



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

DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y POTENCIAL DE LA ESPECIE
PRUNUS SEROTINA EN LOS ANDES CENTRALES DEL
ECUADOR, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTOR:

MARCO DANIEL RUIZ PAREDES

Riobamba – Ecuador

2022



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

DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y POTENCIAL DE LA ESPECIE
PRUNUS SEROTINA EN LOS ANDES CENTRALES DEL
ECUADOR, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTOR: MARCO DANIEL RUIZ PAREDES

DIRECTOR: Ing. DANILO EDMUNDO GUILCAPI PACHECO Mgtr.

Riobamba – Ecuador

2022

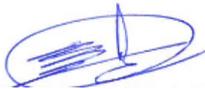
© 2022, Marco Daniel Ruiz Paredes

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

Yo, Marco Daniel Ruiz Paredes, 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 autor 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, 04 de julio de 2022



Marco Daniel Ruiz Paredes

CI: 0605695030

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 PRUNUS SEROTINA EN LOS ANDES CENTRALES DEL ECUADOR, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO**, realizado por el señor: **MARCO DANIEL RUIZ PAREDES**, 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

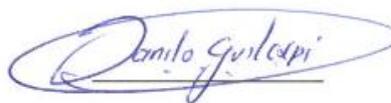
FECHA

Ing. / Dr. Juan Eduardo León Ruiz
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



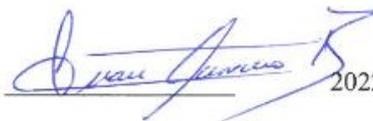
2022-07-04

Ing. Edmundo Danilo Guilcapi Pacheco
DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2022-07-04

Ing. Juan Carlos Carrasco Baquero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



2022-07-04

DEDICATORIA

A mi madre que siempre intento guiar a este servidor por el buen camino y a mi padre que nunca dejo de creer en mí, esto es por ustedes mis viejos ojalá pueda seguir haciendo más cosas que les hagan sentir orgullosos.

Marco

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi familia que a siempre ha estado para mí y a todos los profesores que con afán comparten sus conocimientos para formar no solo buenos estudiantes sino buenas personas.

Marco

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xii
INDICE DE GRAFICOS.....	xiii
INDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY.....	xvii
INTRODUCCION	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	5
1.1. Prunus serotina subsp capulí.....	5
1.2. Distribución espacial de especies	5
1.3. Distribución actual	5
1.4. Distribución potencial.....	6
1.5. Especie	6
1.6. Ecosistemas	7
1.7. Escenarios de cambio climático	7
1.8. Diagnóstico.....	8
1.9. Diagnóstico situacional	8
1.10. Los Andes centrales del Ecuador	8
1.11. Morfometría.....	9
1.12. Morfometría de un fruto	9
1.13. Métodos para caracterizar de manera morfométrica un fruto	10
1.14. Sistemas de Información Geográfica.....	10
1.15. Modelamiento	10
1.16. Modelamiento de nichos ecológicos	11
1.17. Escenarios SSP y RCP.....	11
1.18. Análisis estadístico	12
1.19. Correlación de Pearson	12
1.20. Análisis de regresión.....	12
1.21. Marco legal	13

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	15
2.1.	Área de estudio	15
2.2.	Características climáticas	15
2.3.	Métodos	16

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	21
3.1.	Diagnóstico situacional actual de la especie <i>Prunus serotina subsp capulí</i> en los Andes centrales del Ecuador.	21
3.1.1.	<i>Descripción taxonómica</i>	21
3.1.2.	<i>Descripción morfológica</i>	22
3.1.3.	<i>Variables ambientales</i>	22
3.1.4.	<i>Situación actual de <i>Prunus serotina subsp capulí</i> en Ecuador</i>	23
3.2.	Caracterización morfométrica el fruto de la especie <i>Prunus serotina subsp capulí</i>, de los Andes centrales del Ecuador.	25
3.2.1.	<i>Correlaciones de las variables morfométricas mediante pruebas estadísticas</i>	32
3.2.2.	<i>Análisis de regresiones</i>	36
3.3.	Mapas de distribución actual y potencial bajo escenarios de cambio climático para <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	37
3.3.1.	<i>Georreferenciación de <i>Prunus serotina subsp capulí</i> en las 3 provincias en estudio</i>	37
3.3.2.	<i>Ecosistemas donde se distribuye <i>Prunus serotina subsp capulí</i> en base a cartografía e información obtenida en campo.</i>	40
3.3.2.1.	<i>Andes centrales del Ecuador</i>	41
3.3.2.2.	<i>Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes</i>	41
3.3.2.3.	<i>Arbustal siempreverde y herbazal de páramo</i>	42
3.3.2.4.	<i>Bosque siempreverde montano alto del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes</i>	42
3.3.2.5.	<i>Arbustal siempreverde</i>	43
3.3.2.6.	<i>Bosque y arbustal semideciduo del norte de los valles</i>	43
3.3.2.7.	<i>Bosque siempreverde montano del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes</i>	44
3.3.2.8.	<i>Herbazal de páramo</i>	45
3.3.2.9.	<i>Bosque siempreverde montano</i>	45
3.3.2.10.	<i>Bosque montano alto</i>	45
3.3.3.	Modelo Max-Ent de distribución actual para <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	46

3.3.3.1.	<i>Elección de variables bioclimáticas</i>	46
3.3.3.2.	<i>Análisis de gráficos de Max-Ent</i>	47
3.3.3.3.	<i>Transformación de pixeles a kilómetros cuadrados</i>	50
3.3.4.	<i>Modelo de distribución potencial para Prunus serotina subsp capulí</i>	52
3.3.4.1.	<i>Escenario 4.5 RCP para el período 2041-2060</i>	52
3.3.4.2.	<i>Escenario 8.5RCP para el período 2041-2060</i>	55
3.3.4.3.	<i>Escenario 4.5RCP para el período 2081-2100</i>	59
3.3.4.4.	<i>Escenario 8.5RCP para el período 2081-2100</i>	63
3.3.4.5.	<i>Comparación de los escenarios 4.5-8.5RCP para las décadas comprendidas entre 2041-2060 y 2081-2100</i>	66
3.3.5.	<i>Estrategias de conservación</i>	69
3.3.6.	<i>Planteamiento operativo para el manejo de Prunus serotina subsp capulí en las provincias de Chimborazo, Cotopaxi y Tungurahua</i>	70
3.3.6.1.	<i>Ejes estratégicos y definición de programas</i>	72
3.3.6.2.	<i>Matriz de planificación de manejo</i>	72
3.3.6.3.	<i>Definición de proyectos</i>	74
3.3.6.4.	<i>Programas y proyectos</i>	75
	CONCLUSIONES	89
	RECOMENDACIONES	90
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Características climáticas de las provincias en estudio.	16
Tabla 2-2:	Variables bioclimáticas analizadas en MaxEnt.	18
Tabla 1-3:	Cuadro comparativo de las variedades de capulí en Ecuador.	21
Tabla 2-3:	Datos morfométricos obtenidos de los frutos de capulí analizados.	25
Tabla 3-3:	Correlaciones de las variables del fruto y la semilla de <i>Prunus serotina</i>	33
Tabla 4-3:	Datos de georreferenciación de 30 puntos muestrales de Cotopaxi.	38
Tabla 5-3:	Datos de georreferenciación de 30 puntos muestrales de Tungurahua.	39
Tabla 6-3:	Datos de georreferenciación de 30 puntos muestrales de Chimborazo.	40
Tabla 7-3:	Contribución porcentual de las variables bioclimáticas más importantes.	46
Tabla 8-3:	Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la especie <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i> en las tres provincias en estudio.	70
Tabla 9-3:	Ejes estratégicos y definición de programas.	71
Tabla 10-3:	Ejes estratégicos y definición de programas.	72
Tabla 11-3:	Ejes estratégicos y definición de programas.	73
Tabla 12-3:	Definición de proyectos.	74
Tabla 13-3:	Proyecto: Restauración ecológica enfocada con especies superiores de <i>Prunus serotina</i>	77
Tabla 14-3:	Proyecto: Creación de corredores biológicos en la zona andina central del Ecuador.	78
Tabla 15-3:	Cronograma de actividades del proyecto: Restauración ecológica enfocada con especies superiores de <i>Prunus serotina</i>	80
Tabla 16-3:	Cronograma de actividades del proyecto: Creación de corredores biológicos en la zona andina central del Ecuador.	81
Tabla 17-3:	Marco lógico del proyecto: Implementación de sistemas silvopastoriles para formar una asociación entre árboles, pastos y ganado.	83
Tabla 18-3:	Marco lógico del proyecto: Inserción de cultivos anuales intercalados en una plantación forestal.	84
Tabla 19-3:	Cronograma de actividades del proyecto: Implementación de técnicas para formar una asociación entre árboles, pasto y ganado.	85
Tabla 20-3:	Cronograma de actividades del proyecto: Inserción de cultivos anuales intercalados en una plantación forestal.	86
Tabla 21-3:	Cronograma y presupuesto general de la ejecución de los programas y proyectos.	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Mapa geográfico de las provincias en donde se llevará a cabo la georreferenciación de árboles de la especie <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i>	15
Figura 1-3:	Mapa de distribución actual de <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i> en Ecuador.	24
Figura 2-3:	Mapa de distribución de <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i> según GIBF.	25
Figura 3-3:	Ecosistemas de la provincia de Cotopaxi, donde se distribuye el <i>capulí</i>	41
Figura 4-3:	Ecosistemas de la provincia de Tungurahua, donde se distribuye <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i>	43
Figura 5-3:	Ecosistemas de la provincia de Chimborazo, donde se distribuye <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i>	44
Figura 6-3:	Foto del modelo realizado en Max-Ent de <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i>	49
Figura 7-3:	Distribución actual de <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i> usando Max-Ent.	51
Figura 8-3:	Foto del modelo realizado en Max-Ent para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5RCP.	53
Figura 9-3:	Distribución potencial bajo escenario 4.5 RCP.	55
Figura 10-3:	Foto del modelo realizado en Max-Ent para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5RCP.	57
Figura 11-3:	Distribución potencial bajo escenario 8.5 RCP.	58
Figura 12-3:	Foto del modelo realizado en Max-Ent para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5RCP.	61
Figura 13-3:	Distribución potencial bajo escenario 4.5 RCP para el período 2081-2100.	62
Figura 14-3:	Foto del modelo realizado en Max-Ent para el período 2081-2100 bajo escenario 8.5RCP.	65
Figura 15-3:	Distribución potencial bajo escenario 8.5 RCP para el período 2081-2100.	66
Figura 16-3:	Comparación de la distribución potencial de <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i> bajo los diferentes escenarios analizados.	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Comparación de la media del peso de 10 unidades de frutos de las 3 provincias en estudio.	27
Gráfico 2-3:	Comparación de la media de los grados Brix de los frutos de las 3 provincias en estudio.	28
Gráfico 3-3:	Comparación de la media del peso del fruto más grande de las 3 provincias en estudio.	28
Gráfico 4-3:	Comparación de la media de los diámetros de los frutos de las 3 provincias en estudio.	29
Gráfico 5-3:	Comparación de las medidas del fruto más grande y pequeño.	30
Gráfico 6-3:	Comparación de la media del peso del fruto más pequeño.	30
Gráfico 7-3:	Comparación del ph de los frutos de las 3 provincias en estudio.	31
Gráfico 8-3:	Comparación de la media del grosor de la cáscara de los frutos de las 3 provincias en estudio.	31
Gráfico 9-3:	Comparación de las dimensiones de la semilla de los frutos de las 3 provincias en estudio.	32
Gráfico 10-3:	Regresiones entre las variables del fruto de <i>Prunus serotina</i> subsp capulí.	37
Gráfico 11-3:	Área pronosticada en función del umbral acumulativo de <i>Prunus serotina</i> subsp capulí.	47
Gráfico 12-3:	Gráfica de sensibilidad vs especificidad de <i>Prunus serotina</i> subsp capulí.	48
Gráfico 13-3:	Jackknife de <i>Prunus serotina</i> subsp capulí.	49
Gráfico 14-3:	Distribución actual en km ² de <i>Prunus serotina</i> subsp capulí mediante el programa Max-Ent.	50
Gráfico 15-3:	Gráfica de <i>Prunus serotina</i> subsp capulí para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5RCP.	52
Gráfico 16-3:	Gráfica de sensibilidad vs especificidad para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5RCP.	53
Gráfico 17-3:	Jackknife para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5RCP.	54
Gráfico 18-3:	Distribución potencial en km ² de <i>Prunus serotina</i> subsp capulí para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5RCP.	54
Gráfico 19-3:	Gráfica de <i>Prunus serotina</i> subsp capulí para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5RCP.	56
Gráfico 20-3:	Gráfica de sensibilidad vs especificidad para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5RCP.	56
Gráfico 21-3:	Jackknife para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5RCP.	57

Gráfico 22-3:	Distribución potencial de <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i> en km ² para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5RCP.....	58
Gráfico 23-3:	Gráfico de <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i> para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5RCP.....	59
Gráfico 24-3:	Gráfico de sensibilidad vs especificidad para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5RCP.....	60
Gráfico 25-3:	Jackknife para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5RCP.....	61
Gráfico 26-3:	Distribución potencial de <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i> en km ² para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5RCP.....	61
Gráfico 27-3:	Gráfica de <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i> bajo escenario 8.5 RCP para el período 2081-2100.....	62
Gráfico 28-3:	Gráfica de sensibilidad vs especificidad bajo escenario 8.5 RCP para el período 2081-2100.....	64
Gráfico 29-3:	Jackknife para el período 2081-2100 bajo escenario 8.5RCP.....	65
Gráfico 30-3:	Distribución potencial en km ² para el período 2081-2100 bajo escenario 8.5RCP.	65
Gráfico 31-3:	Comparación de los rangos de distribución actual y potencial para <i>Prunus serotina</i> subsp <i>capulí</i>	68

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** TABLA DE DATOS MORFOMÉTRICOS DEL FRUTO
- ANEXO B:** TABLA DE DATOS MORFOMÉTRICOS DE LA SEMILLA
- ANEXO C:** RECOLECCIÓN DE FRUTOS EN EL CAMPO
- ANEXO D:** OBTENCIÓN DE DATOS EN LABORATORIO Y EQUIPOS UTILIZADOS
- ANEXO E:** EJECUCIÓN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICOS CON EL PROGRAMA SPSS
- ANEXO F:** ELABORACIÓN DE GRÁFICOS DENTRO DEL PROGRAMA SPSS
- ANEXO G:** CORRECCIÓN DE COORDENADAS
- ANEXO H:** RESULTADOS DEL MODELO MAX-ENT PARA PRUNUS SEROTINA
- ANEXO I:** EDICIÓN DE RESULTADOS DENTRO DEL PROGRAMA Q-GIS CON LOS DATOS OBTENIDOS EN MAX-ENT

RESUMEN

La presente investigación se realizó en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo en las localidades de Latacunga, Ambato y Guano con la finalidad de determinar la distribución actual y potencial de la especie *Prunus serotina subsp capulí* en los Andes centrales del Ecuador bajo escenarios de cambio climático, para ello se efectuó una revisión de literatura para determinar la distribución actual del capulí, sustentado en fuentes primarias y secundarias como libros, artículos de revistas científicas y páginas web, donde se recolectó información acerca del contexto histórico de la especie. A continuación, se ejecutó un muestreo aleatorio simple donde se georreferenció 30 árboles por provincia y se recolectaron sus frutos para proceder con análisis morfométricos y estadísticos y la tabulación e interpretación de resultados. Por último, se efectuó un modelamiento de máxima entropía y se desarrolló mapas de distribución actual y potencial, en donde se identificó los sitios idóneos donde se podrá distribuir el capulí en el futuro. *Prunus serotina subsp capulí* se localizó en las provincias: Pichincha, Cotopaxi, Imbabura, Tungurahua, Chimborazo, Azuay. Se determinó que solo las variedades de la provincia de Tungurahua tienen un peso comercial (4,21g). Para el modelamiento con Max-Ent se trabajó al mismo tiempo con 2 escenarios de cambio climático, el 4.5RCP y 8.5RCP, donde se identificó que los rangos de distribución adecuada de la trayectoria 8.5RCP aumentan con respecto al escenario 4.5, esto se explica bajo la premisa de que los hábitats altoandinos poseen características que favorecen la distribución potencial del capulí. Se recomienda plantear proyectos de restauración ecológica con *Prunus serotina subsp capulí* para generar beneficios económicos, sociales y ambientales.

