribución debido al calentamiento global, contaría con dos factores de resiliencia claves: refugios andinos estables y capacidad propia de ajuste a nuevos escenarios ambientales mediante adaptación.

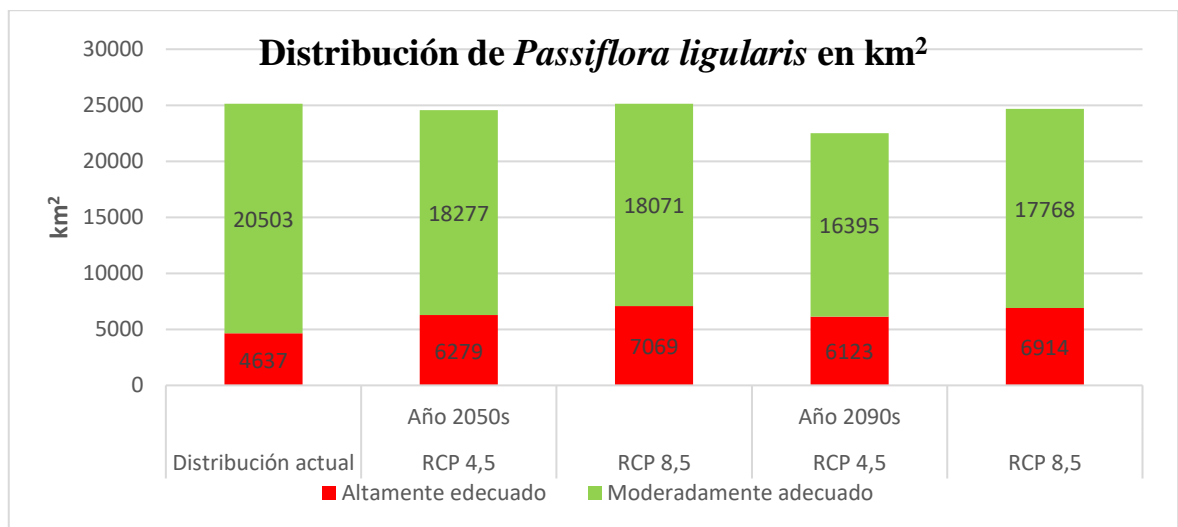


Ilustración 4-39: Distribución de *Passiflora ligularis* en km²

Realizado por: Guacho Adriana, 2024

La ilustración 4-39 muestra que la mayor cantidad de km² aptos para la especie se encuentran en zonas con precipitación entre 500 y 1946 mm (Jumbo et al., 2015, p. 4). La precipitación tiene un efecto determinante en la presencia y desarrollo de *Passiflora ligularis subsp. granadilla*. Una pluviosidad adecuada asegura que la planta pueda realizar sus funciones fisiológicas básicas, como la fotosíntesis, el intercambio gaseoso y la absorción de nutrientes del suelo. Por el

contrario, la escasez prolongada de lluvias genera estrés hídrico, reduce el crecimiento y puede ocasionar la muerte (Cerón, 2017, p. 147).

Para el año 2090s, se observa una fragmentación de los sitios idóneos para la distribución de *Passiflora ligularis subsp. granadilla*, encontrándose en la región interandina del Ecuador. Las áreas con mayor potencial se encuentran en Carchi (1721 mm), Imbabura (1784 mm), Pichincha (600 mm), Cotopaxi (1946 mm), Bolívar (500 mm), Tungurahua (1400 mm), Chimborazo (1462 mm), Cañar (1038mm), Azuay (1612 mm), Loja (1453 mm) de precipitación anual promedio. Estas zonas coinciden con el rango ideal de precipitación (500-1946 mm). La temperatura también juega un papel crucial, dado que requiere un ambiente frío para desarrollarse, con promedios entre 12°C y 18°C y temperaturas por encima de 22°C pueden afectar negativamente procesos como la polinización, la fructificación y no tolera heladas intensas (Cerón, 2017, p. 149). Es importante considerar que la región interandina se ve afectada por las corrientes marinas El Niño y Humboldt, lo que puede tener un impacto significativo en la distribución de la especie (Carrión et al., 2016, p.3). El modelamiento predictivo, permite determinar las áreas con mayor probabilidad de presencia de la especie según sus requerimientos ecológicos específicos. Esto facilita la conservación y el manejo sostenible de la granadilla.

4.3. Establecer estrategias de conservación

Establecer estrategias de conservación requiere una cuidadosa planificación y ejecución de acciones concretas para preservar y administrar de forma sostenible los recursos naturales, los ecosistemas y la biodiversidad. Estas estrategias están diseñadas para asegurar que los recursos naturales se utilicen de manera responsable y que se minimice el impacto negativo en el medio ambiente que través de un enfoque integral que considera factores biológicos, sociales, económicos y políticos para garantizar un equilibrio sostenible entre las necesidades humanas y la preservación del medio ambiente (Medrano et al, 2013, p.22).

4.3.1. Planteamiento operativo para el manejo de *Passiflora ligularis subsp. granadilla* en los andes ecuatorianos.

4.3.1.1. Análisis FODA

Las fortalezas incluyen la adaptabilidad de la especie a microclimas andinos y su potencial culinario aún por explotar, lo que representa oportunidades para su valorización y uso sostenible (Quintana, 2021, p.37). Sin embargo, las amenazas del cambio climático y la deforestación ponen en riesgo sus hábitats naturales. Como debilidad, se identificó la falta de conocimiento sobre su

diversidad genética y técnicas de cultivo adecuadas (Cevallos, 2020, p.112). A pesar de estos desafíos, existen oportunidades en las políticas de conservación de la biodiversidad y el interés creciente en productos nativos andinos nutritivos (Martínez, 2019, p.22). Un enfoque integral que aproveche las fortalezas mitigue las debilidades, afronte las amenazas y capitalice las oportunidades será crucial para garantizar la preservación y uso responsable de esta especie endémica (Torres, 2022, p.65).

Tabla 4-13: Análisis FODA de la especie *Passiflora ligularis subsp. granadilla* en los andes ecuatorianos.

Fortalezas	Oportunidades
La granadilla presenta una gran diversidad genética en la región interandina del Ecuador (Moreno et al., 2018, p. 23).	El cultivo y aprovechamiento sostenible de <i>Passiflora ligularis subsp. granadilla</i> puede generar beneficios económicos, sociales y ambientales para las comunidades locales (Tapia et al., 2021, p. 117).
Es una fuente rica en vitaminas, minerales y antioxidantes, lo que la convierte en un alimento funcional de gran valor nutricional (Vásquez et al., 2019, p. 28).	El mercado de alimentos funcionales y productos orgánicos está en aumento, lo que representa una oportunidad para el cultivo y comercialización de la granadilla (Guzmán et al., 2020, p. 13).
La granadilla es una fuente de conocimiento empírico por parte de las poblaciones locales.	Tiene importancia cultural dentro de las costumbres gastronómicas dentro de la sierra ecuatoriana.
Las comunidades locales han conservado la diversidad genética de la granadilla a través de sus prácticas agrícolas tradicionales.	Estrategia conjunta con GAD's y comunidades para la conservación de la diversidad genética de <i>Passiflora ligularis subsp. granadilla</i> .
Debilidades	Amenazas
Actualmente, el precio de comercialización de la granadilla en los mercados locales es bajo, desalentando a los agricultores a cultivarla a gran escala (Moreno et al., 2018, p. 29).	El cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos pueden afectar negativamente el desarrollo de la <i>Passiflora ligularis subsp. granadilla</i> en los Andes ecuatorianos (Tapia et al., 2021, p. 123).
Existe poca información actualizada sobre la distribución y presencia de la granadilla en los diferentes ecosistemas andinos del Ecuador (Cañar et al., 2019, p. 51).	Las prácticas agrícolas intensivas y la degradación de los ecosistemas naturales pueden restringir los hábitats donde se desarrolla la <i>Passiflora ligularis subsp. granadilla</i> (MAG, 2022).
Falta de investigación y desarrollo de técnicas de cultivo y manejo postcosecha adecuadas para la granadilla.	La presencia de plagas y enfermedades puede afectar significativamente la producción y calidad de la granadilla.

Dificultad en el acceso a fuentes de financiamiento y asistencia técnica para los pequeños productores de granadilla.	Al ser una especie nativa, existe poca información sobre sus ciclos fenológicos y no ha sido completamente domesticada en el país, lo que puede dificultar su manejo agrícola (Moreno et al., 2018, p. 31).
---	---

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.3.1.2. Ejes estratégicos y definición de programas.

Tabla 4-14: Ejes estratégicos y definición de programas.

Zonificación	Ejes estratégicos	Objetivos	Programas
Cordilleras Andina Ecuatoriana, cuna de la especie <i>Passiflora ligularis</i> subsp. granadilla	Desarrollo local	Impulsar el bienestar de los campesinos locales mediante prácticas agroecológicas armónicas con la naturaleza.	Programa de Innovación Gastronómica dedicado a explorar y desarrollar nuevos productos derivados de la <i>Passiflora ligularis</i> liderado por mujeres.
	Conservación de la biodiversidad	Preservar la diversidad genética de la especie <i>Passiflora ligularis</i> subsp. granadilla y sus ecosistemas, forjando entornos resilientes al cambio climático.	Programa enfocado a la conservación de la diversidad genética de granadilla a través de un banco de germoplasma de características fenotípicas superiores que se constituyan en un eje estratégico para el desarrollo económico en diversas localidades del Ecuador.

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.3.1.3. Árbol de problemas

El árbol de problemas nos ayuda a identificar las causas principales que amenazan la distribución y supervivencia de la especie *Passiflora ligularis* en los andes del Ecuador, así como los efectos directos e indirectos que estas causas llevan a la conservación y manejo de esta apreciada planta y a su ecosistema. Con esta herramienta se trata de comprender de manera integral los factores interconectados que ayudan al riesgo de pérdida y deterioro de la especie, proporcionando el diseño de estrategias seguras para llevar este desafío ambiental y así vinculado a esta especie proteger el patrimonio natural y cultural.

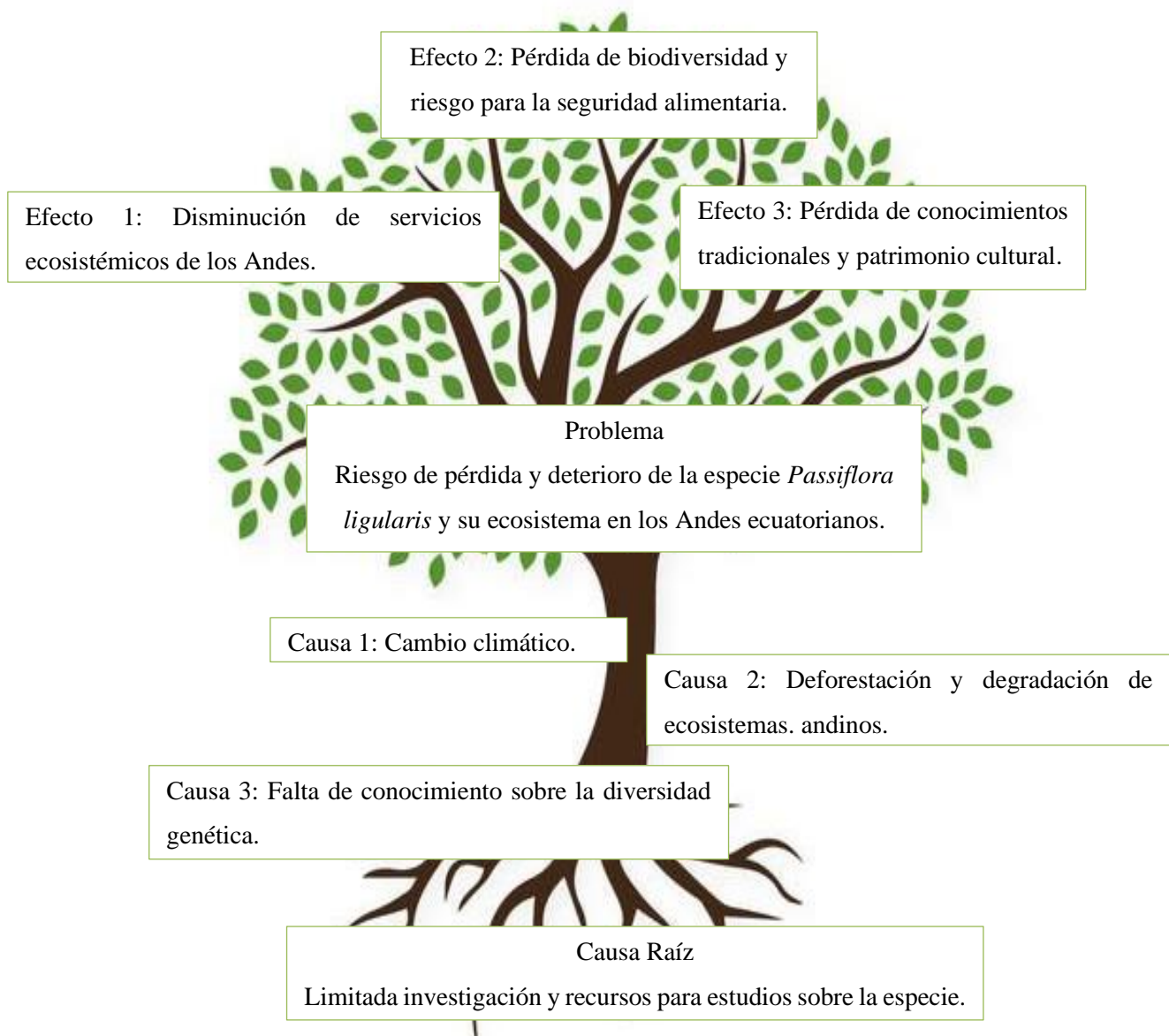


Ilustración 4-40: Árbol de problemas sobre *Passiflora ligularis*

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

La ilustración 4-40 muestra la pérdida de biodiversidad y el riesgo para la seguridad alimentaria son las consecuencias principales. Estos problemas se derivan de tres efectos directos: la disminución de servicios ecosistémicos de los Andes, pérdida de biodiversidad y riesgo para la seguridad alimentaria y pérdida de conocimientos tradicionales y patrimonio cultura. A su vez, estas causas directas se originan por el cambio climático, la deforestación y degradación de ecosistemas andinos, y la falta de conocimiento sobre la diversidad genética de la especie. Finalmente, la causa raíz subyacente es la limitada investigación y recursos para estudios sobre *Passiflora ligularis*.

4.3.2. PLAN PASIFLORAL 2024: INNOVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA GRANADILLA ECUATORIANA

Antecedentes

La granadilla ha sido consumida por comunidades indígenas en América Latina durante siglos, siendo parte de su dieta tradicional y considerada en algunos casos con propiedades medicinales (Ulmer et al., 2004, p.54). Las mujeres, en muchas culturas, han sido custodias del conocimiento tradicional sobre el uso de plantas y hierbas. En comunidades donde la variedad domesticada de *Passiflora ligularis* es cultivada, es posible que las mujeres tengan un entendimiento arraigado sobre sus usos y propiedades. En el ámbito gastronómico, su versatilidad en la preparación de jugos, postres, helados y mermeladas ha dotado a la gastronomía local de un sabor distintivo apreciado tanto a nivel nacional, incrementando su demanda en el mercado, la creación de diversas recetas y formas de preparación de esta especie, desde platos tradicionales hasta modernos y sofisticados, ha ampliado su atractivo gastronómico y lo ha hecho más apetecible para diferentes segmentos de la población (Morton, 2004, p25).

En este caso, promover el cultivo y uso de *Passiflora ligularis* podría formar parte de estrategias más amplias para mejorar los ingresos y el papel socioeconómico de las mujeres en comunidades rurales.

4.3.2.1. Programa de Innovación Gastronómica dedicado a explorar y desarrollar nuevos productos derivados de la Passiflora ligularis liderado por mujeres.

1) Descripción

El presente programa busca la innovación gastronómica, liderado por mujeres, dedicado a explorar y potenciar la creatividad en la cocina a través de la especie *Passiflora ligularis*. Se busca desarrollar nuevos productos derivados de esta fruta. El equipo de emprendedoras se involucrará en la investigación, experimentación y desarrollo de recetas para ofrecer sabores únicos y distintivos, con la finalidad de trascender las fronteras gastronómicas, inspirando a través de la creatividad y el sabor de la *Passiflora ligularis* en cada producto.

2) Objetivos

Objetivo General:

Desarrollar un programa de innovación gastronómica liderado por mujeres, centrado en la exploración y desarrollo de nuevos productos derivados de *Passiflora ligularis* para enriquecer la oferta gastronómica y promover el empoderamiento femenino en el ámbito culinario.

Objetivos específicos:

Realizar investigaciones para generar recetas innovadoras que resalten su sabor, propiedades y versatilidad.

Capacitar en técnicas culinarias para desarrollar productos derivados de la *Passiflora ligularis*.

3) Identificación de proyectos

- Proyecto de investigación culinaria tradicional:
 Establecimiento de un equipo de investigación conformado por mujeres expertas en gastronomía y ciencias de los alimentos, dedicado a estudiar las propiedades y potencialidades de la *Passiflora ligularis* en la creación de nuevos platos y productos. Este equipo se enfocaría en descubrir combinaciones, técnicas de preparación e innovaciones que resalten las cualidades únicas de la fruta en diferentes platillos y productos gastronómicos.
- Proyecto de Capacitación y Divulgación:
 Diseño e implementación de un programa educativo dirigido a mujeres interesadas en emprender en la industria gastronómica con enfoque en la *Passiflora ligularis*. Este programa brindaría capacitación en técnicas culinarias, procesamiento de la fruta y aspectos comerciales, fomentando el liderazgo femenino y la participación en la innovación gastronómica. Además, se realizarían eventos y actividades de divulgación para promover estos nuevos productos en la comunidad y generar interés en su consumo.