PALABRAS CLAVE: <ESPECIE>, <CAPULÍ (*Prunus serotina subsp capulí*)>, <DISTRIBUCIÓN ACTUAL>, <DISTRIBUCIÓN POTENCIAL>, <CAMBIO CLIMÁTICO>, <HÁBITATS>.


Ing. Christian Castillo



1291-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

The present investigation was carried out in the provinces of Cotopaxi, Tungurahua and Chimborazo in the localities of Latacunga, Ambato and Guano in order to determine the current and potential distribution of the species *Prunus serotina* subsp *capulí* in the central Andes of Ecuador under scenarios of climate change, for this, a literature review was carried out to determine the current distribution of the capulí, based on primary and secondary sources such as books, scientific journal articles and web pages, where information was collected about the historical context of the species. Next, a simple random sampling was carried out where 30 trees per province were georeferenced and their fruits were collected to proceed with morphometric and statistical analysis and the tabulation and interpretation of results. Finally, a maximum entropy modeling was carried out and current and potential distribution maps were developed, the ideal sites were identified where the capulí could be distributed in the future. *Prunus serotina* subsp *capulí* was located in the provinces: Pichincha, Cotopaxi, Imbabura, Tungurahua, Chimborazo, Azuay. It was determined that only the varieties from the province of Tungurahua have a commercial weight (4.21g). For modeling with Max-Ent, we worked simultaneously with 2 climate change scenarios, 4.5RCP and 8.5RCP, where it was identified that the adequate distribution ranges of the 8.5RCP trajectory increase with respect to the 4.5 scenario, this is explained under the premise that high Andean habitats have characteristics that favor the potential distribution of capulí. It is recommended to propose ecological restoration projects with *Prunus serotina* subsp *capulí* to generate economic, social and environmental benefits.

KEY WORDS: <SPECIES>, <CAPULÍ (*Prunus serotina* subsp *capulí*)>, <CURRENT DISTRIBUTION>, <POTENTIAL DISTRIBUTION>, <CLIMATE CHANGE>, <HABITATS>.



Lic. Lorena Cecilia Hernandez Andrade

INTRODUCCIÓN

La estructura de los ecosistemas terrestres está determinada por las plantas que predominan en el mismo, y estas a su vez son el reflejo de las condiciones atmosféricas. Los bosques y los árboles generan una variedad de servicios ambientales entre los que conviene subrayar están la preservación de la diversidad biológica, la atenuación del cambio climático, entre otros. Cabe señalar que los cambios climáticos, principalmente de temperatura y precipitación determinan la distribución de la naturaleza de los ecosistemas terrestres (FAO, 2007; citados en Acosta, 2019, p.9; Smith y Smith, 2007, p.198).

América Latina alberga ecosistemas únicos y una biodiversidad exclusiva pero esta riqueza natural se está modificando aceleradamente y en relación al clima, existe un aumento progresivo de la temperatura en casi todo el territorio (Magrin, 2015, pp.7-8).

Al mismo tiempo, el desgaste genético debido a la pérdida de biodiversidad representa una amenaza real para especies cultivables, ya que junto al calentamiento global han producido alteraciones en el desarrollo funcional y productivo de los organismos y sus hábitats (Chucuri, 2014, p.2).

El impacto del cambio climático será considerable para los países de América Latina y el Caribe debido a que la economía de estos países se basa en la agricultura y los recursos naturales además de poseer baja capacidad adaptativa frente a fenómenos meteorológicos (Magrin, 2015, pp.11-12).

El género *Prunus* abarca alrededor de 400 especies que se distribuyen principalmente en regiones de clima caliente y templado (Valdiviezo et al., 2018, p.963). La especie *Prunus serotina subsp capulí*, se encuentra distribuida a lo largo del continente americano, tuvo sus orígenes en los bosques deciduos orientales de Estados Unidos, en zonas desérticas de México y posteriormente fue esparcida hacia Suramérica después de la colonización española, en Ecuador, el capulí ecuatoriano se considera hoy una subespecie cultivable de *Prunus serotina* (Moncayo, 2017, p.11).

Conservar los niveles de diversidad genética de especies vegetales como el capulí permite que estas se adapten de forma efectiva a un medio ambiente cambiante y con ello también aumenta su capacidad de supervivencia y al mismo tiempo son de gran importancia tanto para el ambiente como para el ser humano por la riqueza genética al igual que por sus propiedades nutricionales y tolerancia a condiciones adversas. En la región Andina del Ecuador, la distribución del capulí es altamente valorada por los granjeros locales por ser una especie cultivable y de potencial agrícola (Andino, 2018, p.13; Guadalupe, 2012, p.14, Magrin, 2015, p.35).

Además, los árboles de capulí son entes dominantes al momento de colonizar ecosistemas ocupados anteriormente por otros seres vivos ya que proliferan en terrenos contaminados o donde se han producido desastres naturales (Intriago et al., 2013, p.13).

Se tiene como punto de partida estudios de Downey e Iezzone (2000); citados en Moncayo, (2017, p.16) quién desarrolló investigaciones y descubrió que las poblaciones de *Prunus serotina subsp capulí* de Ecuador tienen un parentesco genético con accesiones de México. Guadalupe et al., (2015); citados en Moncayo (2017, p.39) realizaron análisis de la diversidad genética del capulí en Ecuador y señalan que las variedades de la zona centro tienen mejores características que los de la zona sur del país.

El análisis de los potenciales impactos de las variables bioclimáticas que influyen en el cambio del clima permitirá el desarrollo de modelos futuros de distribución presente y futura de la especie *Prunus serotina subsp capulí* para poder evaluar los sitios aptos donde se podría establecer esta especie, ya que más que adaptarse a los cambios climáticos las especies deberán colonizar nuevos hábitats que tengan características similares a las de su nicho actual (Bravo et al., 2011, p.15).

JUSTIFICACIÓN

La generación de modelos potenciales de distribución de especies, a nivel de país, permiten analizar los diferentes escenarios relacionados con la capacidad de las especies de establecerse en un nuevo hábitat. El estudio de los cambios de distribución ayuda a identificar como responde la biodiversidad ante los fenómenos climáticos en todo el territorio continental (Cuesta et al., 2015, p.24).

En las últimas décadas las condiciones ambientales han ido cambiado, lo que repercute directamente en los seres vivos, en su comportamiento, desarrollo, adaptabilidad y permanencia en el tiempo, debido a esto, es sustancial conocer la distribución de especies, ya que estas obedecen a factores físico-ambientales que restringen sus límites naturales (Navarro, 2013, pp.7-64).

Según Macías (2016, p.2) los modelos de nicho ecológico tienen aplicaciones biológicas y componen una de las herramientas más apropiadas para respaldar la toma de decisiones en referencia a la conservación de especies. Así mismo las aplicaciones de los modelos de distribución de especies son muy numerosas, sirven tanto para la delimitación de regiones biogeográficas, localización de lugares donde pueden existir nuevas especies, reintroducción de especies amenazadas y la localización de corredores óptimos para la distribución de especies (Mateo et al., 2011, pp.223-232).

La investigación permitirá desarrollar modelos de distribución espacial para *Prunus serotina* subsp capulí que nos permitirá enfocarnos en nuevos sitios donde se podrá distribuir esta especie, ya que muchos de los sitios donde se desarrolla actualmente, en el futuro no serán idóneos para el establecimiento de la misma, además, de fomentar estrategias de reforestación con esta especie frutal en base a este estudio. El estudio de los patrones de distribución tiene un alto potencial para proporcionar información relevante que puede ser utilizada para entender la historia evolutiva, guiar el manejo y aplicar políticas de conservación para las especies (Gil, 2017, p.2).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la distribución actual y potencial de la especie *Prunus serotina subsp capulí* en los andes centrales del Ecuador, bajo escenarios de cambio climático.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Establecer la situación actual de la especie *Prunus serotina subsp capulí* en los andes centrales del Ecuador.

Caracterizar morfométricamente el fruto de la especie *Prunus serotina subsp capulí* McVaugh 1951, de los Andes centrales del Ecuador.

Diseñar mapas de distribución actual y potencial bajo escenarios de cambio climático para *Prunus serotina subsp capulí*.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Prunus serotina subsp capulí

Los frutos de *Prunus serotina subsp capulí* McVaugh 1951 han atravesado un proceso de selección y domesticación por personas originarias de México, América Central y Sur América para usos relacionados principalmente con la alimentación y la medicina tradicional. El capulí, al ser un fruto importante dentro de la dieta alimenticia de la población tiene un impacto económico destacado en las poblaciones indígenas de la sierra ecuatoriana (Moncayo, 2017, p.13; Palacios, 2011; citados en Moncayo, 2017, p.21).

Además, esta especie se puede aprovechar para recuperar hábitats ya que puede desarrollarse en cualquier tipo de suelos o sitios contaminados, y al mismo tiempo controla la erosión, brinda refugio y protección para aves, sombra para cultivos y forma barrera rompe vientos (García y Ñauta, 2016, pp.37-38).

A pesar del gran potencial de esta especie tanto por su apetecido fruto como por sus propiedades farmacológicas y madera valiosa, no ha sido muy estudiada, por ello se debe destacar su importancia biológica, cultural, comercial, así como la necesidad de incluir a esta especie en programas formales de conservación y aprovechamiento sostenible (Guzmán et al., 2020, p.2).

1.2. Distribución espacial de especies

Los modelos de distribución espacial de especies permiten estimar la distribución potencial mediante escenarios climáticos del pasado y del futuro, estos modelos permiten presentar suposiciones. Además de que el estudio de la distribución geográfica de las especies tiene grandes beneficios para abordar preguntas biológicas (Bravo et al., 2011, p.15).

Basándose en Cuesta et al., (2015, p.35) un modelo de distribución de una especie es una representación geográfica de las zonas donde una especie podría estar presente. Estos modelos por lo general están basados en correlaciones estadísticas entre variables continuas, como la temperatura media anual, o categóricas, como los tipos de ecosistemas.

1.3. Distribución actual

El área de distribución de una especie puede verse afectada por el cambio climático global y sintetiza la información acerca de la historia evolutiva, ecológica y las necesidades fisiológicas de la misma. Los estudios de distribución de especies se realizan con el objetivo de investigar si estas deberán desplazarse en el espacio geográfico para encontrar condiciones ambientalmente idóneas, dando lugar a un proceso de colonización/extinción. Cuando las especies responden de manera favorable antes los cambios ambientales, se presenta una disminución del área de distribución hacia aquellos sitios que le resulten prósperos, incrementando su riesgo de extinción (Maciel et al., 2015, p.7).

La distribución de una población describe parámetros relacionados al área y ubicación espacial donde se encuentra la especie en estudio, además de describir el rango geográfico de la población o el área que encierra la población entera de una especie que también esta influenciada por la existencia de condiciones ambientales adecuadas (Smith y Smith, 2007, p.198).

Basándose en Gil (2017, p.5) los modelos de distribución de especies pretenden interpolar e incluso extrapolar la información cartográfica, con el objetivo de obtener estimaciones confiables capaces de representar la distribución de la especie en estudio. Se trata de utilizar información georreferenciada sobre la distribución de las especies y relacionarla con variables ambientales que actúan como predictores.

1.4. Distribución potencial

Según Mateo et al., (2011, p.218) los modelos de distribución potencial de especies son representaciones cartográficas de la idoneidad, de un espacio para la presencia de una especie en función de las variables utilizadas para generar dicha presentación. La relación matemática que explica la idoneidad de un hábitat se da entre parámetros como la distribución real conocida de una especie y un conjunto de variables independientes que se usan como indicadores.

Un modelo de distribución potencial de especies es una construcción numérica que define las relaciones que existen entre la presencia de una especie y los valores de variables ambientales que influyen en su distribución. El resultado es expresado como un mapa digital que representa la idoneidad del hábitat o la probabilidad de presencia de la especie (Itla, 2012, p.11-12).

1.5. Especie

Basándose en Smith y Smith (2007, p.G-7) que describe el concepto de especie biológica, como un grupo de poblaciones que potencialmente se pueden entrecruzar y que están reproductivamente aisladas de todas las demás poblaciones.

Según Galindo et al., (2012, pp.33-35) especie es un conjunto de organismos muy parecidos que potencialmente se entrecruzan. La capacidad de una especie de adaptarse a su ambiente es la característica que le permite sobrevivir en un mundo en constante cambio asimismo incrementan la capacidad del organismo de sobrevivir en un ambiente determinado.

1.6. Ecosistemas

Según Smith y Smith (2007, p.G-6) el ecosistema es la comunidad biótica y su ambiente abiótico en su función como sistema. Así mismo Sánchez et al., (2010, p.278) define al ecosistema como un sistema formado por un biotopo que está representado por los seres inertes y una biocenosis que está ejemplificada con los seres vivos, en donde se producen multitud de complejas interacciones entre todos sus componentes.

Una comunidad puede estar formada por centenares de tipos diferentes de formas de vida. Una comunidad más el medio no viviente, que comprende el suelo, el agua y la atmósfera, constituyen un ecosistema (Galindo et al., 2012, p.35).

1.7. Escenarios de cambio climático

Según Minam (2015; citados en Navarro et al., 2019, p.52) los impactos del cambio climático son hechos innegables y evidentes que afectan a los ecosistemas, la diversidad biológica, su distribución geográfica, así como la infraestructura económica y social, la salud y bienestar de la población, familias e individuos.

Como menciona Alcaraz (2006, p.113) el cambio global afectara de forma importante a la biodiversidad y a los servicios que nos proporcionan los ecosistemas. Es necesario, por tanto, obtener situaciones de referencia que nos permitan desarrollar programas de seguimiento para evaluar las consecuencias de estos cambios.

Mientras que Espinoza (2001, p.23) alude que la evaluación del impacto ambiental es un proceso único e innovador cuya utilización como instrumento para la protección y defensa del medio ambiente está avalada por diversas entidades internacionales.

1.8. Diagnóstico

El diagnóstico sirve para establecer programas de atención y prevención que deben eliminar y disminuir las causas de los problemas que mitiguen sus efectos, para elaborar un diagnóstico es necesario contar con información de línea base además permite aclarar las distintas opiniones con respecto a los riesgos, amenazas, la vulnerabilidad, las fortalezas, las debilidades y las ausencias en un ecosistema (López et al., 2016, p.118).

La información que generalmente se recopila en un diagnóstico puede sustentarse, entre otros, en censos poblacionales, inventarios de diversidad biológica, estudios de pobreza, para estos ámbitos las metodologías de diagnóstico actuales se plantean levantar la información en tres componentes que son el social, ambiental y económico (Hinojosa, 2019, p.87).

En el caso de los diagnósticos socio ambientales, estos se han desarrollado de manera general como inventarios y listados de las especies de flora y fauna, así como de las características geofísicas y de las actividades económicas de una población específica (Hinojosa, 2019, p.87).

1.9. Diagnóstico situacional

El diagnóstico situacional es la obtención de información base que sirve como la línea de partida para conocer la realidad local de un territorio, donde se tiene una primera visión de los aspectos que permiten identificar a la población y su problemática. El propósito del diagnóstico situacional es caracterizar y analizar la información para posteriormente influir en las causas de los problemas y entender cómo solucionarlos (Ministerio de Salud del Ecuador, 2014, p.8).

El diagnóstico situacional va midiendo y proporcionando el escenario eventual para lo que se estudia en esos momentos, asimismo genera conocimientos para la toma de decisiones de acuerdo a la realidad y el contexto de los actores sociales involucrados y ayuda a actuar de forma participativa e inclusiva (Lovatón, 2012, p.33).

1.10. 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. El callejón interandino es una sucesión de valles separados por nudos con elevaciones entre 3000 y 3400m. 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 Chucuri (2014, p.11) el capulí se desarrolla en Ecuador en rangos altitudinales que oscilan entre los 2400 a 3900 m.s.n.m. Se ha verificado que conforme los árboles de capulí se encuentren localizados a una mayor altitud, el fruto disminuirá de tamaño y el árbol perderá su capacidad de producción.