Marco lógico de proyectos del programa 1

Tabla 4-15: Marco lógico del proyecto: Investigación culinaria tradicional

Nombre del proyecto: Investigación culinaria tradicional			
Duración del proyecto: 1 año		Costo aproximado del proyecto: \$\$7.420	
Narrativa de objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin Impulsar el valor económico, nutricional y cultural de <i>Passiflora ligularis</i> , al tiempo	Al menos el 60% de los emprendimientos liderados por mujeres incrementan sus ingresos a partir del desarrollo y	Informes, evaluación de impacto socioeconómico, registros de producción y ventas de nuevos productos.	Existe interés y demanda en el mercado por productos innovadores.

que se promueve el empoderamiento de las mujeres en el ámbito gastronómico.	comercialización del producto.		
Propósito Fortalecer la cadena de valor de <i>Passiflora ligularis</i> mediante la innovación gastronómica liderada por mujeres emprendedoras.	Al menos 10 nuevos productos derivados de <i>Passiflora ligularis</i> desarrollados y comercializados por emprendimientos liderados por mujeres.	Catálogos y registros de nuevos productos, informes de ventas y comercialización.	Existe interés y participación de mujeres emprendedoras en el programa de innovación gastronómica.
Componentes Programa de Innovación Gastronómica dedicado a explorar y desarrollar nuevos productos derivados de <i>Passiflora ligularis</i> , liderado por mujeres emprendedoras.	Al menos 5 nuevos productos de <i>Passiflora ligularis</i> creados.	Catálogos, material promocional de los nuevos productos, registros de ventas y comercialización, listas de asistencia y evaluaciones de los cursos de capacitación.	Disponibilidad de personal.
Actividades			Presupuesto
1.1. Identificar y reclutar mujeres expertas en gastronomía y ciencias de los alimentos, conformando un equipo multidisciplinario.			\$2.900
1.2. Realizar revisión bibliográfica y búsqueda de información sobre la <i>Passiflora ligularis</i> , sus propiedades nutricionales, métodos de preparación tradicionales y usos culinarios en diferentes culturas.			\$120
1.3. Realizar pruebas y experimentos en entornos culinarios para descubrir nuevas técnicas de preparación, combinaciones de ingredientes y presentaciones que resalten las cualidades únicas de la fruta.			\$3.100
1.4. Crear recetas innovadoras y desarrollar productos culinarios nuevos a partir de la <i>Passiflora ligularis</i> , explorando opciones como postres, bebidas, condimentos, entre otros.			\$400
1.5. Realizar evaluaciones sensoriales con paneles de degustación para recoger opiniones y percepciones sobre los nuevos platos y productos desarrollados.			\$900
TOTAL			\$7.420

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

Tabla 4-16: Marco lógico del proyecto: Capacitación y Divulgación

Nombre del proyecto: Capacitación y Divulgación				
Duración del proyecto: 2 años			Costo aproximado del proyecto: \$7.805	
Narrativa de objetivos	Indicadores	Medios de verificación	de	Supuestos
Fin Promover la conservación y uso sostenible de <i>Passiflora ligularis</i> , fortaleciendo la resiliencia de los ecosistemas andinos y las comunidades agrícolas ante los desafíos ambientales.	Se registra un aumento del 25% en el área cultivada de <i>Passiflora ligularis</i> en las zonas de intervención.	Mapas de distribución actualizados de los cultivos, informes de evaluación de impacto socioeconómico.	de	Las políticas gubernamentales y el marco normativo apoyan la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible de las comunidades.
Propósito Fortalecer la conservación de la diversidad genética de <i>Passiflora ligularis</i> a través de un banco de germoplasma y la capacitación a agricultores en prácticas sostenibles.	Un banco de germoplasma de <i>Passiflora ligularis</i> establecido y operativo, con al menos 50 muestras representativas de su diversidad genética.	Inventario, registro del banco de germoplasma, documentación de las accesiones y su caracterización genética.	de	Existe colaboración y participación de instituciones relevantes en el programa de conservación.
Componentes Programa de conservación de la diversidad genética de <i>Passiflora ligularis</i> a través de un banco de germoplasma y capacitación a agricultores en prácticas sostenibles.	Al menos el 40% de los agricultores participantes aplican prácticas agrícolas que conservan la diversidad genética.	Catálogos y material promocional de los nuevos productos, registros de ventas y comercialización, listas de asistencia y evaluaciones de los cursos de capacitación, informes de actividades y eventos realizados.	de	Disponibilidad presupuestaria y de personal.
Actividades				Presupuesto
2.1. Diseño de programa de capacitación en emprendimiento gastronómico con <i>Passiflora ligularis</i> , incluyendo aspectos comerciales como marketing, gestión financiera y creación de negocios.				\$1.915
2.2. Impartir sesiones educativas regulares, talleres prácticos y conferencias para las participantes, brindando conocimientos prácticos y teóricos sobre la fruta y su uso en la gastronomía.				\$2.480
2.3. Ofrecer oportunidades de mentoría y asesoramiento individualizado para las participantes, guiándolas en el desarrollo de habilidades culinarias y comerciales, así como en la planificación de sus proyectos gastronómicos.				\$1.560

2.4. Realizar ferias gastronómicas, demostraciones culinarias, catas de productos y eventos comunitarios para presentar los productos derivados de la <i>Passiflora ligularis</i> y promover su consumo.	\$1.650
2.5. Recopilar retroalimentación de los participantes y del público sobre la efectividad del programa, identificando áreas de mejora y ajustando el plan de capacitación según las necesidades identificadas.	\$200
TOTAL	\$7.805

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4.3.2.2. Programa enfocado a la conservación de la diversidad genética de granadilla a través de un banco de germoplasma de características fenotípicas superiores que se constituyan en un eje estratégico para el desarrollo económico en diversas localidades del Ecuador.

1) Descripción

El programa busca conservar la diversidad genética de la granadilla mediante un banco de germoplasma, priorizando variedades con características fenotípicas superiores. El banco proveerá material genético de calidad para impulsar el cultivo sostenible de la granadilla en diversas localidades de Ecuador.

A través de la conservación estratégica de la diversidad genética, el mejoramiento participativo y un programa de charlas de capacitación periódicas a agricultores, el programa promoverá el desarrollo económico local, generando ingresos para pequeños productores y protegiendo un recurso clave para la seguridad alimentaria. De esta forma, las charlas reforzarán las capacidades técnicas y de gestión de los agricultores, permitiéndoles implementar en sus parcelas lo aprendido para aumentar la productividad y calidad de su producción de granadilla de manera sostenible.

2) Objetivos

Objetivo General:

Implementar un banco de germoplasma con variedades superiores de *Passiflora ligularis* y *Passiflora edulis f. edulis* para impulsar el cultivo sostenible y el desarrollo económico en diversas localidades de Ecuador.

Objetivos específicos:

Establecer un banco de germoplasma con variedades selectas de granadilla con características fenotípicas superiores.

Capacitar a productores en conservación y uso del banco de germoplasma mediante centros de demostración y programas de formación adaptados a sus necesidades.

3) Identificación de proyectos

- Proyecto de preservación para la mejora genética óptima de las diversas variedades de granadilla:

Tiene como propósito conservar y potenciar la diversidad genética de *Passiflora ligularis* (granadilla amarilla) y *Passiflora edulis f. edulis* (granadilla morada) mediante un banco de germoplasma. El banco de germoplasma permitirá salvaguardar las distintas variedades de granadilla y servirá como base para programas de mejoramiento genético. Se identificarán variedades con características fenotípicas superiores a través de investigación avanzada, priorizando la conservación de la diversidad genética. Se realizarán programas participativos de fitomejoramiento para seleccionar y desarrollar nuevas variedades de granadilla con rasgos destacados y una amplia base genética. De esta manera, con el banco de germoplasma será la herramienta clave para conservar la diversidad genética de esta especie y así potenciar su mejoramiento sostenible.

- Proyecto de capacitación para la conservación sostenible de la diversidad genética de la granadilla:

Tiene como propósito principal capacitar a agricultores y profesionales agrícolas en estrategias y técnicas para la conservación sostenible de la diversidad genética de *Passiflora ligularis* (granadilla amarilla) y *Passiflora edulis f. edulis* (granadilla morada). A través de programas especializados, se promoverá la adopción de prácticas sostenibles, desarrollando estrategias agrícolas que impulsen la conservación de la diversidad genética de esta especie. Este programa facilitará la creación de redes de cooperación con instituciones educativas, gubernamentales y agricultores, fortalecerá las capacidades locales para el manejo sostenible de la diversidad genética de la granadilla, asegurando su conservación a largo plazo y mejoramiento continuo.

Marco lógico de proyectos del programa 2

Tabla 4-17: Marco lógico del proyecto: Preservación para la mejora genética óptima de las diversas variedades de granadilla.

Nombre del proyecto: Capacitación y Divulgación				
Duración del proyecto: 3 años			Costo aproximado del proyecto: \$7.020	
Narrativa de objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos	
Fin Contribuir a la seguridad alimentaria y al desarrollo económico sostenible en diversas localidades del Ecuador a través del cultivo de granadilla.	Incremento del 25% en los ingresos de los productores de granadilla.	Registros de ventas de las asociaciones de productores de granadilla, informes de evaluación socioeconómica.	Las políticas gubernamentales continúan respaldando la biodiversidad como elementos esenciales.	
Propósito Variedades superiores de granadilla conservadas y disponibles para el cultivo en diversas localidades del Ecuador.	Al menos 50 variedades de granadilla con características fenotípicas superiores conservadas en el banco de germoplasma.	Inventario y registros del banco de germoplasma.	Los agricultores adoptan las técnicas de cultivo sostenible.	
Componentes Banco de germoplasma de granadilla establecido y operativo.	Al menos 20 nuevas variedades mejoradas de granadilla desarrolladas.	Registros e inventario del banco de germoplasma, informes de los programas de mejoramiento genético.	Existe una demanda sostenida por variedades mejoradas de granadilla en los mercados locales y regionales.	
Actividades			Presupuesto	
2.1. Realizar investigaciones para identificar la diversidad genética existente en la localidad de diferentes variedades de especie			\$1.630	
2.2. Crear y mantener bancos de germoplasma que conserven y almacenen la diversidad genética de las variedades de granadilla.			\$1.060	
2.3. Identificar y seleccionar rasgos fenotípicos superiores para ser mejorados en las variedades de granadilla.			\$940	
2.4. Desarrollar programas de mejoramiento genético para seleccionar y mejorar variedades de granadilla con características fenotípicas superiores.			\$1.980	
2.5. Brindar capacitaciones a los agricultores locales sobre prácticas de conservación y manejo sostenible de variedades de granadilla.			\$1.410	
TOTAL			\$7.020	

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

Tabla 4-18: Marco lógico del proyecto: Capacitación para la conservación sostenible de la diversidad genética de la granadilla

Nombre del proyecto: Capacitación para la conservación sostenible de la diversidad genética de la granadilla.			
Duración del proyecto: 4 años		Costo aproximado del proyecto: \$5.510	
Narrativa de objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin Promover la conservación y uso sostenible de la diversidad genética de la granadilla, fortaleciendo la resiliencia de los ecosistemas y las comunidades agrícolas ante los desafíos ambientales.	Aumento del 20% en el área cultivada con prácticas sostenibles que conservan la diversidad genética de la granadilla.	Mapas, informes de evaluación.	Las comunidades locales están abiertas a adoptar nuevos enfoques y prácticas agrícolas sostenibles.
Propósito Fortalecer las capacidades de los agricultores en la conservación y uso sostenible de la diversidad genética de la granadilla.	Al menos el 70% de los agricultores capacitados aplican prácticas agrícolas que conservan la diversidad genética de la granadilla.	Inventario, registros del banco de germoplasma, evaluaciones de campo, encuestas a los agricultores.	Existen canales de comunicación efectivos para difundir los conocimientos y técnicas aprendidas a otras comunidades.
Componentes Programa de capacitación en conservación y uso sostenible de la diversidad genética de la granadilla.	Al menos 10 agricultores capacitados.	Registros de asistencia y evaluaciones de los cursos de capacitación, informes de actividades y eventos en los centros de demostración.	No se presentan conflictos sociales que impidan el acceso a las áreas de intervención del proyecto.
Actividades			Presupuesto
2.1. Ofrecer programas de capacitación adaptados a las necesidades locales, que incluyan información detallada sobre la diversidad genética de la granadilla y estrategias para su conservación.			\$210
2.2. Escuelas campesinas con demostraciones prácticas en cultivos reales, permitiendo a los agricultores aprender técnicas directamente en el terreno.			\$1.700
2.3. Organizar talleres prácticos sobre técnicas de cultivo, manejo adecuado del suelo y métodos de conservación específicos para la granadilla.			\$1.200
2.4. Impartir charlas educativas sobre la importancia de la diversidad genética y el manejo sostenible de la granadilla en la agricultura local.			\$950
2.5. Desarrollar material educativo (folletos, carteles, manuales) que sirva como guía para el manejo sostenible y la conservación de la diversidad genética de la granadilla.			\$1.450
TOTAL			\$5.510

Realizado por: Guacho Adriana, 2024.

4) Marco lógico del plan *pasiflora*

Tabla 4-19: Marco lógico del plan *pasiflora* 2024: innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana

JERARQUÍA DE OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<p>FIN Contribuir a la mejora de la productividad agrícola, seguridad alimentaria, oportunidades económicas locales y resiliencia ante desafíos ambientales, promoviendo la sostenibilidad y el crecimiento económico en Ecuador.</p>	<p>Al menos 50 % de las familias que se dedican a la producción de granadilla mejoran sus ingresos económicos.</p>	<p>Informes de Progreso, Documentación de Recetas y Procesos, Encuestas, Análisis de Ventas, Seguimiento de Capacitación, Alianzas y Colaboraciones Establecidas.</p> <p>Encuestas, Registro de asistencia y capacitación de cursos, talleres y actividades de capacitación en los centros de demostración, Informes Técnicos.</p>	<p>Las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales (ONG) están comprometidas con la conservación de la diversidad genética y brindan apoyo al proyecto.</p>
PROPÓSITO			
<p>Impulsar la innovación gastronómica liderada por mujeres y la conservación de la diversidad genética de la granadilla ecuatoriana mediante bancos de germoplasma, para potenciar nuevas fuentes de ingreso, revalorizar el conocimiento culinario local y mejorar la capacidad de adaptación de los cultivos en diversas provincias de Ecuador.</p>	<p>Un plan ejecutado para la innovación gastronómica liderada por mujeres y la conservación de la diversidad genética de la granadilla ecuatoriana.</p>	<p>Informe técnico, registro de usuarios, Encuestas sobre la percepción de los productos, Registro de cobros por servicio.</p> <p>Informe técnico, Registro de usuarios, Evaluaciones de Conocimiento, Monitorear y registro de prácticas agrícolas, Análisis periódicos de los resultados agronómicos, Documentación de acuerdos Institucionales y Colaboraciones.</p>	<p>Se generan alianzas estratégicas con centros de investigación y universidades para los proyectos relacionados a la granadilla</p>
COMPONENTES			

<p>Programa de Innovación Gastronómica dedicado a explorar y desarrollar nuevos productos derivados de la <i>Passiflora ligularis</i> liderado por mujeres.</p>	<p>Al menos 5 nuevos productos derivados de la <i>Passiflora ligularis</i> creados y comercializados por las mujeres participantes del programa.</p> <p>Al menos el 50% de las mujeres participantes han mejorado sus habilidades culinarias y de emprendimiento al finalizar el programa.</p>	<p>Listado de provincias participantes en el programa, Informes de actividades, Registro fotográfico, Informes.</p>	<p>Se realiza programas similares a partir de otras especies en el Ecuador.</p>
<p>Programa enfocado a la conservación de la diversidad genética de granadilla a través de un banco de germoplasma de características fenotípicas superiores que se constituyan en un eje estratégico para el desarrollo económico en diversas localidades del Ecuador.</p>	<p>Un banco de germoplasma implementado</p> <p>50% de los agricultores participantes utilizan prácticas agrícolas que conservan la diversidad genética</p>	<p>Registros del banco de germoplasma, Informes, Listados de asistencia a las capacitaciones, Evaluaciones de conocimiento, Informes de rendimiento de cultivos, Informes de rendimiento de cultivos.</p>	<p>El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y las organizaciones no gubernamentales (ONG) están comprometidas con la conservación de la diversidad genética de granadilla y brindan apoyo al proyecto.</p>
<p>ACTIVIDADES</p>			
<p>Proyecto de investigación culinaria tradicional</p>	<p>\$7.420</p>	<p>Documento que incluye las recetas y productos innovadores culinarios a partir de <i>Passiflora ligularis</i> desarrollados y evaluados sensorialmente, Registro de participantes, Encuestas sobre la evaluación sensorial de productos.</p>	<p>Los fondos necesarios para la implementación del plan <i>pasifloral</i> fluyen con normalidad.</p>

Proyecto de Capacitación y Divulgación	\$7.805	Registros de asistencia y participación en las sesiones de capacitación o talleres, Registro de participantes, Encuestas anónimas que evalúen la satisfacción de los participantes, Archivo de los materiales utilizados durante las capacitaciones.	
Proyecto de preservación para la mejora genética óptima de las diversas variedades de granadilla	\$7.020	Ficha de levantamiento de información en campo, Análisis genéticos para verificar la diversidad y estabilidad genética, Informes técnicos, Documentación y avances en la mejora genética, Registro de interacciones y acuerdos.	
Proyecto de capacitación para la conservación sostenible de la diversidad genética de la granadilla	\$5.510	Registro de participantes, Evaluaciones para medir el conocimiento sobre la especie, Seguimiento de prácticas.	

Realizado por: Guacho Adriana., 2024.