1.11. Morfometría

Según López (2015, p.53) la morfometría analiza la forma de los organismos o de alguna de sus estructuras empleando métodos estadísticos multivariados. La morfometría geométrica estudia la forma de los organismos, y por forma se puede entender el conjunto de dos componentes; la dimensión y conformación. La dimensión viene definida por el tamaño del centroide, la conformación se caracteriza únicamente por su propiedad geométrica que es la posición relativa de las coordenadas en el espacio (Sans, 2004, p.168).

La morfometría también puede considerarse como una herramienta para investigar a profundidad los cambios en forma y tamaño de los objetos a fin de evaluar patrones distribucionales, evolutivos y filogenéticos (Marani, 2010; citado en Rosas, 2019, p.4).

Los estudios morfométricos parten del reconocimiento visual del color, que es un criterio para evaluar la calidad y el estado de madurez del material vegetal, así mismo, es necesario reconocer la forma de los frutos, también se requiere tomar registro de la longitud, la anchura y el peso de los frutos, el peso de la pulpa es un factor clave para la industrialización y la agroexportación (López et al., 2020, p.3).

1.12. Morfometría de un fruto

Al analizar la forma de un organismo el primer paso a efectuar se basa en la obtención de una imagen en dos o tres dimensiones, luego se capturan las coordenadas cartesianas expresadas como landmarks, que contienen información de la forma, tamaño orientación y posición y también se les conoce como contornos (López, 2015, p.54).

Los estudios morfométricos de frutos y semillas son parte de investigaciones que permiten caracterizar poblaciones y disponer de material genético para el mejoramiento o conservación de la población en estudio, las características morfométricas han sido estudiadas para determinar la diversidad genética, identificar plantas cultivadas y conservar los recursos genéticos (Mora et al., 2020, p.47).

El conocimiento de la morfometría y la dinámica de las formas de los árboles, frutos y semillas, es indispensable para mejorar las intervenciones aplicadas a los bosques con el fin de mantener o mejorar su utilidad (Rosas, 2019, p.4).

1.13. Métodos para caracterizar de manera morfométrica un fruto

Un procedimiento para caracterizar de manera morfométrica un fruto, es el Análisis Generalizado de Procrustes que también es conocido como superposición de Procrustes y consiste de manera general en: 1) las configuraciones de los landmarks son escaladas a un mismo tamaño para remover el efecto de este factor; 2) se elimina el efecto de la posición y 3) las configuraciones de los landmarks se rotan para minimizar las desviaciones entre los landmarks correspondientes. Este método de superposición hoy en día es el más utilizado en morfometría geométrica (López, 2015, pp.54-56).

Para estudios morfométricos se utilizan descriptores, que se definen como características que son consideradas importantes en la explicación de un ejemplar. Luego del registro de los descriptores considerados en un estudio morfométrico, los datos obtenidos se analizan a través de técnicas estadísticas, que van desde el uso de gráficos y métodos estadísticos de tendencia central y dispersión, hasta los multivariados (Rosas, 2019, p.7).

1.14. Sistemas de Información Geográfica

Según Olaya (2014, p.7) un Sistema de Información Geográfica o SIG sirve para la ejecución de operaciones tales como lectura, edición, almacenamiento, gestión, análisis y generación de resultados representados como mapas, informes y gráficos. También se podría definir como un elemento que permite analizar, presentar e interpretar hechos concernientes a la superficie terrestre, además de que es un software y hardware diseñado para el uso de datos cartográficos.

Un sistema de información geográfica está conformado por herramientas que permiten analizar información digital, realizar gráficos y mapas, y además podría usarse para satisfacer unas necesidades de información concretas, como crear, compartir y aplicar información útil basada en datos y en mapas (Pucha et al., 2017, p.6).

1.15. Modelamiento

Los modelos son extractos de la realidad que están diseñados para analizar aspectos del sistema real que se trata de emular, la elaboración de modelamiento ecológico se basa en un problema de

interés poblacional que se trata de solucionar y son útiles porque ayudan al usuario de estos modelos a aprender algo sobre el sistema real sin tener que tratar con toda su complejidad (Blanco, 2013, p.2).

Un modelo es una representación parcial de la realidad que refleja algunas de sus propiedades, por tanto, son simplificaciones, debidas tanto a la necesidad de reducir la complejidad del objeto real, como a nuestro desconocimiento de muchas de sus propiedades estudiadas por medio de variables ambientales relacionadas con su distribución cartográfica (Mateo et al., 2011, p.218).

1.16. Modelamiento de nichos ecológicos

El calentamiento global afecta de mayor manera a ecosistemas pequeños, como los páramos, cuando las condiciones no permiten migrar altitudinalmente a las especies, se considera que el espacio es altamente vulnerable. Actualmente se pueden encontrar varios programas para el modelado de especies en donde se pueden desarrollar las predicciones (Quesada et al., 2017, p.2).

La reconstrucción de los nichos ecológicos de las especies es posible mediante la correlación de los registros de presencia de una especie, con las condiciones ambientales asociadas a ellas utilizando algoritmos matemáticos (Mota et al., 2019, p.41).

En los modelos proyectados a futuro, las especies que se encuentran en montañas altas, el rango inferior de distribución tiende a reducirse, lo opuesto ocurre con las especies de partes bajas o medias ya que estas tienen la posibilidad de colonizar en el rango superior de la distribución altitudinal (Quesada et al., 2017, p.9).

1.17. Escenarios SSP y RCP

Recientemente se han desarrollado Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSPs) que tiene el objetivo de facilitar el análisis de escenarios que tiene en cuenta múltiples fuerzas impulsoras del desarrollo económico, social, tecnológico, el uso de la tierra y la cooperación internacional. Las SSPs presentan posibles escenarios futuros de sociedad que pueden ser útiles a diferentes comunidades de la investigación (Convención de las Naciones Unidas, 2017, p.107).

El planteamiento de las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas parte de la premisa de que los desafíos del cambio climático no sólo son naturales, sino también sociales. Tradicionalmente se han estimado tres tipos distintos de escenarios: de emisiones de gases de efecto invernadero, de clima y de adaptación (Escoto et al., 2017, pp.671-672).

Para el futuro hay predicciones sobre el clima que se plantean bajo 4 trayectorias de concentración de gases invernadero diferentes; 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5 (RCP vías de concentración representativas). El escenario más optimista es el 2.6RCP y también el de menor cambio climático y 8.5RCP es el escenario más pesimista y de mayor calentamiento (Varela et al., 2015, p.89).

1.18. Análisis estadístico

Según Gómez (2005, p.3) la deducción estadística pretende, dados unos datos, obtener el conocimiento de los parámetros, del modelo de cálculo de probabilidades, que aceptablemente se ajuste a dichos datos. En muchas investigaciones estadísticas uno de los objetivos principales es establecer relaciones que permitan pronosticar una o más variables en términos de otras. Es por ello por lo que se realiza la toma de datos y se utilizan procedimientos estadísticos de análisis para determinar cómo lo conocido se relaciona con el evento futuro (Cardona et al., 2013, p.7).

1.19. Correlación de Pearson

El coeficiente de correlación mide el grado de asociación entre dos cantidades, este coeficiente es una medida de asociación lineal que utiliza rangos y compara dichas categorías. El diagrama más utilizado en este tipo de estudios es el diagrama de dispersión, debido a que la posición de puntos cristaliza si la relación es lineal, el sentido del gráfico mide la variación de los valores, si estos valores tienden a crecer o decrecer juntas significa que existirán relaciones positivas o negativas (Martínez et al., 2009, pp.4-7).

El coeficiente de correlación de Pearson según lo que menciona Restrepo y González (2007, p.185) tiene como objetivo medir la fuerza o grado de asociación entre dos variables aleatorias cuantitativas que poseen distribución normal bivariada conjunta.

1.20. Análisis de regresión

El análisis de regresión permite establecer la relación funcional o una ecuación matemática que relaciona las variables, así como la fuerza de esa correspondencia. Si el análisis de la ecuación obtenida demuestra que existe una relación significativa entre las variables, se podría usar para estimaciones y predicciones (Cardona et al., 2013, p.7).

La regresión lineal simple es el estudio de la relación lineal entre una variable aleatoria dependiente representada por la letra Y, y otra variable X, llamada variable independiente o

explicativa. Los datos se pueden representar mediante pares de observaciones o mediciones para cada variable las cuales pueden representarse en un sistema rectangular, lo que genera un diagrama de dispersión (Acosta et al., 2014, p.79).

1.21. Marco legal

La especie *Prunus serotina subsp capulí* desempeña funciones importantes dentro de los ecosistemas del país por lo cual se va a hacer hincapié en lo que se expresa en La Constitución de la República del Ecuador, ya que la misma, en el capítulo séptimo sobre los Derechos de la naturaleza, en el artículo 71 menciona:

“La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema” (Asamblea General Constituyente 2008, p.218).

También se quiere lograr recuperar el conocimiento ancestral, la identidad, la cultura y tradiciones de las personas que habitan en las comunidades donde se encuentran arboles de capulí, ya que el aprovechamiento de sus frutos al pasar de los años ha ido disminuyendo y con ello se ha ido restando importancia a esta especie, por lo cual apoyándose en La Constitución de la República del Ecuador, la misma que en el capítulo cuarto sobre los Derechos de las comunidades, pueblos y nacionalidades, en el artículo 57, literal 12 menciona:

“Que es prioritario mantener, proteger y desarrollar los conocimientos colectivos; sus ciencias, tecnologías y saberes ancestrales; los recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agrobiodiversidad; sus medicinas y prácticas de medicina tradicional, con inclusión del derecho a recuperar, promover y proteger los lugares rituales y sagrados, así como plantas, animales, minerales y ecosistemas dentro de sus territorios; y el conocimiento de los recursos y propiedades” (Asamblea General Constituyente 2008, p.218).

De la misma forma en el Capítulo tercero sobre Soberanía alimentaria, en el Art. 281, literal 6, declara que: será responsabilidad del Estado: “Promover la preservación y recuperación de la

agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas” (Asamblea General Constituyente 2008, p.218).

Por medio de la conservación de esta especie también se quiere evitar la erosión de los suelos, por lo que apoyándose en el Art. 409 de la constitución del Ecuador, menciona que: Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollara y estimulara proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.

La finalidad de esta investigación es conservar la especie *Prunus serotina subsp capulí*, para ello fundamentándose lo que dice la constitución del Ecuador en el Art. 73 donde señala que: El Estado aplicara medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Área de estudio

El área de estudio se localizó en la región central del Ecuador, en tres provincias, con los puntos muestréales distribuidos en: Cotopaxi principalmente en la localidad de Latacunga, Tungurahua en la localidad de Ambato y Chimborazo en la localidad de Guano.

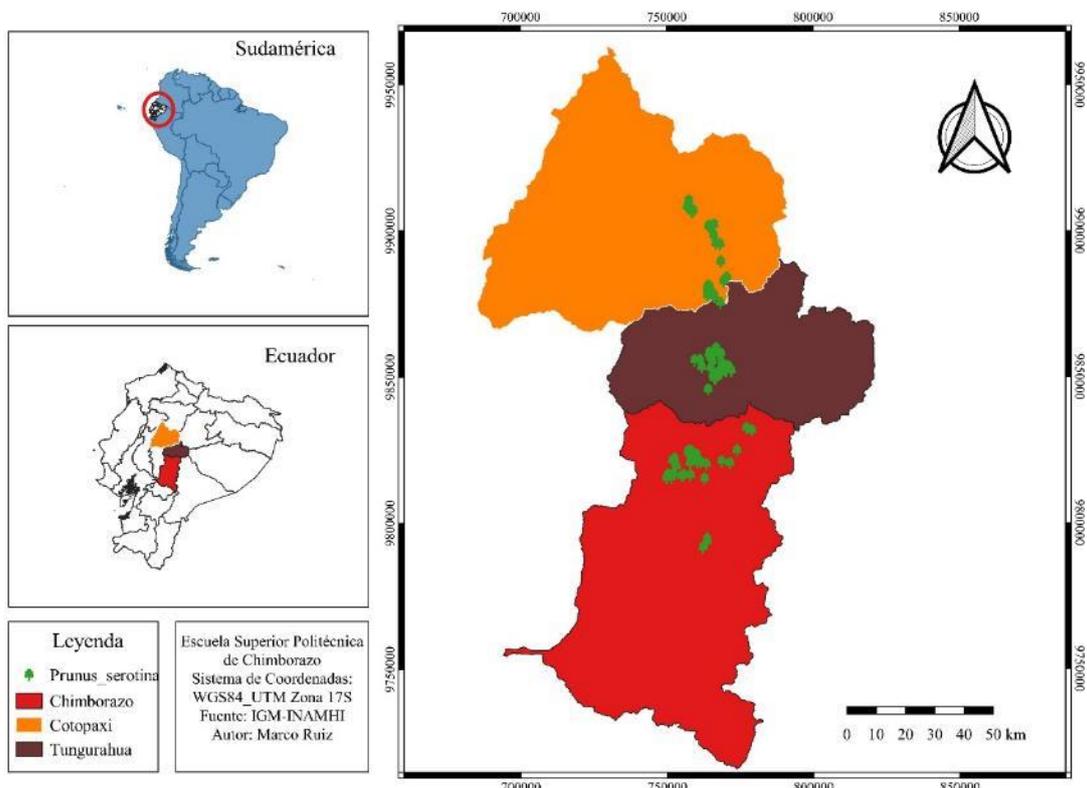


Figura 1-2. Mapa geográfico de las provincias en donde se llevará a cabo la georreferenciación de árboles de la especie *Prunus serotina subsp. capulí*.

Realizado por: Ruiz, M. 2021

2.2. Características climáticas

Las mejores regiones para la distribución del capulí según Chisaguano (2012, p.13) se encuentran en las zonas con precipitaciones que van desde los 300 hasta los 1800mm, la comparación de las características climáticas de las provincias en estudio se puede observar en la tabla 1-2.

Tabla 1-2: Características climáticas de las provincias en estudio.

Características	Tungurahua	Chimborazo	Cotopaxi
Precipitación promedio anual (mm)	1402 mm	1462 mm	1946 mm
Temperatura media anual (°C)	11,6 °C	12 °C	12 °C

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

2.3. Métodos

Para desarrollar esta investigación se llevó a cabo métodos cuantitativos y cualitativos. Los diseños cuantitativos se enfocaron a explorar fenómenos, describirlos, vincularlos y considerar los efectos de unos en otros. La investigación cualitativa se encaminó a comprender los fenómenos estudiándolos desde la perspectiva de las personas que se relacionan con el ambiente natural y su contexto. Esta investigación abarcó el enfoque cualitativo como el cuantitativo, por ello, es necesario combinar ambos enfoques para que lleguen a complementarse (Hernández et al., 2014, pp.42-353).

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

Para el desarrollo del primer objetivo: se realizó una revisión bibliográfica para determinar la situación actual de la especie *Prunus serotina subsp capulí* en los andes centrales del Ecuador, se realizó un análisis y síntesis basado en fuentes primarias y secundarias como libros, artículos de revistas científicas, periódicos, documentos oficiales de instituciones e informes técnicos que permitieron conocer información acerca del contexto histórico de la especie, la clasificación taxonómica, la descripción botánica detallando cada una de las partes de la planta, los parámetros climáticos para identificar las condiciones en las cuales se desarrolla *Prunus serotina subsp capulí*, todo esto apoyado de la revisión literaria en donde también se estudiaron las amenazas y conservación, para entender el estado actual de *Prunus serotina subsp capulí* con la finalidad de identificar la relación con las culturas andinas ecuatorianas (Acosta, 2019, p.22).