5) Cronograma

Tabla 4-20: Cronograma de actividades del plan *pasifloral* 2024: innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana

Plan <i>pasifloral</i> 2024: innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana																			
Programa	Proyecto	Actividad/ Tarea	Año1				Año2				Año 3				Año 4				
			T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	
Programa de Innovación Gastronómica dedicado a explorar y desarrollar nuevos productos derivados de la <i>Passiflora ligularis</i> liderado por mujeres.	Proyecto de investigación culinaria tradicional	Identificar y reclutar mujeres expertas en gastronomía y ciencias de los alimentos, conformando un equipo multidisciplinario.	x																
		Realizar revisión bibliográfica y búsqueda de información sobre la <i>Passiflora ligularis</i> , sus propiedades nutricionales, métodos de preparación tradicionales y usos culinarios en diferentes culturas.	x																
		Realizar pruebas y experimentos en entornos culinarios para descubrir nuevas técnicas de preparación, combinaciones de ingredientes y presentaciones que resalten las cualidades únicas de la fruta.		x															
		Crear recetas innovadoras y desarrollar productos culinarios nuevos a partir de la <i>Passiflora ligularis</i> , explorando opciones como postres, bebidas, condimentos, entre otros.		x															

		Realizar evaluaciones sensoriales con paneles de degustación para recoger opiniones y percepciones sobre los nuevos platos y productos desarrollados.			x													
Proyecto de Capacitación y Divulgación		Diseño de programa de capacitación en emprendimiento gastronómico con <i>Passiflora ligularis</i> , incluyendo aspectos comerciales como marketing, gestión financiera y creación de negocios.				x												
		Impartir sesiones educativas regulares, talleres prácticos y conferencias para las participantes, brindando conocimientos prácticos y teóricos sobre la fruta y su uso en la gastronomía.				x	x											
		Ofrecer oportunidades de mentoría y asesoramiento individualizado para las participantes, guiándolas en el desarrollo de habilidades culinarias y comerciales, así como en la planificación de sus proyectos gastronómicos.					x	x										
		Realizar ferias gastronómicas, demostraciones culinarias, catas de productos y eventos comunitarios para presentar los productos derivados de la <i>Passiflora ligularis</i> y promover su consumo.						x	x									

		Recopilar retroalimentación de los participantes y del público sobre la efectividad del programa, identificando áreas de mejora y ajustando el plan de capacitación según las necesidades identificadas.							x	x	x										
Programa enfocado a la conservación de la diversidad genética de granadilla como banco de germoplasma de características fenotípicas superiores que se constituyan en un eje estratégico para el desarrollo económico en diversas localidades del Ecuador.	Proyecto de preservación para la mejora genética óptima de las diversas variedades de granadilla.	Realizar investigaciones para identificar la diversidad genética existente en la localidad de diferentes variedades de especie.										x	x								
		Crear y mantener bancos de germoplasma que conserven y almacenen la diversidad genética de las variedades de granadilla.										x	x	x							
		Identificar y seleccionar rasgos fenotípicos superiores para ser mejorados en las variedades de granadilla.												x	x	x					
		Desarrollar programas de mejoramiento genético para seleccionar y mejorar variedades de granadilla con características fenotípicas superiores.														x					
		Brindar capacitaciones a los agricultores locales sobre prácticas de conservación y manejo sostenible de variedades de granadilla.															x	x			
	Proyecto de capacitación para la conservación sostenible de la diversidad	Ofrecer programas de capacitación adaptados a las necesidades locales, que incluyan información detallada sobre la diversidad genética de la granadilla y estrategias para su conservación.																x			

genética de la granadilla	Escuelas campesinas con demostraciones prácticas en cultivos reales, permitiendo a los agricultores aprender técnicas directamente en el terreno.																X			
	Organizar talleres prácticos sobre técnicas de cultivo, manejo adecuado del suelo y métodos de conservación específicos para la granadilla.																X	X		
	Impartir charlas educativas sobre la importancia de la diversidad genética y el manejo sostenible de la granadilla en la agricultura local.																		X	
	Desarrollar material educativo (folletos, carteles, manuales) que sirva como guía para el manejo sostenible y la conservación de la diversidad genética de la granadilla.																			X

Realizado por: Guacho Adriana., 2024.

6) Presupuesto

Tabla 4-21: Presupuesto del plan *pasiflora* 2024: innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana.

Plan <i>pasiflora</i> 2024: innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana			
Programa	Proyecto	Actividades	Costo
Programa de Innovación Gastronómica dedicado a explorar y desarrollar nuevos productos derivados de la <i>Passiflora ligularis</i> liderado por mujeres.	1. Proyecto de investigación Culinaria tradicional	1.1. Identificar y reclutar mujeres expertas en gastronomía y ciencias de los alimentos, conformando un equipo multidisciplinario.	\$2.900
		1.2. Realizar revisión bibliográfica y búsqueda de información sobre la <i>Passiflora ligularis</i> , sus propiedades nutricionales, métodos de preparación tradicionales y usos culinarios en diferentes culturas.	\$120
		1.3. Realizar pruebas y experimentos en entornos culinarios para descubrir nuevas técnicas de preparación, combinaciones de ingredientes y presentaciones que resalten las cualidades únicas de la fruta.	\$3.100
		1.4. Crear recetas innovadoras y desarrollar productos culinarios nuevos a partir de la <i>Passiflora ligularis</i> , explorando opciones como postres, bebidas, condimentos, entre otros.	\$400
		1.5. Realizar evaluaciones sensoriales con paneles de degustación para recoger opiniones y percepciones sobre los nuevos platos y productos desarrollados.	\$900
	2. Proyecto de Capacitación y Divulgación	2.1. Diseño de programa de capacitación en emprendimiento gastronómico con <i>Passiflora ligularis</i> , incluyendo aspectos comerciales como marketing, gestión financiera y creación de negocios.	\$1.915
		2.2. Impartir sesiones educativas regulares, talleres prácticos y conferencias para las participantes, brindando conocimientos prácticos y teóricos sobre la fruta y su uso en la gastronomía.	\$2.480

		2.3. Ofrecer oportunidades de mentoría y asesoramiento individualizado para las participantes, guiándolas en el desarrollo de habilidades culinarias y comerciales, así como en la planificación de sus proyectos gastronómicos.	\$1.560
		2.4. Realizar ferias gastronómicas, demostraciones culinarias, catas de productos y eventos comunitarios para presentar los productos derivados de la <i>Passiflora ligularis</i> y promover su consumo.	\$1.650
		2.5. Recopilar retroalimentación de las participantes y del público sobre la efectividad del programa, identificando áreas de mejora y ajustando el plan de capacitación según las necesidades identificadas.	\$200
Programa enfocado a la conservación de la diversidad genética de granadilla a través de un banco de germoplasma de características fenotípicas superiores que se constituyan en un eje estratégico para el desarrollo económico en diversas localidades del Ecuador.	1. Proyecto de preservación para la mejora genética óptima de las diversas variedades de granadilla	1.1. Realizar investigaciones para identificar la diversidad genética existente en la localidad de diferentes variedades de especie	\$1.630
		1.2. Crear y mantener bancos de germoplasma que conserven y almacenen la diversidad genética de las variedades de granadilla.	\$1.060
		1.3. Identificar y seleccionar rasgos fenotípicos superiores para ser mejorados en las variedades de granadilla.	\$940
		1.4. Desarrollar programas de mejoramiento genético para seleccionar y mejorar variedades de granadilla con características fenotípicas superiores.	\$1.980
		1.5. Brindar capacitaciones a los agricultores locales sobre prácticas de conservación y manejo sostenible de variedades de granadilla.	\$1.410
	2. Proyecto de capacitación para la conservación sostenible de la diversidad genética de la granadilla	2.1. Ofrecer programas de capacitación adaptados a las necesidades locales, que incluyan información detallada sobre la diversidad genética de la granadilla y estrategias para su conservación.	\$210
		2.2. Escuelas campesinas con demostraciones prácticas en cultivos reales, permitiendo a los agricultores aprender técnicas directamente en el terreno.	\$1.700
		2.3. Organizar talleres prácticos sobre técnicas de cultivo, manejo adecuado del suelo y métodos de conservación específicos para la granadilla.	\$1.200

		2.4. Impartir charlas educativas sobre la importancia de la diversidad genética y el manejo sostenible de la granadilla en la agricultura local.	\$950
		2.5. Desarrollar material educativo (folletos, carteles, manuales) que sirva como guía para el manejo sostenible y la conservación de la diversidad genética de la granadilla.	\$1.450
		Costo total del plan <i>pasifloral</i> 2024: innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana	\$27.755,000

Realizado por: Guacho Adriana., 2024

Se ha desarrollado el marco operativo para los procesos de innovación gastronómica y conservación genética de la granadilla ecuatoriana, a través de la implementación de programas de investigación y capacitación en torno a esta fruta. Este marco operativo incluye dos programas principales, cada uno de ellos compuesto por dos proyectos específicos, diseñados para impulsar el aprovechamiento sostenible de la granadilla tanto en la cocina como en la agricultura.

Ambos programas buscan rescatar y conservar la diversidad genética de la granadilla, también buscan desarrollar nuevos productos procedentes de la especie para promover su valor culinario. El presupuesto total determinado es de \$27.755 dólares americanos para los dos programas, para financiar diversas actividades como investigación gastronómica, capacitación de agricultores, conservación de la especie y divulgación de nuevos productos derivados de la fruta.