Para cumplir con el segundo objetivo: Caracterizar morfométricamente el fruto de la especie *Prunus serotina subsp capulí*, de los andes centrales del Ecuador, se realizó en dos etapas, la primera en campo que consistió en un muestreo probabilístico aleatorio simple y la segunda en laboratorio, para la primera se realizaron 12 salidas de campo durante el año 2021 con la finalidad de recolectar frutos de noventa arboles de la especie *Prunus serotina subsp capulí* en las

provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, para georreferenciar la ubicación de cada uno de los cultivares de capulí en su lugar exacto de colecta y caracterización, se utilizó un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), con el cual se registraron datos de altitud, latitud y longitud, además las muestras fueron etiquetadas (la etiqueta contiene datos como fecha, nombre del recolector, nombre de la localidad y hora de recolección) y transportadas en envases plásticos codificados al laboratorio para su análisis, durante esta fase, las muestras recolectadas se almacenaron dentro de un refrigerador para promover su preservación a corto plazo. Para la recolección de las muestras se tomará en cuenta distancias de 5km entre muestras, para evitar sobreposiciones. Las etapas que se desarrollaron dentro del laboratorio consistieron en lo siguiente: 1) con la utilización de una balanza digital se realizó la medición del peso de 10 frutos en 3 repeticiones de la especie *Prunus serotina subsp capulí* de los 90 sitios muestrales y posteriormente se identificó el fruto más grande y pequeño; 2) para la cuantificación de los grados Brix se utilizó un brixómetro en donde se realizó 5 repeticiones y se determinó el contenido de azúcar en los frutos de capulí de cada uno de los puntos muestrales; 3) para la medición de los diámetros ecuatoriales y polares, y posterior identificación de las variedades más grandes y pequeñas se efectuó evaluando 10 frutos mediante la utilización de un calibrador pie de Rey digital además se evaluó el grosor de la cascara de 3 frutos por cada punto muestral; 4) para el cálculo del pH de los frutos se manipulo un medidor de pH, mismo que permitió calcular el grado de acidez o alcalinidad de los frutos de los 90 sitios muestrales; 5) en la última etapa se procedió a retirar la cascara y la pulpa de los frutos para dejar las semillas descubiertas y analizar su peso, el diámetro polar ecuatorial de la semilla y de la cascara, el color y la textura de su superficie; con todos estos datos obtenidos se calculó la media de cada una de las variables que sirvieron para elaborar una base de datos en Excel para la caracterización y descripción morfométrica de la especie *Prunus serotina subsp capulí*.

Finalmente se realizó la tabulación e interpretación de resultados mediante el uso de software IBM SPSS statistics 25.0. A continuación, se desarrollaron los análisis estadísticos, específicamente un análisis de correlación de Pearson en el cual se trabajó con el 95% de certeza y el 5% de error, en donde se identificaron las variables que más se asemejan entre sí. Para el análisis de las regresiones de igual forma se utilizó la aplicación SPSS, en donde se llevó a cabo los análisis de regresiones y aquí se emparejaron las variables dependientes y las que no tienen ninguna relación además de observar cómo influyen las características de los frutos y las semillas entre sí. Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables dentro de un contexto particular.

Para la realización del tercer objetivo: desarrollar mapas de distribución actual y potencial bajo escenarios de cambio climático para *Prunus serotina subsp capulí*, con la información recopilada

de los árboles se procedió a emplear el software ArcMap v10.3, para elaborar mapas digitales para cada una de las provincias en donde se georreferenciaron los árboles de capulí y se describió los ecosistemas donde se distribuye *Prunus serotina subsp capulí* en las provincias en estudio donde se trabajó con las coordenadas geográficas georreferenciadas de esta especie junto con cartografía básica del Instituto Geográfico Militar y se analizó esta información con el software QGis versión 3.24.1 (López et al., 2019, p.117). Para el modelamiento de la distribución potencial se utilizó el enfoque de Máxima Entropía del software Max-Ent a fin de modelar el nicho ecológico y predecir la distribución de la especie *Prunus serotina subsp capulí*, para este trabajo se manipuló la versión de escritorio más actualizada. En general, este algoritmo detecta relaciones no aleatorias entre dos conjuntos de datos: 1) los registros georreferenciados de la presencia de la especie, y 2) un conjunto de coberturas tipo ráster, de datos digitales que presentan a las variables fisicoquímicas y biológicas pertinentes para determinar la distribución de la especie en una escala particular de análisis (Ibarra et al., 2012, p.222).

El procedimiento general aplicado para construir los modelos de nicho ecológicos se basa en los pasos que se mencionan a continuación: Primero se determinó las estaciones de muestreo, en cada una de las estaciones se registraron a nivel superficial diecinueve parámetros bioclimáticos con una resolución espacial de 2,5 minutos de arco (aproximadamente $4,7 \times 4,7$ km), los mismos que están relacionados directamente con los aspectos fisiológicos del crecimiento de la especie. Como segundo paso se utilizaron los datos obtenidos de la plataforma World Clim para la posterior edición en el software ArcMap v10.3, para convertir las variables de entorno del formato .tif al formato .asc en preparación para su uso en el software MaxEnt v3.4.1. El sistema de coordenadas geográficas se estableció en UTM WGS 1984. La selección de estaciones de muestreo, tanto para los parámetros ambientales como para las colectas de frutos de capulí, se basa en encontrar los lugares adecuados para generar un mapa de interpolación. Por lo tanto, las ubicaciones fueron seleccionadas según el criterio de donde se ubicaban las mejores variedades de *Prunus serotina subsp capulí* del país.

Tabla 2-2: 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: Obtenido de <https://www.worldclim.org/data/bioclim.html>

A continuación, se generaron modelos predictivos con las variables bioclimáticas utilizando datos anuales registrados en la plataforma World Clim. Después se realizó los modelos de nicho ecológico, utilizando las coberturas de los parámetros bioclimáticos obtenidos de World Clim y los datos georreferenciados de presencia de *Prunus serotina subsp capulí* en las tres provincias en estudio, se llevaron a cabo los procedimientos de modelamiento ecológico con el software MaxEnt, el 70% de los registros de presencia fueron utilizados como puntos de entrenamiento y el 30% como puntos de validación. Dentro del programa Max-Ent se trabajó con las coordenadas geográficas obtenidas de *Prunus serotina subsp capulí* en formato CSV y en directorio se seleccionó las 19 capas para realizar el primer entrenamiento, con el objetivo de escoger las variables que tienen una mayor contribución para la ausencia o presencia de *Prunus serotina subsp capulí* y elegir solo las variables esenciales para la distribución de la especie. Además, en los parámetros de máxima entropía se trabajó con un porcentaje de prueba aleatorio del 10% y el tipo de ejecución replicada es Bootstrap, además se optó por las opciones que permiten obtener los resultados con un análisis más detallado, en este caso son Write Plot Data, Create response curves, Do jackknife to measure variable importance. Para realizar los escenarios de los modelos potenciales de distribución de la especie *Prunus serotina subsp capulí* se utilizó información referente a los escenarios 4.5 y 8.5 RCP (Trayectorias de concentración representativas, RCP) de los periodos comprendidos entre 2041-2060 y 2081-2100. El nivel de optimismo para el escenario 4.5 presenta niveles estabilizados de concentración de gases de efecto invernadero antes de 2100, con una anomalía de temperatura de 2.4°C lo contrario sucede con el escenario 8.5 en donde hay un crecimiento constante de los niveles de gases de efecto invernadero a lo largo del tiempo, con

una anomalía de temperatura de 4.9°C. Para estimar la capacidad de predicción de cada modelo, se consideró el área bajo la curva (AUC), salida gráfica donde se observa la capacidad de discriminación de una presencia, identificada como sensibilidad versus la capacidad de discriminación de una ausencia llamada especificidad. El formato de salida indica una idoneidad de hábitat relativa de cada píxel el cual se transforma a unidades de kilómetros cuadrados para la interpretación (Ibarra et al., 2012, p.223; Bonilla, 2017, pp.6-7).

Por último, utilizando la misma entrada de datos, se desarrollaron modelos de predicción independientes para la especie, y se elegirán un subconjunto de los mejores modelos basado en dos criterios: 1) será seleccionado un primer conjunto de modelos con menos del 10 % de error por omisión y; 2) de ellos, se seleccionaron los modelos más cercanos a la media en las zonas donde la especie fue predicha como presente (Anderson et al., 2003; citados en Ibarra et al., 2012, p.223).

Estos modelos serán examinados en un Sistema de Información Geográfica y se generó un mapa con 3 categorías de presencia que se representaran por medio de colores, el rojo simboliza los sitios con condiciones ambientales adecuadas para la distribución de la especie, el color verde ilustrara el área con condiciones medianamente adecuadas para el asentamiento de la especie y por último el color amarillo hace referencia a las zonas que presenten características ambientales poco adecuadas para la existencia de la especie.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Diagnóstico situacional actual de la especie *Prunus serotina subsp capulí* en los Andes centrales del Ecuador.

3.1.1. Descripción taxonómica

Prunus serotina subsp capulí, es un árbol perteneciente a la familia *Rosaceae* que tuvo origen en Norteamérica y una de las teorías más aceptadas de su introducción a Latinoamérica, es que esta familia fue trasladada desde México hacia centro y Suramérica tras la conquista española. En el Ecuador, esta especie se conoce comúnmente como capulí siendo una subespecie de la anteriormente mencionada (Moncayo, 2017, p.11).

En el Ecuador se encuentran varias especies de *Prunus serotina*, 2 en la zona andina: *Prunus rugosa* Koehne, y ampliamente distribuida y cultivada *Prunus serotina* Subsp. Capulí (Cav.) McVaugh. Aunque este árbol está presente a lo largo del continente americano, los frutos más jugosos se encuentran en los Andes, especialmente en la región alrededor de Ambato, Ecuador (Chisaguano, 2012, p.9).

Los caracteres morfológicos y hábitats de las especies de *Prunus serotina* son distintivos, pero que su reconocimiento visual en el campo sería imposible si no fuera porque están geográficamente separadas en la naturaleza (Guzmán et al., 2020, p.2). En Ecuador existen dos variedades de capulí, el capulí delgado es llamado común y el grueso chaucha, se clasifican de acuerdo al tamaño y color de los frutos y las diferentes variedades se describen en la tabla 3-3.

Tabla 1-3: Cuadro comparativo de las variedades de capulí en Ecuador.

Variedades	Apertura del fuste	Altura del árbol	Porcentaje de fructificación
Chaucha Colorado	1,42m	10m	43,50%
Chaucha Negro	1,44m	10m	41,30%
Criollo Colorado	1,65m	12,5m	37,40%
Criollo Negro	1,68m	15,5m	39,20%

Fuente: (Sánchez y Viteri, 1981; citados en Chisaguano, 2012, p.21)

3.1.2. Descripción morfológica

Según Chucuri (2014, pp.8-10) el capulí florece desde inicios del mes de agosto hasta de febrero, dependiendo de los pisos altitudinales ecuatorianos. *Prunus serotina subsp capulí* es un árbol con crecimiento monopodial y caducifolio que llega a tener una altura de entre 10 y 16 metros, posee un tronco leñoso con corteza interna de color blanquecino y externa de color café con lenticelas, además presenta ramas alternas y escabrosas, con hojas estipuladas, alternas y lanceoladas las cuales se distinguen por su color verde brillante. Exhiben numerosas flores blancas agrupadas en racimos con peciolo largos, el fruto es una drupa que tiene forma de globo, carnosa con cáscara, que contiene una única semilla redonda. El capulí es un árbol típicamente hermafrodita frondoso (Moncayo, 2017, p.12).

3.1.3. Variables ambientales

El capulí se produce bien en la formación ecológica llamada Estepa Espinosa Montano Baja según Chisaguano (2012, p.11), en alturas de 2100 a 3100msnm, pero puede desarrollarse hasta los 3400msnm y en forma arbustiva hasta los 3900 msnm, con el aumento altitudinal se reducirá el tamaño y la capacidad de producción de frutos del árbol de manera proporcional. La tendencia de crecimiento del capulí es mesofítica, esto quiere decir que esta especie florece entre el clima medio seco e inundado (Guadalupe, 2012, p.14).

Las regiones con precipitaciones de 300 hasta 1800mm son las mejores para el desarrollo del capulí. Hay que mencionar, además que especies como *Prunus serotina subsp capulí* se han adaptado al conjunto de cambios meteorológicos como frío, calor, humedad y sequías prolongadas (Chisaguano, 2012, p.12; Chucuri, 2014, pp. 10-11).

En la región sierra centro y sur del Ecuador, donde existe una mayor concurrencia de árboles de capulí, las condiciones meteorológicas muestran una temperatura media de 13 a 14°C, además posee suelos de tipo andisol pedregosos oscuros, arenosos, franco arenosos y arcillosos con contenidos de humedad y buen drenaje. El capulí se desarrolla adecuadamente en suelos arcillosos y arenosos, cerca de laderas rocosas y zonas templadas, se ha observado con mayor frecuencia esta especie en suelos ácidos, relativamente infértiles. Con relación a sus frutos, existe una mejor producción al estar los árboles plantados en suelos arenosos ubicados en localidades de provincias como Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo (Chisaguano 2012, p.12; Chucuri 2014, pp.10-11; Moncayo, 2017, p.11).

3.1.4. Situación actual de *Prunus serotina subsp capulí* en Ecuador

Según Moncayo (2017, p.11) el capulí habita principalmente a lo largo del callejón interandino ecuatoriano, desde el norte, donde se encuentra Carchi, hasta el extremo sur donde se encuentra la provincia de Loja. En estudios de caracterización eco-geográfica del capulí en la región andina del Ecuador realizados por Borja (2017, p.25) donde trabajo con 89 ubicaciones a lo largo de los andes ecuatorianos, obtuvo como resultados que en la zona centro se concentra la mayor diversidad de *Prunus serotina subsp capulí* además generó modelos de distribución de donde dedujo que las áreas con mayor potencial para la conservación y producción de este frutal son las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo. El germoplasma de *Prunus serotina subsp capulí* se encuentra distribuido prácticamente en toda la región andina del Ecuador pero existe una presencia más evidente de todos los morfotipos en las provincias de la zona centro. Borja (2017, p.25) señala que es indiscutible que la zona Centro es la que reúne las mejores condiciones para la presencia de capulí, a partir de los datos observados y la proyección de MaxEnt. Desde el punto de vista de Urcuango (2014, p.4) *Prunus serotina subsp capulí*, en Ecuador se distribuye por toda la extensión del callejón interandino, entre los 1800 a 3400 m.s.n.m., pero cabe enfatizar que en la región alrededor de Ambato, es donde se encuentra una buena fuente de capulí de calidad en relación al tamaño y sabor de sus frutos.

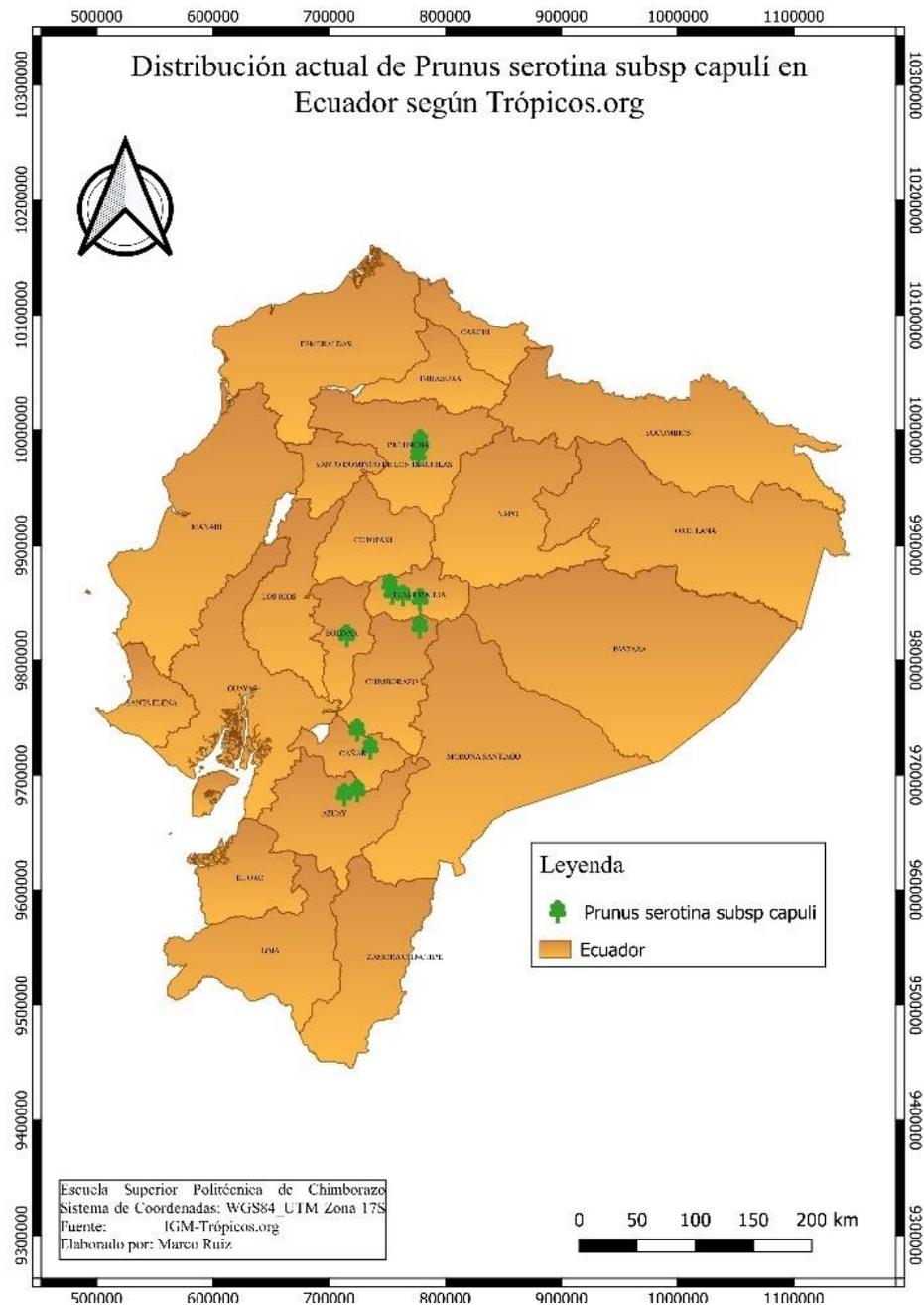


Figura 1-3. Mapa de distribución actual de *Prunus serotina subsp capulí* en Ecuador.

Realizado por: Ruiz, M. 2021.

Trópicos.org (2021), menciona que *Prunus serotina subsp capulí* se distribuye en rangos altitudinales que van desde los 2500-4000 y dentro del territorio ecuatoriano se encuentra en las provincias de Azuay, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Pichincha, Tungurahua, como se puede observar en la figura 2-3. Otra página web importante que se puede señalar es la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GIBF), la cual menciona que *Prunus serotina subsp capulí* se localiza a lo largo del callejón interandino como se puede observar en la figura 3-3.

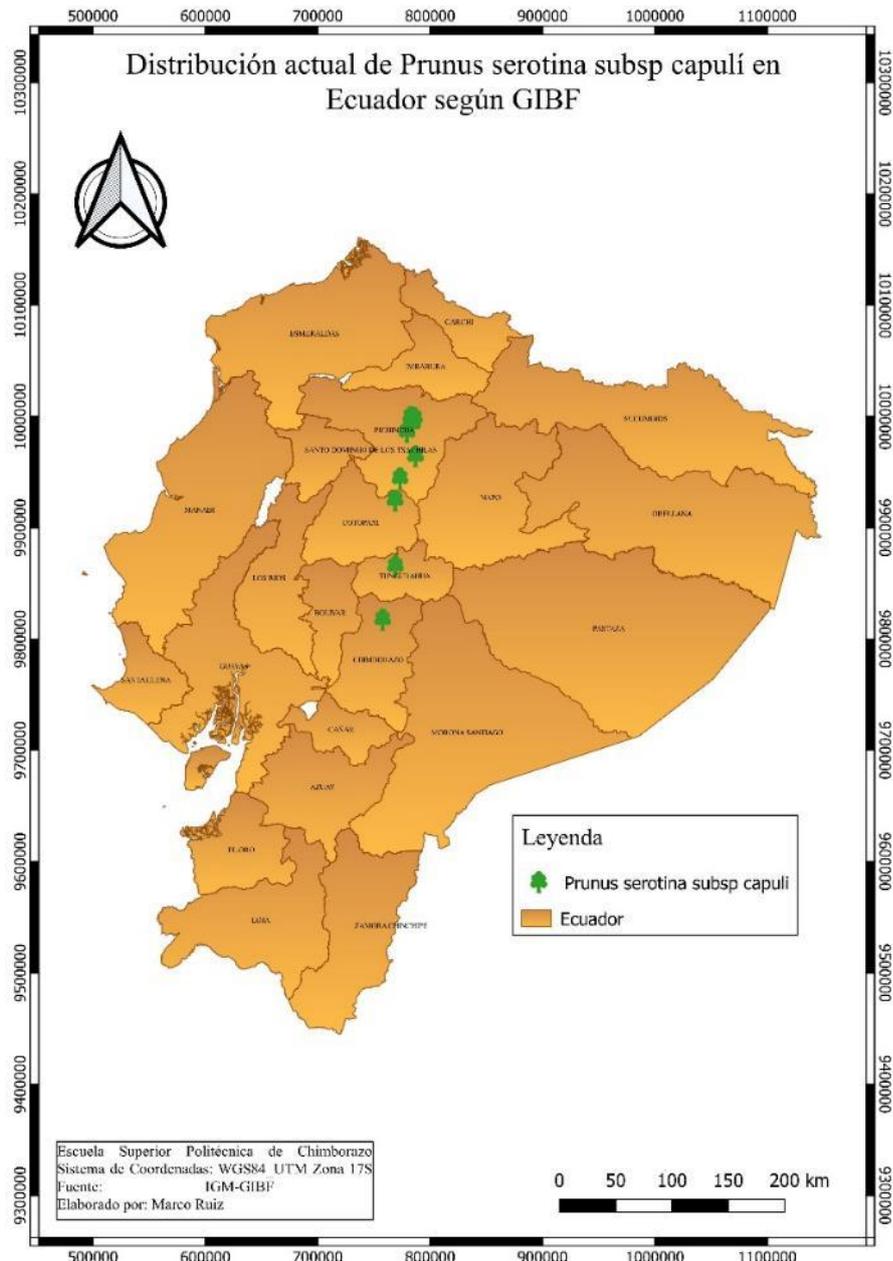


Figura 2-3. Mapa de distribución de *Prunus serotina subsp capulí* según GIBF.

Realizado por: Ruiz, M. 2021.

3.2. Caracterización morfométrica el fruto de la especie *Prunus serotina subsp capulí*, de los Andes centrales del Ecuador.

Con el fin de evaluar en tres provincias los frutos y las semillas del árbol de capulí se tomó las medidas de 90 puntos muestrales y se georreferenció cada uno de los árboles de donde se obtuvieron muestras teniendo en total 30 árboles correspondientes a la provincia de Chimborazo, 30 de Tungurahua y 30 de Cotopaxi; contando con un total de 90 puntos muestrales y por cada árbol se recolectó una tarrina de frutos, de los cuales se obtuvo los siguientes resultados (Anexo1):

Tabla 2-3: Datos morfométricos de los frutos de capulí analizados.

Variable	Provincias		
	Cotopaxi	Tungurahua	Chimborazo
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
Frutos			
Peso de 10 unidades	29,46g	26,39g	21,88g
Bolígrafo de Grados Brix	20, 98°	16, 24°	21, 36°
Diámetro ecuatorial	1,63cm	1,68cm	1,50cm
Diámetro polar	1,41cm	1,42cm	1,34cm
Diámetro ecuatorial del fruto más grande	1,91cm	1,90cm	1,74cm
Diámetro polar del fruto más grande	1,58cm	2,20cm	1,46cm
Diámetro ecuatorial del fruto más pequeño	1,26cm	1,34cm	1,27cm
Diámetro polar del fruto más pequeño	1,14cm	1,19cm	1,14cm
Peso del fruto más grande	4,18g	4,21g	3,04g
Peso del fruto más pequeño	1,50g	1,56g	1,22g
pH	4,67	5,70	4,57
Grosor de la cascara.	0,06cm	0,08cm	0,06cm
Semillas			
Peso de 10 unidades en 3 repeticiones	3,13g	3,16g	2,75g
Diámetro ecuatorial	1,01cm	0,95cm	0,95cm
Diámetro polar	0,90cm	1,02cm	0,89cm
Alto	0,75cm	0,74cm	0,72cm

Realizado por: Ruiz, Marco, 2021.

En comparación a las tres provincias (tabla 3-3) en estudio se pudo identificar que Cotopaxi es la provincia más sobresaliente en el tamaño de sus frutos ya que el promedio del peso de sus 10

unidades dio como resultado 29,46g seguido por Tungurahua que ocupa el segundo lugar con 26,39g y Chimborazo con 21,88g.

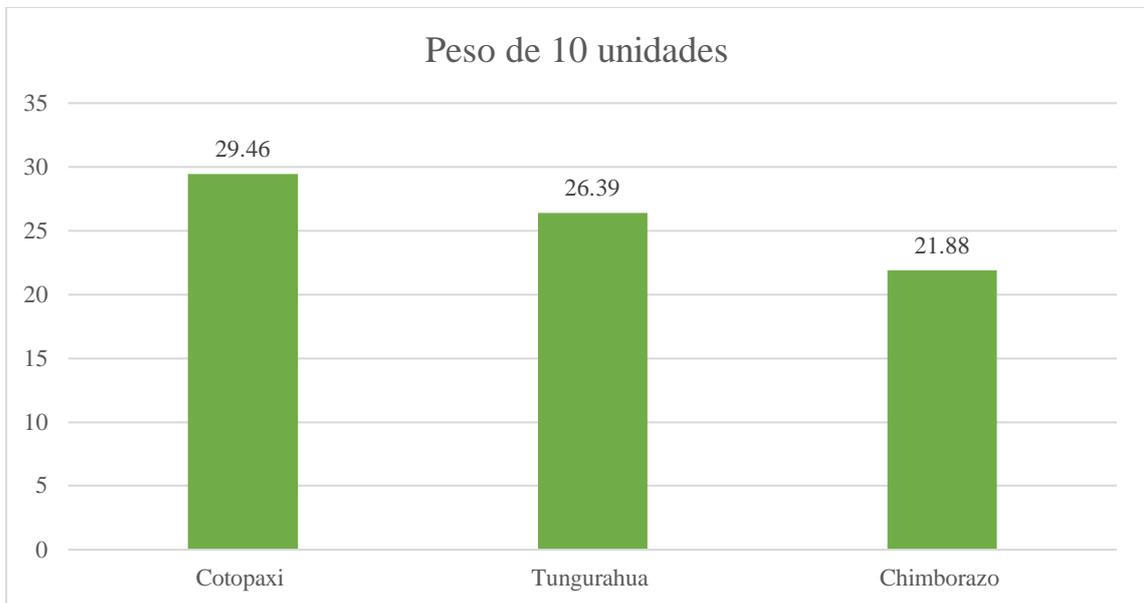


Gráfico 1-3. Comparación de la media del peso de 10 unidades de frutos de las 3 provincias en estudio.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

La comparación de los grados brix se pueden observar en el gráfico 2-3, de donde se concluye que los frutos recolectados en la provincia de Chimborazo presentaron la mayor cantidad de azúcar con un valor de 21, 36°, la provincia de Cotopaxi muestra un valor cercano con 20, 98° y por último la provincia de Tungurahua fue la que menos cantidad de azúcar presento en sus frutos con un valor de 16,24°. Realizando una comparación con la investigación realizada por Chucuri (2014, p.50) la variable del contenido de azúcares totales en el fruto, presento un valor similar con un rango de 21, 15°.

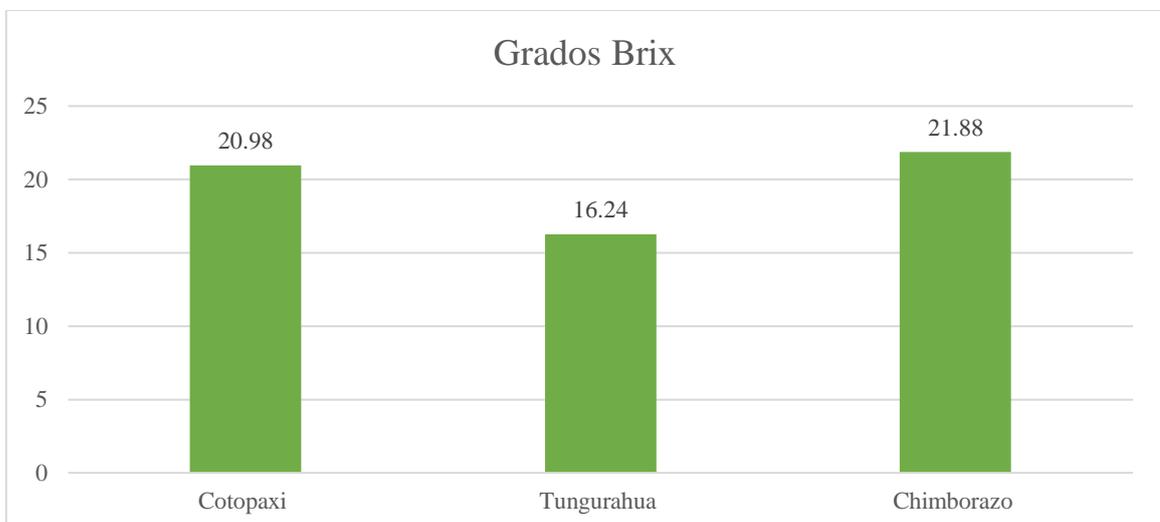


Gráfico 2-3. Comparación de la media de los grados Brix de los frutos de las 3 provincias en estudio.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Las muestras recolectadas en las tres provincias estudiadas presentaron pequeñas diferencias, en cuanto a la variable peso individual del fruto más grande, los frutos con un mayor volumen se encuentran en la provincia de Tungurahua con una media de 4,21g; presentando una pequeña diferencia con la provincia de Cotopaxi y un contraste más significativo en comparación a la provincia de Chimborazo, los valores se pueden observar en el gráfico 3-3.

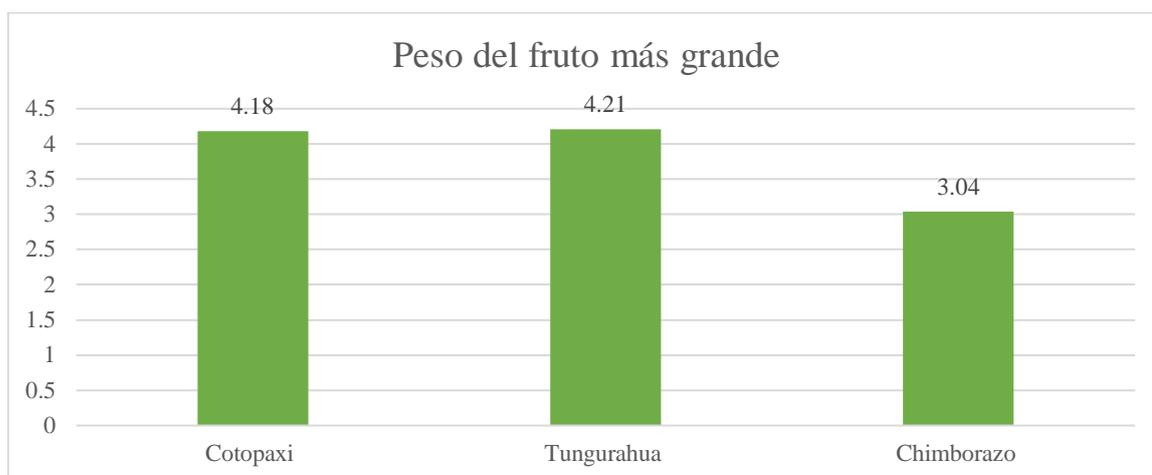


Gráfico 3-3. Comparación de la media del peso del fruto más grande de las 3 provincias en estudio.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Asimismo, cabe destacar que en la provincia de Tungurahua fue en donde se encontraron frutos considerables para las actividades comerciales ya que contaban con un peso individual de hasta 8,25g; al mismo tiempo las muestras que presentaron una media de peso alta fueron: CO7 con 7,39g; TU13 con 7,23g; por lo que estos frutos serían ideales para ser destinados al mercadeo dentro de sus territorios, en contraposición a lo que sucede con los frutos de la provincia de Chimborazo, donde se recolectaron muestras de un peso promedio máximo de 4,84g. Esto se relaciona a la investigación realizada por Guadalupe (2012, pp.41-42) donde se analizaron 10 frutos correspondientes a 41 localidades y que muestra que el capulí tiene un rango de carnosidad de 4,2g a 30,54g en donde los valores más altos corresponden a la provincia de Tungurahua, de donde se concluye que en esta provincia es en donde se concentran las mejores variedades de capulí.