Los programas combinan innovación en la cocina con estrategias de conservación genética, buscando impulsar de manera integral el aprovechamiento de las variedades de granadilla en Ecuador, tanto en la gastronomía como en la agricultura sostenible. De esta manera, se espera contribuir al desarrollo económico local de forma responsable con el medioambiente y la biodiversidad.

CONCLUSIONES

Los modelos de distribución potencial proyectan que la cordillera de los Andes será un refugio climático estable para la supervivencia futura de *Passiflora ligularis*. Las áreas más aptas se concentran en sectores de las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Azuay, Napo y Loja. Adicionalmente, la adaptación de la especie a microclimas permitiría su presencia en zonas moderadamente aptas como Zamora Chinchipe, Morona Santiago y Sucumbíos. Por lo tanto, las estrategias de conservación deben enfocarse en salvaguardar las poblaciones andinas.

Los análisis bajo escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 indican que la región Andina, desde Carchi hasta Loja, continuará presentando condiciones climáticas favorables para el desarrollo de *Passiflora ligularis*. Se proyecta un área muy adecuada de 25140 km² para la década de 2050s, con una leve expansión a 24556 km² y 25140 km² respectivamente. Para la década de 2090s, se prevé un pequeño aumento adicional del área muy adecuada a 13037 km². Estos datos resaltan la importancia de los refugios andinos, la presencia de microclimas y la capacidad de adaptación de la especie frente al calentamiento global.

El desarrollo de estrategias de conservación eficaces para *Passiflora ligularis* adoptan un enfoque multidimensional. Estructurando un plan de acción multifacético orientado a proteger de forma viable a esta especie, contemplando programas de innovación gastronómica liderados por mujeres para explorar su potencial culinario, así como iniciativas para preservar su diversidad genética y capacitar a los agricultores en técnicas sostenibles. Estas acciones promueven el uso responsable, la valorización de la especie, la protección de sus variedades y su adaptación a futuros escenarios ambientales, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y al patrimonio natural del Ecuador.

RECOMENDACIONES

Evaluar la conectividad del paisaje entre las áreas de distribución actual y potencial para identificar posibles corredores de dispersión y áreas de recolonización.

Evaluar el impacto de otras amenazas, como la expansión urbana y las enfermedades, en la distribución de la especie.

Se recomienda ejecutar las propuestas integradas del Plan *Pasifloral*, ya que beneficiarán el empoderamiento económico de las mujeres a través de la innovación gastronómica con la granadilla ecuatoriana, al tiempo que fomentarán la conservación de la diversidad genética y la producción sostenible por parte de los agricultores locales, contribuyendo así al desarrollo rural inclusivo, la seguridad alimentaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ACHARYA, B.K., CAO, C., XU, M., KHANAL, L., NAEEM, S. & PANDIT, S.** (2018). Present and future of dengue fever in Nepal: Mapping climatic suitability by ecological niche model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2): 187. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/ijerph15020187>
2. **ALFAGEME, GONZÁLEZ, M. B.** (2008). Modelo colaborativo de enseñanza-aprendizaje en situaciones no presenciales. Un estudio de caso. Recuperado de <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/2316>
3. **BAI, D.F., CHEN, P.J., ATZENI, L., CERING, L., LI, Q. & SHI, K.** (2018). Assessment of habitat suitability of the snow leopard (*Panthera uncia*) in Qomolangma National Nature Reserve based on Maxent modelling. *Zoological Research*, 39(6): 373. Obtenido de <https://doi.org/10.24272/j.issn.2095-8137.2018.057>
4. **BELLARD, C., BERTELSMEIER, C., LEADLEY, P., THULLER, W., & COURCHAMP, F.** (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15(4), 365-377. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x>
5. **BRAVO, C., NOGUÉS BRAVO, D., ARAÚJO, M. B., & WHITTAKER, R. J.** (2011). Effects of climate change on the distribution of invasive alien plants. *Global Change Biology*, 17(2), 979-991.
6. **CABRERA PONCE, C. A.** (2011). Caracterización de las propiedades físicas y químicas del fruto de granadilla, *Passiflora ligularis juss.* Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/464>
7. **CERÓN, C. E.** (2006). *Passiflora ligularis Juss subsp granadilla*. In R. Moraes, B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius, & H. Balslev (Eds.), *Botánica Económica de los Andes Centrales* (p. 162). Universidad Mayor de San Andrés.
8. **CHÉNÉ, Odriozola, J., & MENDIZÁBAL, Rodrigo, I.** (2017). Hacia un periodismo de calidad en Ecuador: perspectivas de periodistas y audiencia. *Cuadernos. info*, (41), 175-192.
9. **CUESTA, F., GARCÍA, ORENES, F., & MARTÍNEZ, Vilalta, J.** (2012). Maxent modeling of species geographic distribution under climate change: an improved method using land cover data and multiple climatic layers. *Ecological Modelling*, 245, 92-103.
10. **CUESTA, F., SIMBAÑA, W., & MERINO, C.** (2015). Modelos potenciales de distribución de la palma de cera (*Ceroxylon quindiuense*) en el Ecuador continental. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
11. **DECKER-WALTERS, D. S.** (2001). Cucurbits, Sanskrit, and the Indo-Aryans: Cultural diffusion and an alternative to the 'centre of origin' concept. *Economic Botany*, 55(1), 49-64. <https://doi.org/10.1007/BF02864540>
12. **DHAWAN, K., DHAWAN, S., & SHARMA, A.** (2004). *Passiflora*: a review update. *Journal of Ethnopharmacology*, 94(1), 1-23. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.02.023>
13. **DODSON, C. H., & GENTRY, A. H.** (1978). Flora of the Río Palenque Science Center, Ecuador. Missouri Botanical Garden. Recuperado de <https://journals.flvc.org/selbyana/article/view/120203>
14. **ELITH, J. & LEATHWICK, J.R.** (2009). Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. *Annual review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40: 677-697. Obtenido de <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159>
15. **FAWCETT, T.** (2006). An introduction to ROC analysis. *Pattern recognition letters*, 27(8), 861-874.

16. **FRANÇA, F. C., LACERDA, M. M. DE, FERNANDES, G. W., & SANTOS, M. V. F.** (2021). *Passiflora ligularis* Juss.: Aspectos botânicos, fitoquímicos e farmacológicos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 23(1), 12-22.
17. **GAONA, GONZAGA., A.** (2020). Comercialización de la granadilla en la provincia de Tungurahua. Recuperado de [file:///C:/Users/User/Downloads/aandrade,+Editor_a+de+la+revista,+Comercializaci%C3%B3n+de+la+granadilla+\(Passiflora+ligularis+Juss\)+en+la+Provincia+de+Tungurahua%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/aandrade,+Editor_a+de+la+revista,+Comercializaci%C3%B3n+de+la+granadilla+(Passiflora+ligularis+Juss)+en+la+Provincia+de+Tungurahua%20(2).pdf)
18. **HANCOCK, J. F.** (2012). *Plant evolution and the origin of crop species*. CABI. Obtenido de <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4869684/course/section/5880809/Hancock%20J.F.%20-%20Plant%20Evolution%20and%20the%20Origin%20of%20Crop%20Species.pdf>
19. **HANNAH, L.** (2011). Climate change, connectivity, and conservation success. *Conservation Biology*, 25(6), 1139-1142. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01788.x>
20. **HORNING, N., ROBINSON, J.A., STERLING, E.J., SPECTOR, S. & TURNER, W.** (2010). *Remote sensing for ecology and conservation: a handbook of techniques*. Oxford University Press. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/oso/9780199219940.001.0001>
21. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199219940.001.0001>
22. **INTRIAGO, R., ACOSTA-NARANJO, R., SALAZAR, D., & TORRES-GUEVARA, J.** (2017). Export of passion fruit (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*) in Ecuador. *Business and Management Horizons*, 5(1), 19-30.
23. **JUDD, W.S., CAMPBELL, C.S., KELLOGG, E.A., STEVENS, P.F., & DONOGHUE, M.J.** (2008). *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach* (3rd ed.). Sinauer Associates, Inc. Publishers. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1096-0031.2008.00212.x>
24. **LOGROÑO MANCERO, M. R.** (2014). Plan de exportación de granadilla orgánica hacia el mercado estadounidense, estado de Nueva Jersey, ciudad: Jersey City, con el apoyo del TNLG. Galo Fernando Alzuro López, desde la provincia de Pichincha, cantón Mejía, para el período 2014-2015 (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10991/1/52T00302.pdf>
25. **LÓPEZ, S. V., & HANAN, N. P.** (2018). A retrospective look at passion fruit archaeobotany in South America. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 10(2), 411-420. <https://doi.org/10.1007/s12520-016-0350-4>
26. **MACRORRUEDA.** (2022). Exportaciones de granadilla alcanzaron los USD 45 millones en 2021. Obtenido de: <https://www.macrorrueda.com/noticias/ecuador/exportaciones-de-granadilla-alcanzaron-los-usd-45-millones-en-2021/>
27. Barrera, V., Cervantes, J., Graham, J. H., Feakin, S., & Diaz, R. (2004). Granados (*Passiflora ligularis* Juss.) production in Ecuador. *The University of Florida Book of Insect and Disease Management*.
28. **BONILLA, A., DUICHUMBI, L., SARABIA, C., BASTI, L., VALLE, L., ESPINOSA, P., & LOMAS, L.** (2015). Cultivo Ecológico de la Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_jun_2016.pdf
29. **JORGENSEN, P. M., & LEÓN-YÁNEZ, S.** (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. Monographs in System any from the Missouri Botanical Garden, 75,

i–viii, 1–1182. Obtenido de:
<https://www.mobot.org/mobot/research/ecuador/introductionsps.shtml>