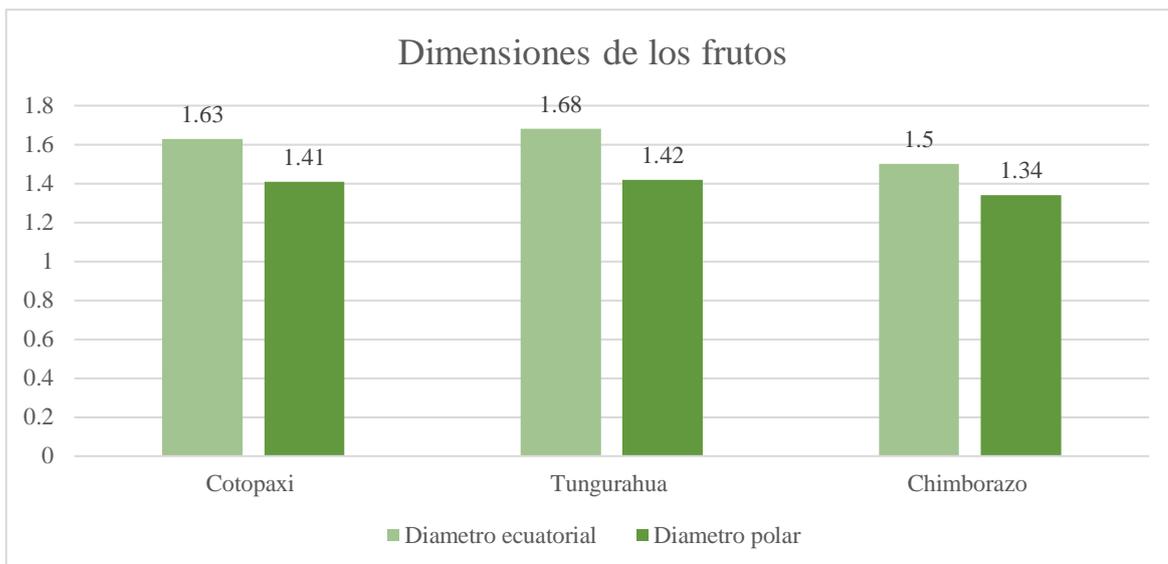


Gráfico 4-3. Comparación de la media de los diámetros de los frutos de las 3 provincias en estudio.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

En relación con los valores de las dimensiones de los frutos analizados en las tres provincias se obtuvieron muestras superiores en la provincia de Tungurahua con dimensiones polares medias de 1,42cm y dimensiones ecuatoriales de 1,68cm. Los valores de los frutos más grandes de estas provincias corresponden a las muestras: TU20 con 1,89cm y CO24 con 1,84cm (Anexo A). Los frutos con menor tamaño se presentan en la provincia de Chimborazo con una media de diámetro ecuatorial de 1,50cm y polar de 1,34cm en comparación a los frutos de Tungurahua y Cotopaxi (Tabla 3-3).

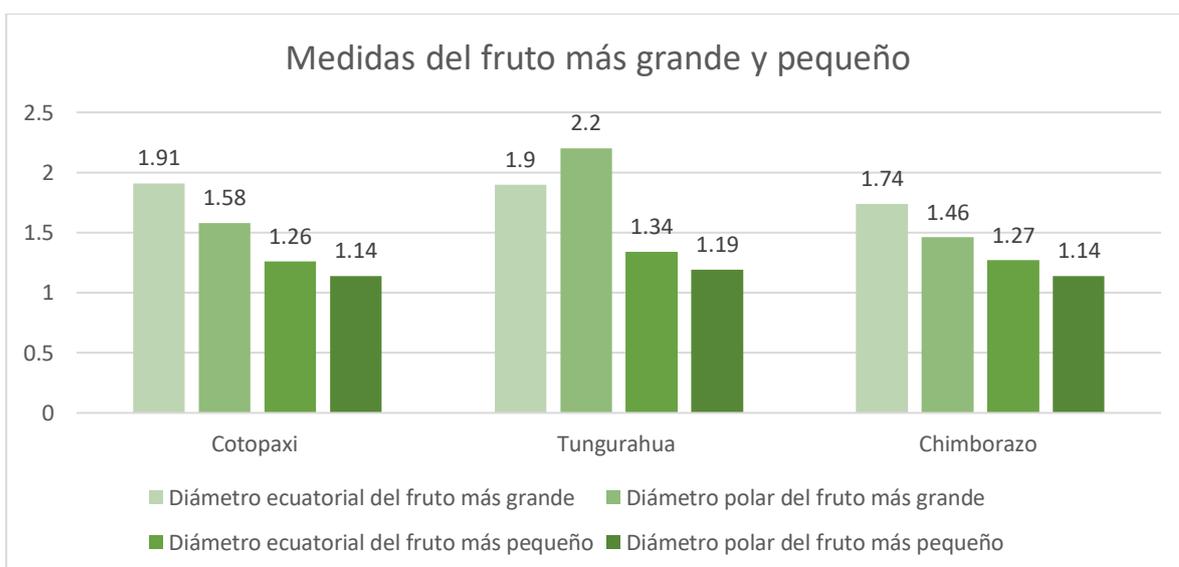


Gráfico 5-3. Comparación de las medidas del fruto más grande y pequeño.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Siendo el capulí una especie conocida en el país, con un amplio potencial en la industria agrícola, se realizó un análisis del diámetro ecuatorial y polar del fruto más grande a partir de muestras colectadas en tres provincias que se puede observar en el gráfico 5-3, donde los frutos recolectados en la provincia de Tungurahua presentaron un mayor diámetro con unas medidas de 1,90cm de largo y 2,20cm de ancho; mientras que fue en la provincia de Cotopaxi en donde se encontraron las variedades más chicas en relación a la variable correspondiente al fruto más pequeño, con un diámetro ecuatorial de 1,26cm y un diámetro polar de 1,14cm, presentando una mínima diferencia con la provincia de Chimborazo (Tabla 3-3).



Gráfico 6-3. Comparación de la media del peso del fruto más pequeño.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

En la evaluación del peso del fruto más pequeño, se tuvo como resultado que la provincia de Chimborazo alberga los frutos más pequeños con un peso de 1,22g, seguido de la provincia de Cotopaxi con 1,50g a diferencia de la provincia de Tungurahua que presenta en comparación a los frutos pequeños el valor de 1,56g siendo el más representativo de las tres provincias.

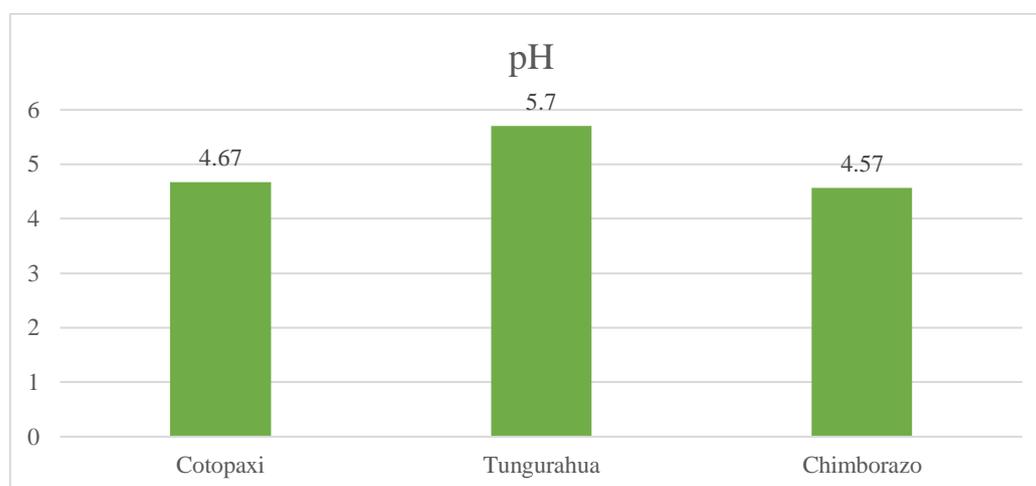


Gráfico 7-3. Comparación del pH de los frutos de las 3 provincias en estudio.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Con relación a la acidez o alcalinidad de los frutos del capulí, los valores de las 3 provincias se pueden observar en el gráfico 7-3, y se pudo comprobar que la provincia de Tungurahua se encuentran los frutos que se acercan a tener un grado neutro con un valor de 5,70. Los frutos de las provincias de Cotopaxi y Chimborazo tienen un grado de acidez de 4,67 y 4,57 respectivamente, mismo que se relaciona a los estudios realizados por Chucuri, (2014, p.50) en donde el grado de pH de 10 de muestras de sus frutos dio igual a 4,68.

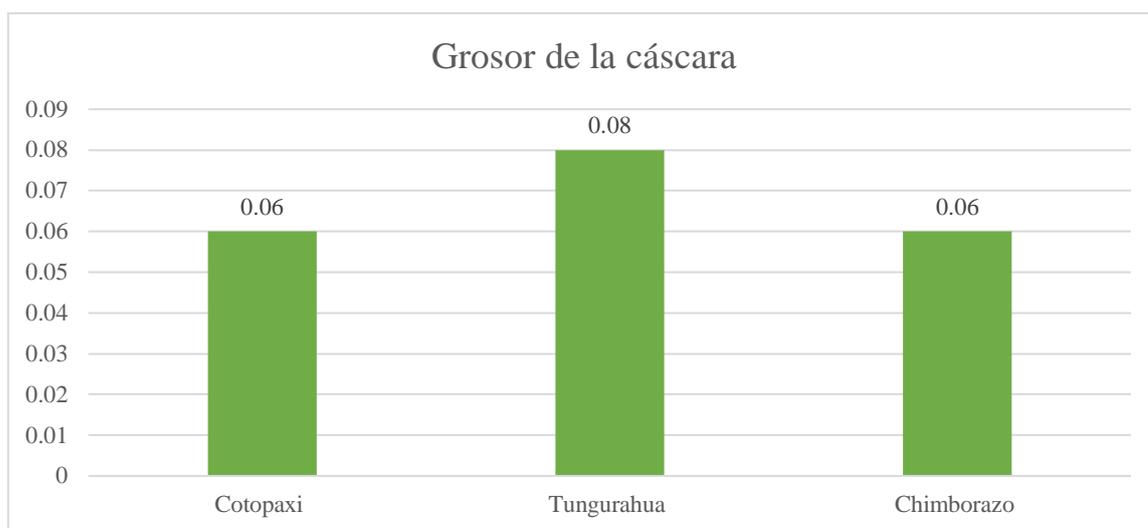


Gráfico 8-3. Comparación de la media del grosor de la cáscara de los frutos de las 3 provincias en estudio.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Respecto a la variable relacionada al grosor de la cascara, los valores de las 3 provincias se pueden observar en el gráfico 8-3 y se pudo determinar que en la provincia de Tungurahua se encuentran los especímenes con un grado de espesor de la epidermis alto, con un valor de 0,08cm, lo que contrasta con la investigación realizada por Chucuri (2014, p.49) en donde se obtuvo frutos con una epidermis de 0,12 de consistencia. Este autor menciona que al evaluar el peso de 10 semillas obtuvo como resultado 24,69g, mientras que en el presente estudio la provincia que presento la media más alta fue la de Tungurahua con un valor de 3,16g mientras que la provincia con la media más baja fue la de Chimborazo con un valor de 2,75g.

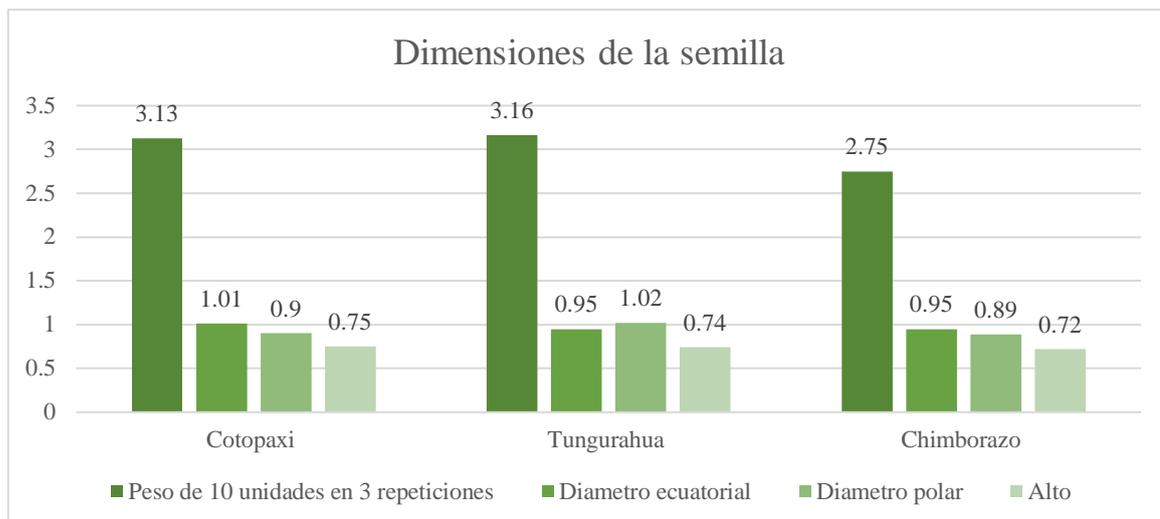


Gráfico 9-3. Comparación de las dimensiones de la semilla de los frutos de las 3 provincias en estudio.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

En cuanto a las variables relacionadas a las dimensiones de la semilla (Anexo B) se pueden observar los valores en el gráfico 9-3 y se encontró valores similares en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua, la que más difirió en cuanto al tamaño fue la provincia de Chimborazo en donde se encontraron las semillas más pequeñas con un diámetro ecuatorial de 0,95cm y un diámetro polar de 0,89cm. En relación con el valor de altura de la semilla se concluyó que la provincia de Cotopaxi presenta las semillas más amplias con un valor de 0,75cm, algo semejante ocurre con la provincia de Tungurahua que presenta un valor de 0,74cm y por último está la provincia de Chimborazo con un valor de 0,72cm.

3.2.1. Correlaciones de las variables morfológicas mediante pruebas estadísticas

Tabla 3-3: Correlaciones de las variables del fruto y la semilla de *Prunus serotina*.