30. **MCVAUGH, R.** (1951). Field Museum of Natural History. The American species of *Passiflora* L. The subgenera and sections of *Passiflora*, Botanical Series, 13(4), 1–202. Recuperado de https://www.mobot.org/mobot/research/ecuador/literatura_citada_H-M.shtml
31. **MIÑO, DOMÍNGUEZ, J. E.** (2018). Identificación molecular del género *Passiflora* (Passifloraceae), de la región norte del Ecuador por medio del método DNA Barcoding (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Quito, Ecuador. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16488>
32. **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (MAG).** (2018). Plan de desarrollo del cultivo de granadilla. Quito, Ecuador: MAG. (pp. 10-12). Obtenido de https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/PEI-MAG-2021-2025-22_04_2022-signed-signed-1_compressed.pdf
33. **MOSCOSO, A.** (2013). Desarrollo de insumos para la toma de decisiones de conservación en la cuenca amazónica occidental. *Ecología Aplicada*, 12(1), 45-65.
34. **MUNAR, A., RODRÍGUEZ, A., & MUÑOZ, J.** (2021). Potenciales áreas cultivables de pasifloras en una región tropical considerando escenarios de cambio climático. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 13(1), 109-129. Obtenido de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/4637>
35. **OCAMPO, J., COPPENS, G., RESTREPO-DÍAZ, H., & JARVIS, A.** (2010). Distribution of the genus *Passiflora* L. diversity in Colombia and its potential as an indicator for biodiversity management in the Coffee Growing Zone. *Diversity*, 2(11), 1158-1180. <https://doi.org/10.3390/d2111158>
36. **PATIÑO, V. M.** (2002). Historia y dispersión de los frutales nativos del neotrópico (p. 358). CIAT. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=U12m7M2VMmsC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
37. **PÉREZ, J. & JEFFERSON, L.** (2022). Distribución de *Passiflora ligularis* subsp. granadilla bajo escenarios de cambio climático. *Avances en Ciencias Agronómicas*, 5(1), 71-90. Obtenido de <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avancesca/article/view/23>
38. **PETERSON, A.T.** (2011). Ecological niche conservatism: A time-structured review of evidence. *Journal of Biogeography*, 38(5): 817-827. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2010.02456.x>
39. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2010.02456.x>
40. **PHILLIPS, S. J., ANDERSON, R. P., & SCHAPIRE, R. E.** (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modeling*, 190(3-4), 231-259.
41. **PINDUISACA, ESPARZA, N. M.** (2016). Estudio Fitoquímico y evaluación de la actividad antioxidante In Vitro de hojas y flores de *Passiflora ligularis* (Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4901/1/56T00619%20UDCTFC.pdf>
42. **RUANO, ELOY.** (2023). *Passiflora ligularis*: Una fruta tropical con potencial. *Frutas Eloy*, Madrid, Parcela B9. Plataforma 1 y 2 28053, Madrid, 2(1), 1-10. Recuperado de <https://frutaseloy.com/producto/granadilla/>
43. **SMITH, J., & SMITH, T.** (2007). Predicting the effects of climate change on the distribution of plant species. En: J. Canadell, D. Pataki, & L. Pitelka (Eds.), *Terrestrial ecosystems in a changing world* (pp. 197-212).
44. **ULLOA, ULLOA, C., & JØRGENSEN P. M.** (1994). Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador. Quito: Edi Libri Mundi. Recuperado de

https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1445&context=abya_yala

45. **ULMER, T. & MACDOUGAL, J.M.** (2004). *Passiflora: passionflowers of the world*. Timber Press. Obtenido de <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=816769>
46. **YOUNG, Josse, C., B., SMYTH, Lyons, R., BROOKS, T., FRANCES, A., COMER, P., ... &**
47. **VANDERPLANK, J.** (2014). *Passion flowers* (3rd ed.). Portland, OR: Timber Press. Obtenido de <https://www.passionflow.co.uk/wp-content/uploads/2017/08/POJ-2017-10-LR.pdf>
48. **YADAV, N., LIU, Z., RAFI, M.M., ZHU, Q., MA, K., XIE, J., & YADAV, H.** (2022). Passion fruit (*Passiflora* spp.) phytochemicals and their health-promoting benefits—A review. *Food Chemistry*, 372, 131160. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131160>



<p>Investigación de Perfiles: Indagar los costos asociados con la Muestra y análisis de perfiles de mujeres expertas en gastronomía y cocina de los alimentos.</p> <p>Proceso de Selección: Indagar los costos asociados con la evaluación de candidatas, entrevistas, pruebas técnicas, entre otros.</p> <p>Honorarios de Expertas: Entre un costo variable y dependiente de la tarifa regularizada con las mujeres expertas reclutadas.</p> <p>Capacitación y Desarrollo: Cubrir los costos de cualquier formación adicional que pueda ser necesaria para integrar efectivamente al equipo multidisciplinario.</p> <p>Equipamiento de Oficinas: Indagar la adquisición de cualquier equipo de oficina necesario para el proyecto.</p> <p>Costos de Viaje: Si es necesario, cubrir los costos asociados con el desplazamiento de las expertas reclutadas.</p>	<p>Fases del Proyecto: Fase 1: Investigación Previa (10 horas) Revisión de fuentes generadas sobre Pasiflora ligulari.</p> <p>Recursos Necesarios: Acceso a bases de datos científicas.</p> <p>Identificación de palabras clave y conceptos relevantes: Fase 2: Búsqueda de Propiedades Nutricionales (5 horas) Investigación en bases de datos científicas y artículos especializados: Fase 3: Métodos de Preparación Tradicionales (20 horas) Análisis de fuentes etnobotánicas y volantes.</p> <p>Elaboración y revisión en línea: Software de gestión de referencias bibliográficas.</p> <p>Costos Estimados: Horas de Investigación: 70 horas Tarifa por hora: tarifa por hora del investigador Costo: Total Estimado: (70 horas * Tarifa por hora)</p>
<p>Documentación de métodos de preparación tradicionales en diferentes comarcas. Fase 4: Uros Culturales en Diferentes Culturas (5 horas) Investigación en libros de cocina y fuentes culturales. Recopilación de información sobre los usos culturales de Pasiflora ligulari en diversas culturas.</p> <p>Materiales y Equipos: Utensilios de cocina (cuchillos, tablas de cortar, peladores, etc.) Personal: Electrodomésticos (licuadora, procesador de alimentos, etc.) Chef o cocinero experimentado Material de presentación (platos, vasos, cubiertos, etc.) Asistentes de cocina</p> <p>Otros recipientes para mezclar, herramientas especializadas) Espacio de Cocina Ingredientes: Ajalaje de cocina comercial o espacio de laboratorio Misceláneos: Ingredientes adicionales (esencias, harinas, aceites, etc.) Transporte de ingredientes y equipos Gastos imprevistos</p>	<p>III. Pruebas y Ajustes Cursos de Cocina y Preparación</p>

<p>Diseño del Currículo: Diseño de módulos de formación personalizados, incluyendo: Temas culturales paraguayos. Procesamiento de la Pasiflora ligulari. Marketing en la industria gastronómica. Gestión de negocios para emprendimientos. Creación gestión de negocios.</p>	<p>Apoyo y Seguimiento: Gestión de memoria. Evaluación continua del progreso. Revisores seleccionados para conferencias. Materiales y Recursos: Ingresos para prácticas culinarias. Material didáctico y multimedia. Equipamiento necesario.</p>	<p>Certificadores de habilitación.</p>
<p>2.2. Unidades: Sesiones Educativas Prácticas: 12 Talleres Prácticos: 8 Conferencias: 3 Participantes por Sesión Educativa: 10 Participantes por Taller Práctico: 10 Participantes por Conferencia: 10</p>	<p>Presios: Sesión Educativa Práctica (por sesión): Taller Práctico (por taller): Conferencia (por conferencia): Material didáctico por sesión: \$12 Sesiones de traducción (si es necesario) \$355 por sesión Alquiler de espacios para talleres y conferencias: \$100 por evento</p>	<p>Total por Tipo de Actividad: Total Sesiones Educativas Prácticas: Total Talleres Prácticos: Total Conferencias:</p>
<p>2.3 Horas de Mentoría Cultural Horas de Asesoramiento Comercial Sesiones de Planificación del Proyecto Material Educativo y Pines: 10 personas Gastos de Transporte (si) 2.4 Alquiler de Espacio para Evento: Unidad: Días de evento Cantidad: X días</p>	<p>Equipo de Demostración del Personal de Apoyo: Unidad: Horas de trabajo Cantidad: Y horas</p>	<p>Decoración y Montaje: Unidad: Eventos Cantidad: 1 Seguridad y Logística: Unidad: Días de evento Cantidad: X días</p>
<p>2.5 Unidad: Standes Cantidad: 25</p>	<p>Productos para Catas: Unidad: Productos para una cata Cantidad: Y productos</p>	<p>Activar Windows</p>

ANEXO I: ELABORACION DEL PRESUPUESTO DEL PRESUPUESTO 2.1

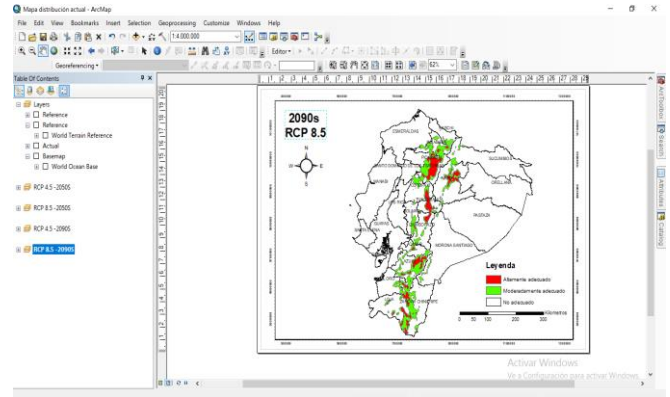
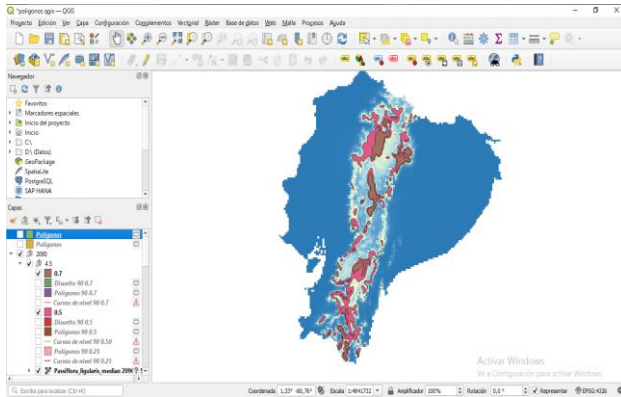
ANEXO J: ELABORACION DEL PRESUPUESTO DEL PRESUPUESTO 2.2

<p>Investigación y Evaluación: Estudios de diversidad genética para comprender la variabilidad dentro de la especie.</p> <p>Recopilación de Colecciones: Selección y recolección de muestras representativas de semillas, esquejes u otros materiales de reproducción de las diferentes variedades.</p> <p>Establecimiento de Bancos de Germoplasma: Diseño y establecimiento de instalaciones adecuadas para almacenar y conservar la muestra de germoplasma.</p> <p>Mapeo y Mantenimiento: Desarrollo de protocolos para el mapeo y mantenimiento regular de las muestras, incluyendo prácticas de propagación y vacunación.</p> <p>Catálogo y Documentación: Creación de una base de datos detallada que incluya información sobre cada muestra.</p>
<p>12 Muestreo y Recolección: Diseño de un plan de muestreo y recolección de muestras de plantas. Caracterización Fenológica: Evaluación de las características fenológicas de las plantas en términos de: campo, tamaño, color, resistencia a enfermedades, etc. Identificación de Especies y Variedades: Utilización de herramientas taxonómicas para identificar las especies y variedades presentes en la localidad. Almacenamiento de Datos: Desarrollo de una base de datos que almacene información genética y fenológica recolectada.</p>
<p>13 Características Agronómicas: Tamaño y forma del fruto: Selección de frutos de tamaño adecuado y con características deseadas en términos de forma y apariencia. Rendimiento: Evaluar la productividad de las plantas en términos de cantidad y calidad de los frutos producidos. Resistencia a Enfermedades y Plagas: Evaluar la resistencia a plagas que puedan afectar la producción de frutos. Adaptabilidad y Condiciones Ambientales: Seleccionar plantas que sean resistentes a condiciones climáticas extremas como sequías o heladas. Contenido Nutricional: Evaluar el contenido de nutrientes en los frutos, como vitaminas, minerales y antioxidantes.</p>
<p>14 Caracterización de la Diversidad Genética: Realizar análisis genéticos para comprender la diversidad genética existente en las poblaciones de Pasiflora ligulari. Evaluación Fenológica: Realizar estudios detallados de las características fenológicas en las condiciones experimentales. Selección y Descarte: Identificar individuos con rasgos fenológicos superiores y seleccionarlos como candidatos para la siguiente generación. Ensayos de Rendimiento: Evaluar la productividad, resistencia a enfermedades, adaptabilidad y otros atributos relevantes. Riego y Protección de Variedades: Registrar las variedades recolectadas conforme a las regulaciones locales e internacionales.</p>
<p>15 Aspectos Básicos del Cultivo: Proporcionar información sobre los aspectos básicos del cultivo de Pasiflora ligulari, incluyendo requisitos de suelo, clima, técnicas de siembra y trasplante. Manejo de Plagas y Enfermedades: Evaluar estrategias integradas de manejo de plagas y enfermedades para reducir el uso de pesticidas y promover prácticas sostenibles. Educación Financiera y Gestión Agrícola: Brindar capacitación en gestión financiera para optimizar los costos de producción y maximizar los ingresos. Técnicas de Poda y Manejo del Cultivo: Identificar técnicas de poda que mejoren la producción y la calidad de los frutos.</p>

<p>21 Evaluación de Necesidades: Identificar las preocupaciones y desafíos específicos de los agricultores locales. Selección de Comarcas: Incorporar información detallada sobre la diversidad genética de Pasiflora ligulari. Información sobre Variedades Locales: Proporcionar información detallada sobre las variedades locales de Pasiflora ligulari, demandando sus características únicas, adaptabilidad y uso económico. Ensayos de Conservación: Fomentar prácticas agrícolas que contribuyan a la preservación de la variabilidad genética.</p>
<p>22 Selección de la Ubicación: Identificar campos de cultivo adecuados y representativos para realizar las demostraciones prácticas. Identificación de Especialistas o Instructores: Contar con especialistas o instructores con experiencia práctica en técnicas específicas que se van a demostrar. Preparación de Terrenos: Acondicionar el terreno de cultivo antes de las demostraciones para garantizar las mejores condiciones óptimas. Selección de Materiales: Asegurar la disponibilidad de todos los materiales y herramientas necesarios para las demostraciones. Planificación de Campo: Facilitar la participación de los agricultores en la implementación de las prácticas de cultivo. Investigación/Recopilación de Información: Crear datos relevantes sobre prácticas agrícolas sostenibles y su impacto en la agricultura local.</p>
<p>23 Planificación de los Talleres: Diseñar un programa detallado que incluya sesiones teóricas y prácticas. Material Didáctico y Recursos: Preparar material didáctico, como presentaciones, folletos y materiales visuales, para respaldar las sesiones teóricas. Selección de Instructores: Identificar expertos en cultivo de Pasiflora ligulari, manejo de suelo y conservación que actúen como instructores. Planificación de Campo: Facilitar la participación de los agricultores en la implementación de las prácticas de cultivo.</p>
<p>24 Investigación/Recopilación de Información: Crear datos relevantes sobre prácticas agrícolas sostenibles y su impacto en la agricultura local. Diseño de Material Didáctico: Crear material didáctico visual: videos, como presentaciones, gráficos, imágenes y videos, para enseñar las técnicas. Selección de Ubicación/Logística: Organizar la logística, como la disposición de áreas de recepción y otros elementos necesarios. Preparación del Espacio: Brindar asistencia en la mano, como agricultores, biólogos y especialistas en cultivo, para preparar las charlas. Promoción de Prácticas Sostenibles: Estrategia de marketing económico y ambiental de adoptar técnicas sostenibles.</p>
<p>25 Investigación/Recopilación de Información: Recopilar datos científicos, estadísticas locales y ejemplos prácticos. Diseño Didáctico: Crear visual: Utilizar imágenes, gráficos y videos que faciliten la comprensión y retención de la información. Promoción de Prácticas Sostenibles: Proporcionar recursos claros sobre cómo implementar estas prácticas. Utilización de Herramientas: Incorporar herramientas que permitan visualizar datos clave, como gráficos interactivos. Impresión/Distribución: Gestionar la impresión de materiales y organizar su distribución en lugares estratégicos, como centros agrícolas, escuelas y mercados locales.</p>

ANEXO K: PROCESAMIENTO DE DATOS ESPACIALES EN QGIS UTILIZANDO LOS RESULTADOS OBTENIDOS



ANEXO L: EDICIÓN DE RESULTADOS DENTRO DEL PROGRAMA ARCGIS CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 01/07/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Adriana Jacqueline Guacho Tene
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Recursos Naturales Renovables
Título a optar: Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
 Ing. Juan Carlos Carrasco Barreno, PhD. Director del Trabajo de Integración Curricular
 Ing. Jorge Daniel Córdova Lliquín, Msc. Asesor del Trabajo de Integración Curricular