Correlaciones																	
		MP1F	MGB	DE	DP	DEFM G	DPFM G	DEFM P	DPFM P	PFMG	PFMP	ph	MGC	MP1S	MDES	MDPS	MAS
MP1F	Correlación de Pearson	1,000	- 0,298 _{ns}	0,715**	0,728**	0,806***	0,291*	0,685**	0,630**	0,878** *	0,790**	0,053*	- 0,054 _{ns}	0,300*	0,142*	- 0,020 _{ns}	- 0,031 _{ns}
MGB	Correlación de Pearson	- 0,298 _{ns}	1,000	- 0,275 _{ns}	- 0,166 _{ns}	-0,368 _{ns}	-0,187 _{ns}	-0,285 _{ns}	-0,210 _{ns}	- 0,425 _{ns}	- 0,277 _{ns}	- 0,467 _{ns}	- 0,281 _{ns}	- 0,068 _{ns}	0,241*	- 0,475 _{ns}	- 0,001 _{ns}
DE	Correlación de Pearson	0,715**	- 0,275 _{ns}	1,000	0,722**	0,645**	0,174*	0,584**	0,525**	0,606**	0,606**	0,249*	0,131*	0,156*	0,100*	0,037*	- 0,036 _{ns}
DP	Correlación de Pearson	0,728**	- 0,166 _{ns}	0,722**	1,000	0,714**	0,210*	0,744**	0,789**	0,642**	0,716**	0,181*	0,005*	0,130*	0,058*	- 0,035 _{ns}	- 0,094 _{ns}
DEFM G	Correlación de Pearson	0,806** *	- 0,368 _{ns}	0,645**	0,714**	1,000	0,249*	0,630**	0,590**	0,858** *	0,676**	0,129*	- 0,021 _{ns}	0,299*	0,123*	0,144*	0,024*
DPFM G	Correlación de Pearson	0,291*	- 0,187 _{ns}	0,174*	0,210*	0,249*	1,000	0,263*	0,233*	0,272*	0,321*	0,193*	- 0,030 _{ns}	0,082*	- 0,102 _{ns}	0,133*	- 0,093 _{ns}

DEFMP	Correlació n de Pearson	0,685**	- 0,285 _{ns}	0,584**	0,744**	0,630**	0,263*	1,000	0,877** *	0,543**	0,778**	0,194*	0,079*	0,088*	- 0,021 _{ns}	0,008*	- 0,174 _{ns}
DPFMP	Correlació n de Pearson	0,630**	- 0,210 _{ns}	0,525**	0,789**	0,590**	0,233*	0,877** *	1,000	0,517**	0,711**	0,133*	0,079*	0,059*	0,079*	- 0,005 _{ns}	- 0,069 _{ns}
PFMG	Correlació n de Pearson	0,878** *	- 0,425 _{ns}	0,606**	0,642**	0,858***	0,272*	0,543**	0,517**	1,000	0,739**	0,215*	0,018*	0,339*	0,057*	0,192*	- 0,004 _{ns}
PFMP	Correlació n de Pearson	0,790**	- 0,277 _{ns}	0,606**	0,716**	0,676**	0,321*	0,778**	0,711**	0,739**	1,000	0,166*	0,031*	0,150*	0,030*	- 0,038 _{ns}	- 0,052 _{ns}
pH	Correlació n de Pearson	0,053*	- 0,467 _{ns}	0,249*	0,181*	0,129*	0,193*	0,194*	0,133*	0,215*	0,166*	1,000	0,369*	0,105*	- 0,228 _{ns}	0,523**	0,005*
MGC	Correlació n de Pearson	- 0,054 _{ns}	- 0,281 _{ns}	0,131*	0,005*	-0,021 _{ns}	-0,030 _{ns}	0,079*	0,079*	0,018*	0,031*	0,369*	1,000	0,122*	- 0,036 _{ns}	0,213*	0,019*
MP1S	Correlació n de Pearson	0,300*	- 0,068 _{ns}	0,156*	0,130*	0,299*	0,082*	0,088*	0,059*	0,339*	0,150*	0,105*	0,122*	1,000	0,433*	0,317*	0,042*
MDES	Correlació n de Pearson	0,142*	0,241*	0,100*	0,058*	0,123*	-0,102 _{ns}	-0,021 _{ns}	0,079*	0,057*	0,030*	- 0,228 _{ns}	- 0,036 _{ns}	0,433*	1,000	0,149*	0,357*

MDPS	Correlación de Pearson	-0,020 _{ns}	-0,475 _{ns}	0,037*	-0,035 _{ns}	0,144*	0,133*	0,008*	-0,005 _{ns}	0,192*	-0,038 _{ns}	0,523**	0,213*	0,317*	0,149*	1,000	0,130*
***. La correlación es alta																	
**. La correlación es media																	
*. La correlación es baja																	
_{ns} . No existe correlación																	

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

MP1F: Media del peso de 1 fruto; MGB: media de los grados Brix; DE: diámetro ecuatorial; DP: diámetro polar; DEFMG: diámetro ecuatorial del fruto más grande; DPFMG: diámetro polar del fruto más grande; DEFMP: diámetro ecuatorial del fruto más pequeño; DPFMP: diámetro polar del fruto más pequeño; PFMG: peso del fruto más grande; PFMP: peso del fruto más pequeño; MGC: media del grosor de la cascara; MP1S: media del peso de 1 semilla; MDES: media del diámetro ecuatorial de la semilla; MDPS: media del diámetro polar de la semilla; MAS: media del ancho de la semilla.

Fundamentándose en los resultados obtenidos de los análisis de 90 sitios muestrales de la zona centro de la serranía ecuatoriana se realizó un análisis de correlación de Pearson en el cual se trabajó con el 95% de certeza y el 5% de error. Por lo tanto, se identificó que la variable media del peso de 1 fruto tiene una correlación alta con el diámetro ecuatorial del fruto más grande con un valor de 0,806 según Alanís et al., (2017, p.5) indica que el índice de correlación es fuerte ya que está dentro del rango ($0,8 \leq r < 1$) que presenta el autor. La siguiente correlación significativa se dio entre las variables correspondientes al diámetro ecuatorial del fruto más grande y peso del fruto más grande con un valor de 0,858, según Alanís et al., (2017, p.5) los valores de correlación mayores a 0,8 se catalogan como correlaciones fuertes. Mediante estudios de Vásquez y Bellorin (2016, p.16) que realizaron correlaciones de las variables de los frutos de otra especie vegetal como es el Zea mays, determinaron que el diámetro puede ser un indicador de selección. Se debe resaltar que las variables largo y ancho de fruto presentan una significativa fuerza de asociación, debido a la dependencia existente entre ambas variables en el estado productivo (Hinkle et al., 2003; citados en Mora et al., 2020, p.50).

3.2.2. Análisis de regresiones

Todos los gráficos obtenidos en las regresiones tienen una tendencia ascendente, esto quiere decir que tienen una relación positiva y significa que mientras la variable dependiente aumente la variable independiente también lo hará de manera equivalente. Mientras el R^2 se acerque más a 1 se puede concluir que el modelo lineal es adecuado para describir la relación que existe entre estas variables. El modelo lineal ajustado describe de forma satisfactoria la relación entre todas las variables analizadas ya que todos los puntos se localizan de forma relativamente homogénea alrededor de la ecuación de la regresión.

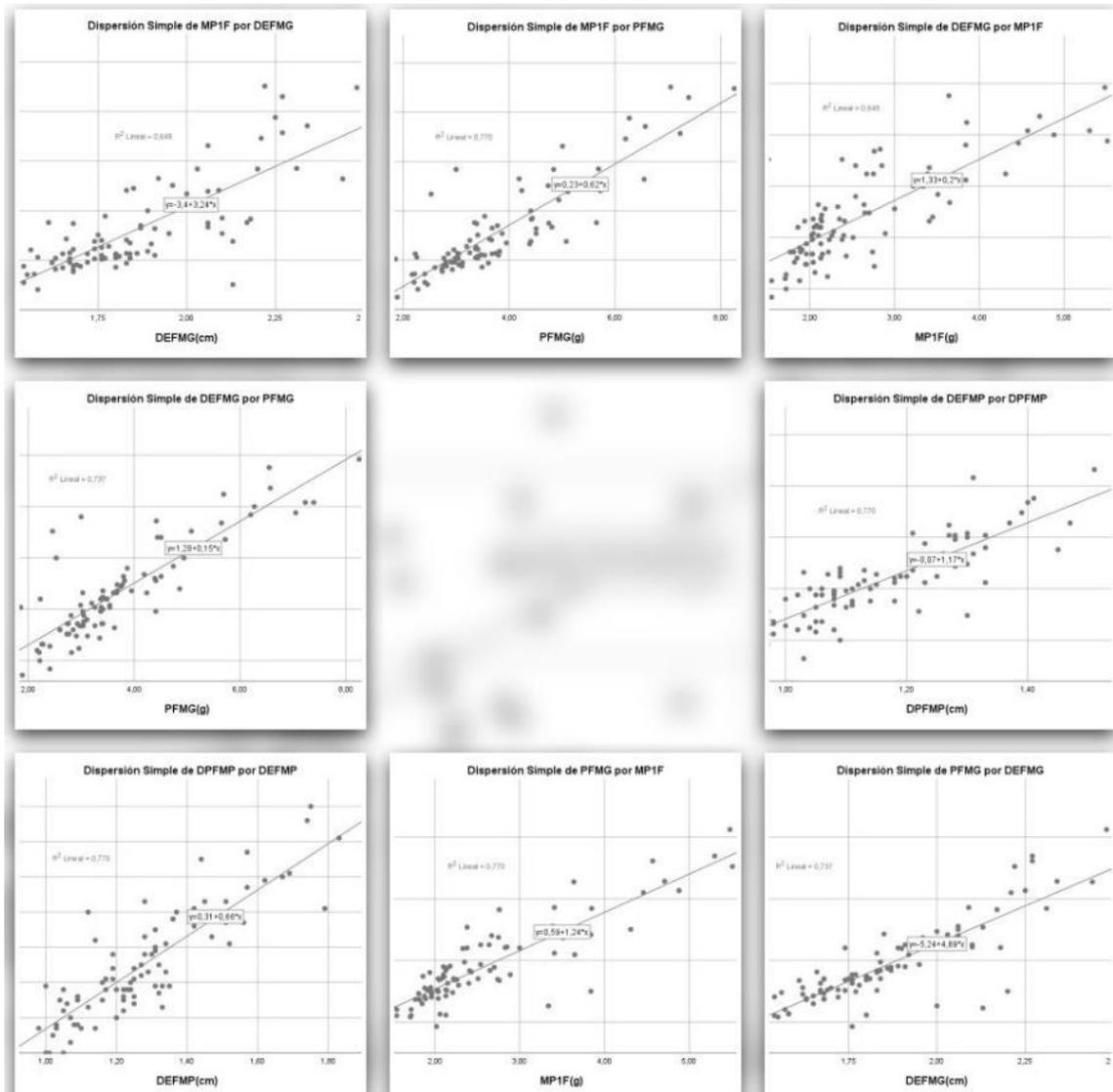


Gráfico 10-3. Regresiones entre las variables del fruto de *Prunus serotina subsp capulí*.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

3.3. Mapas de distribución actual y potencial bajo escenarios de cambio climático para *Prunus serotina subsp capulí*.

3.3.1. Georreferenciación de *Prunus serotina subsp capulí* en las 3 provincias en estudio.

Para la georreferenciación de *Prunus serotina subsp capulí*, se seleccionó aleatoriamente 30 árboles por provincia (Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi) de cada árbol se recolectaron 100 frutos en estado de madurez de consumo, mismos que fueron almacenados en envases de plástico con su etiquetado correspondiente para su posterior análisis, los árboles seleccionados estuvieron separados con una distancia mínima de 5 kilómetros uno del otro, además cada árbol fue georreferenciado con un GPS 650 Oregón para tener un registro de la ubicación geográfica para estudios posteriores.

Tabla 4-3: Datos de georreferenciación de 30 puntos muestrales de Cotopaxi.

Provincia	N°	ID	Coordenadas	
			x	y
Cotopaxi	1	CO1	766354	9877294
	2	CO2	765095	9900928
	3	CO3	764821	9901537
	4	CO4	763908	9878113
	5	CO5	764323	9901605
	6	CO6	768208	9895367
	7	CO7	764639	9880825
	8	CO8	763963	9877821
	9	CO9	769861	9883411
	10	CO10	763776	9879631
	11	CO11	763809	9880446
	12	CO12	764196	9881153
	13	CO13	764006	9877923
	14	CO14	765911	9878313
	15	CO15	766023	9898440
	16	CO16	765044	9901565
	17	CO17	770495	9884024
	18	CO18	768294	9875358
	19	CO19	768401	9889433
	20	CO20	758572	9906433
	21	CO21	756996	9908308
	22	CO22	759067	9906955
	23	CO23	757523	9910366
	24	CO24	757523	9910336
	25	CO25	757398	9907816
	26	CO26	766192	9902144
	27	CO27	765095	9900928
	28	CO28	766726	9895649
	29	CO29	768183	9895369
	30	CO30	769401	9882695

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

Tabla 5-3: Datos de georreferenciación de 30 puntos muestrales de Tungurahua.

Tungurahua	1	TU1	769266	9853759
	2	TU2	769124	9853954
	3	TU3	764511	9858329
	4	TU4	768624	9851281
	5	TU5	767734	9851743
	6	TU6	767165	9850713
	7	TU7	763687	9794628
	8	TU8	765936	9850838
	9	TU9	764888	9857503
	10	TU10	765573	9855327
	11	TU11	770983	9853639
	12	TU12	764779	9856515
	13	TU13	767530	9857938
	14	TU14	761295	9855806
	15	TU15	765039	9857634
	16	TU16	765667	9850500
	17	TU17	764439	9857808
	18	TU18	769118	9853957
	19	TU19	766690	9849947
	20	TU20	759505	9855683
	21	TU21	761844	9853391
	22	TU22	766635	9849552
	23	TU23	768417	9857979
	24	TU24	764973	9852972
	25	TU25	766783	9859900
	26	TU26	764070	9845718
	27	TU27	768822	9854882
	28	TU28	772001	9852128
	29	TU29	766219	9849360
	30	TU30	770211	9852038

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

Tabla 6-3. Datos de georreferenciación de 30 puntos muestrales de Chimborazo.

Chimborazo	1	CH1	773921	9824840
	2	CH2	778974	9831706
	3	CH3	760114	9823442
	4	CH4	768706	9821130
	5	CH5	777156	9832507
	6	CH6	755652	9816510
	7	CH7	753227	9819318
	8	CH8	758803	9823192
	9	CH9	763678	9793728
	10	CH10	762284	9791636
	11	CH11	757126	9824486
	12	CH12	771535	9820470
	13	CH13	757857	9823457
	14	CH14	757224	9824199
	15	CH15	758307	9824506
	16	CH16	758016	9816329
	17	CH17	761480	9820861
	18	CH18	755069	9816045
	19	CH19	758754	9824093
	20	CH20	757592	9824820
	21	CH21	752582	9822132
	22	CH22	750504	9816760
	23	CH23	763414	9820114
	24	CH24	757841	9820513
	25	CH25	762825	9815239
	26	CH26	752163	9816688
	27	CH27	751843	9821433
	28	CH28	751449	4815478
	29	CH29	760322	9820917
	30	CH30	749822	9815466

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

3.3.2. Ecosistemas donde se distribuye *Prunus serotina subsp capulí* en base a cartografía e información obtenida en campo.

Para determinar los ecosistemas en los cuales se distribuye *Prunus serotina subsp capulí*, se trabajó con información primaria correspondiente a los puntos georreferenciados obtenidos mediante salidas de campo e información secundaria correspondiente a la Cartografía básica del Ecuador 2015, proporcionada por el Instituto Geográfico Militar.

3.3.2.1. Andes centrales del Ecuador

En los Andes centrales del Ecuador se hallan ecosistemas de páramo, que se distribuyen en un callejón formado por líneas de bosques que se encuentran entre las cordilleras occidental y oriental de los Andes, su ubicación altitudinal esta sobre los 3300 y 3500 respectivamente y 2800m.s.n.m en el sur del país. El callejón interandino es una sucesión de valles separados por nudos con elevaciones entre 3000 y 3400m.s.n.m. Los valles contienen los matorrales secos y húmedos montanos, además, la vegetación originaria ha sido casi totalmente destruida durante los últimos siglos y reemplazada por campos dedicados a la agricultura y pastizales, actualmente solo se encuentran parches de bosques restringidos a quebradas y montañas aisladas que se definen especialmente por estar compuestos de árboles pequeños y arbustos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012, p.30).

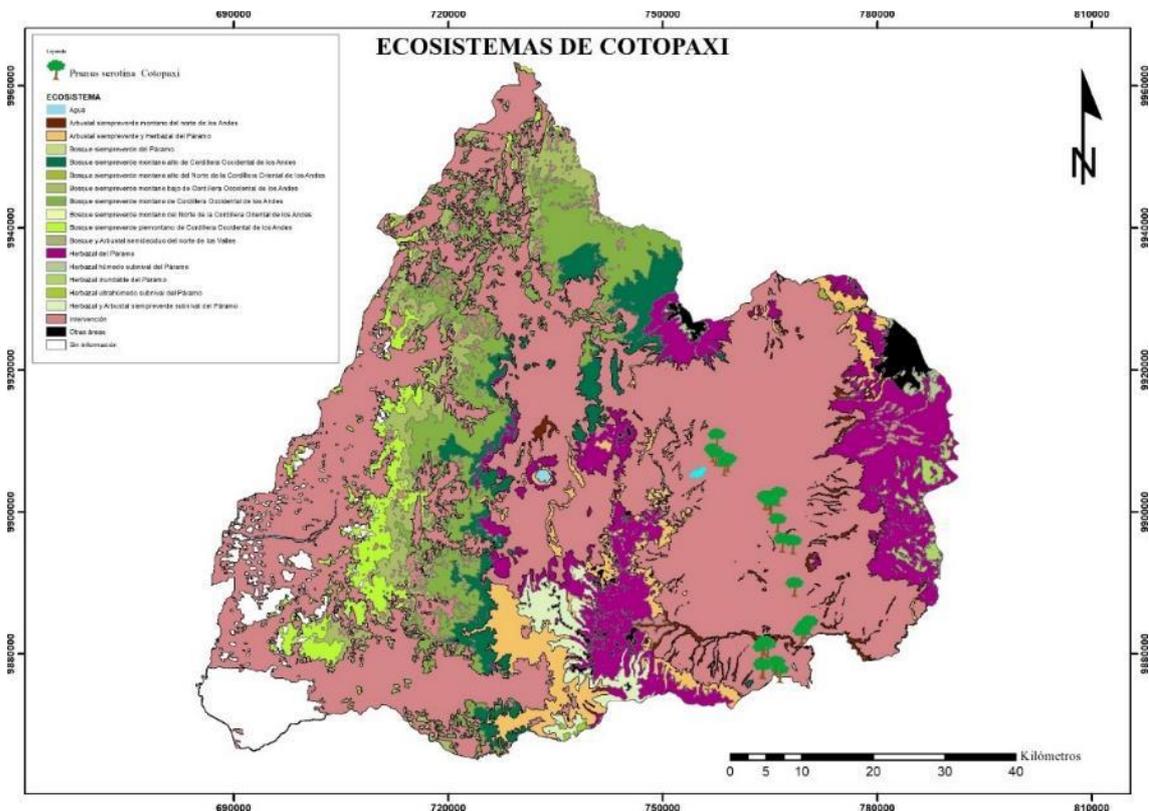


Figura 3-3. Ecosistemas de la provincia de Cotopaxi, donde se distribuye el capulí.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

3.3.2.2. Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes

Es un ecosistema que se define como un matorral húmedo montano distribuido principalmente por el sector norte y centro de los valles interandinos, en la subregión norte y centro, presenta una fisonomía arbustiva y herbácea además de un bioclima pluviestacional, esto quiere decir que el ambiente es caliente y húmedo todo el año con precipitaciones fuertes y frecuentes. Se encuentra en el piso bioclimático Montano que va desde los 2000 hasta los 3100msnm, es un ecosistema discontinuo ubicado en quebradas y áreas de difícil acceso con pendientes de hasta 60°. Su principal característica es que los bosques montanos han sido sustituidos por cultivos, entre los cuales quedan remanentes formados por una vegetación arbustiva. La composición florística no muestra diferencias entre los arbustales montanos de la cordillera oriental y los de la Cordillera occidental de los Andes (Jaramillo y Merchán, 2018, pp.14-15).

3.3.2.3. Arbustal siempreverde y herbazal de páramo

Se encuentra en el piso bioclimático Montano alto y Montano alto superior que va desde los 3300 hasta los 3900 msnm, son arbustales frecuentemente dispuestos en parches de hasta 3m de altura, mezclados con pajonales de alrededor de 1,20m. Los suelos de este arbustal son andosoles húmicos relativamente bien desarrollados, con un horizonte A de profundidad que varía en promedio entre 30 a 50cm, producto del volcanismo y el clima húmedo y frío. Los inceptisoles también ocurren en este ecosistema, especialmente en las laderas más escarpadas y rocas recientemente expuestas (Jaramillo y Merchán, 2018, pp.15-16).

3.3.2.4. Bosque siempreverde montano alto del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes

La variación altitudinal de estos bosques va desde los 3000-3700msnm, se describen como bosques siempreverdes bajos a medios, con un dosel de 10-15m de altura, normalmente están restringidos a zonas de topografía accidentada y pendientes que van desde muy inclinadas a escarpadas (15-87°), poseen suelos inceptisoles y andosoles desaturados-per hidratados que van desde los 20 hasta los 50 centímetros de profundidad (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012, pp.38-39).

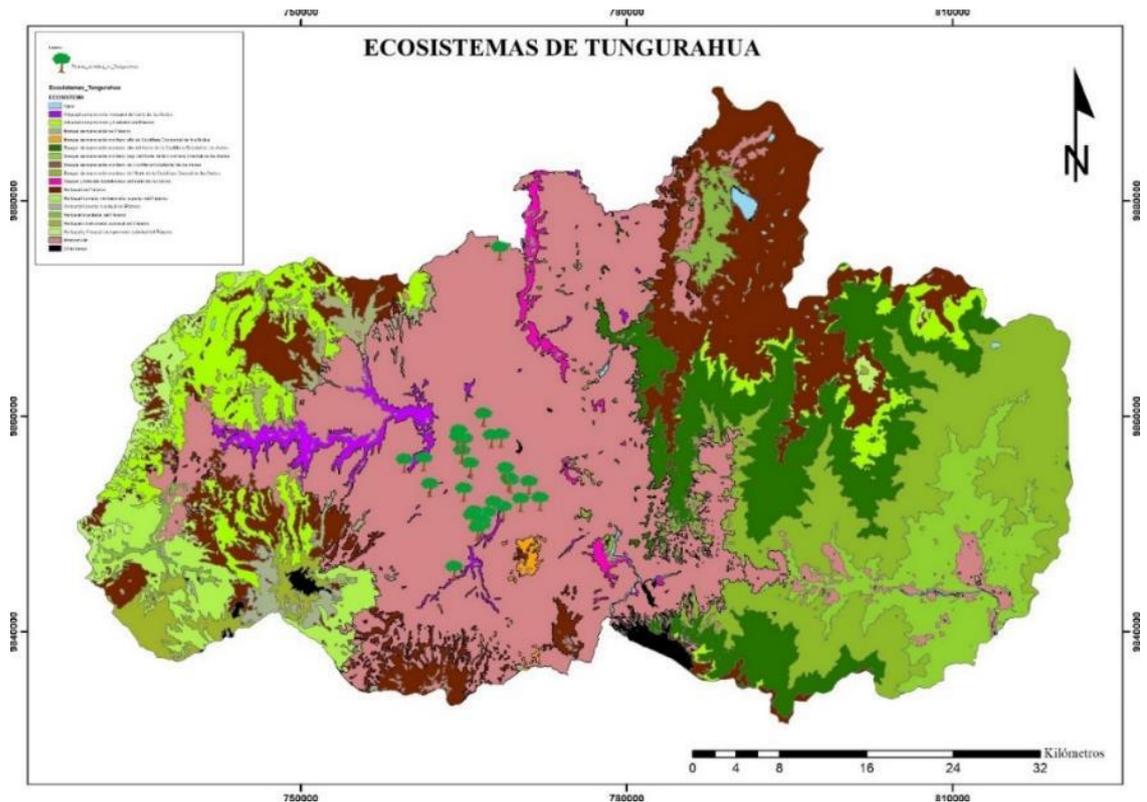


Figura 4-3. Ecosistemas de la provincia de Tungurahua, donde se distribuye *Prunus serotina subsp. capulí*.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

3.3.2.5. *Arbustal siempreverde*

Pertenece al piso bioclimático Montano va desde los 2000 hasta los 3100 metros sobre el nivel del mar, se define como un ecosistema discontinuo ubicado en quebradas y áreas de difícil acceso que se caracteriza por estar compuesto de vegetación sucesional, formado por arbustos altos de aproximadamente cinco metros de alto y sotobosque arbustivo que alcanza los dos metros, este está compuesto por un conjunto característico de especies andinas, entre ellas algunas espinosas (Proaño, 2015, p.173; Jaramillo y Merchán, 2018, pp.14-15).

3.3.2.6. *Bosque y arbustal semideciduo del norte de los valles*

Se encuentra en el piso bioclimático Montano bajo y Montano, va desde los 1200 hasta los 2600msnm. Se distribuye en áreas abiertas degradadas y con pendientes fuertes, así como grietas del suelo. Esta formación se encuentra en los valles interandinos secos sobre colinas y laderas de suelos pedregosos (Proaño, 2015, p.174).

3.3.2.7. Bosque siempreverde montano del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes

La variación altitudinal de este ecosistema va desde los 2000-3000msnm, su relieve general es de montaña, son bosques siempreverdes que alcanzan los 15-25m de alto, los suelos son 44ncceptisoles y andosoles de gran drenaje con una textura franco-franco limosa y en pequeñas partes al norte franco arenoso y al sur de franco arcilloso. La flora está dominada por elementos andinos, principalmente de las familias Melastomataceae, Solanaceae, Myrsinaceae, Rubiaceae y varias familias de helechos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012, pp.36-37).

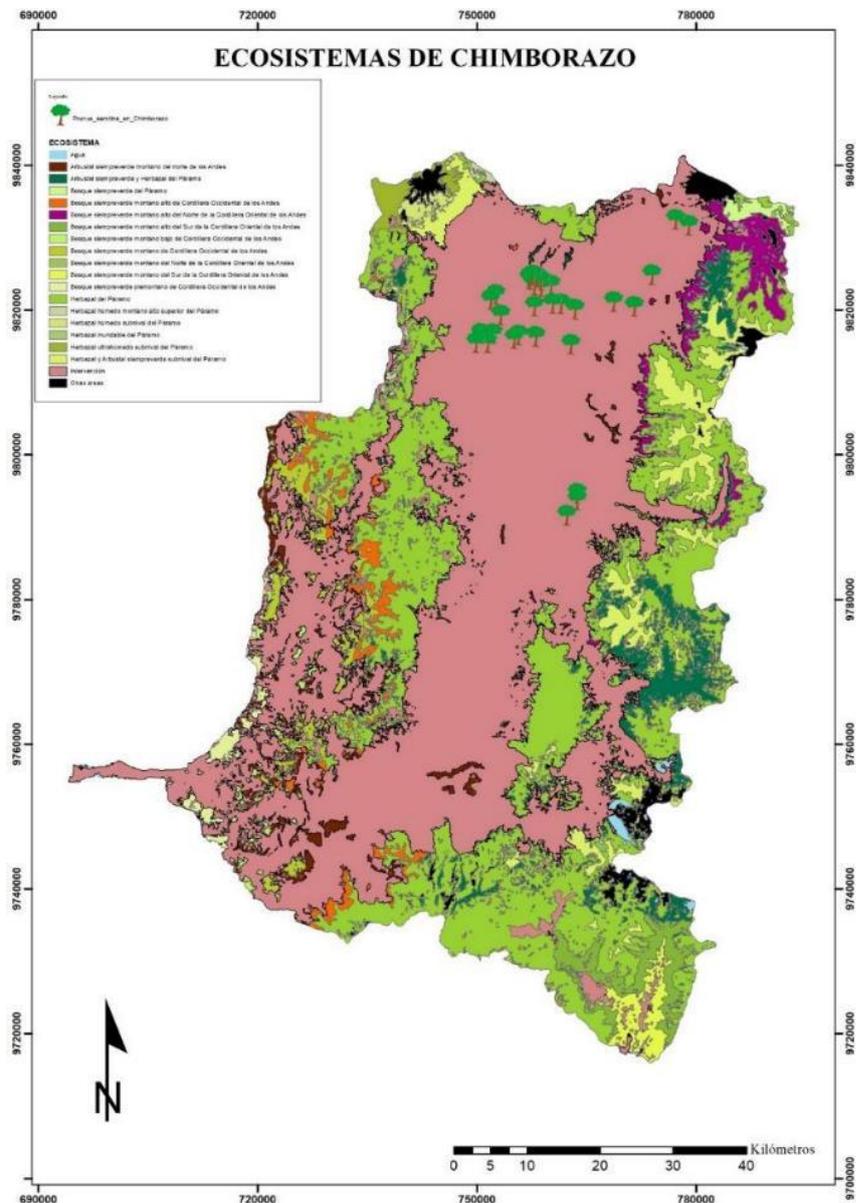


Figura 5-3. Ecosistemas de la provincia de Chimborazo, donde se distribuye *Prunus serotina subsp. capulí*.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

3.3.2.8. *Herbazal de páramo*

Se caracteriza por su vegetación densa, compuesta principalmente por gramíneas superiores a 50 cm de altura. Es el ecosistema de páramo con mayor extensión a nivel nacional. Se ubica desde 3.400 hasta 4.300 msnm en el norte, y desde 2.900 hasta 3.900 msnm en el sur (Terán et al., 2019, p.5).

3.3.2.9. *Bosque siempreverde montano*

Esta formación incluye la Ceja Andina, vegetación de transición entre el bosque montano alto y el páramo, extendiéndose desde 3000 a 4000 m de altitud. En el norte y centro de la cordillera Oriental se extiende dentro de una franja más angosta que en las estribaciones occidentales que van desde los 2900 hasta 3600 m (Muriel, 2008, p.31).

3.3.2.10. *Bosque montano alto*

El ecosistema Bosque montano alto se distingue por contener vegetación de transición entre bosques montanos y el páramo, que se distingue por conservar densas capas de musgo y arboles con ramificaciones desde su base, se extiende desde los 3000 hasta los 3400m de altitud. Estos hábitats se caracterizan por presentar un gran número de especies de musgos y plantas epífitas, peculiaridad que lo hace parecido a los bosques nublados. También ofrecen servicios hidrológicos que garantizan la calidad y cantidad del agua por su gran capacidad de retención, además de mantener una fauna propia adaptada a ecosistemas de altura (Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, 2009, p.10).

Según Chucuri (2014, p.11) *Prunus serotina subsp capulí* se desarrolla en Ecuador en rangos altitudinales que van desde los 2400 hasta los 3900msnm, por lo que teniendo en cuenta estos antecedentes su distribución en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, se puede encontrar en los siguientes ecosistemas a lo largo del norte y centro de los Andes: 1) arbustal siempreverde montano; 2) herbazal de páramo; 3) bosque siempreverde montano alto y por último 4) bosque y arbustal semideciduo del norte de los valles. Se debe agregar que los entornos cercanos a la distribución de *Prunus serotina subsp capulí* también poseen características adecuadas donde se puede desarrollar esta especie en la actualidad, considerando que al haber llevado a cabo la georreferenciación principalmente por la calle panamericana no se obtuvieron datos de otros ejemplares de capulí que pueden estar presentes en estos ecosistemas. Los aboles de capulí de las provincias en estudio se encuentran distribuidos principalmente en ecosistemas

formados por zonas intervenidas, ya que la zona de los valles interandinos afronta varias amenazas, entre las principales están la pérdida y fragmentación del hábitat, la deforestación, la colonización y el apresurado incremento demográfico (Proaño, 2015, p.175).

Según Chucuri (2014, p.51) en la región de los Andes, la distribución del capulí se concentra en los sectores rurales alrededor de los predios agrícolas. Los procesos agrícolas traen consigo la prevalencia de monocultivos, procesos de domesticación y eventos de migración, que afectan de manera significativa en la reducción de los niveles de diversidad genética de especies cultivables y de potencial agrícola como en este caso el capulí. Históricamente el desarrollo de la economía de Ecuador se ha basado en la producción agrícola. En el territorio ecuatoriano la vegetación autóctona ha sido destruida en su mayor parte a lo largo de los últimos años y reemplazada por campos dedicados a la agricultura y a pastizales. Actualmente los usuarios de estas tierras debido a un mal manejo de especies forestales, tumban los arboles porque causan sombra a los cultivos, esta tala indiscriminada con el tiempo causa una erosión genética. En Ecuador no existen plantaciones extensivas de capulí, solo se encuentran plantas dispersas en todas las provincias de la sierra ecuatoriana (Chucuri 2013, p.2; Viteri y Tapia, 2018, p.4).

3.3.3. Modelo Max-Ent de distribución actual para *Prunus serotina subsp capulí*

3.3.3.1. Elección de variables bioclimáticas

Los patrones de distribución de las especies de plantas están influenciados por diversas variables ambientales (Hortal et al., 2010, pp.51-53). Se utilizaron 19 variables bioclimáticas, que se descargaron de WorldClim v2.1 (www.worldclim.org) para predecir la distribución potencial de individuos superiores de *Prunus serotina subsp capulí*. Luego de terminados los entrenamientos en Max-Ent fueron extraídas 4 variables (Tabla 8-3), es decir, se eliminaron 15 variables que tenían poca importancia y se puso énfasis en las 4 que son las más representativas para generar los modelos predictivos de *Prunus serotina subsp capulí*.

Tabla 7-3. Contribución porcentual de las variables bioclimáticas más importantes.

Variable	Nombre de la variable	Unidad	Contribución porcentual
Bio13	Precipitación del mes más húmedo	mm	66,8%
Bio6	Temperatura mínima del mes más frío	°C	14,2%

Bio7	Rango de temperatura anual	mm	9,7%
Bio2	Intervalo medio diurno (temperatura máxima-temperatura mínima)	°C	9,3%

Realizado por: Ruiz, Marco. 2022.

Las variables seleccionadas como la precipitación y temperatura principalmente en las zonas interandinas restringen la distribución de una especie. Como menciona Chaquilla (2018, p.14) que realizó estudios de modelamiento de especies, lo más importante para la presencia o ausencia, tanto en el presente como en el futuro es la precipitación. Además, otra variable importante que se puede destacar es el rango de temperatura anual.

3.3.3.2. Análisis de gráficos de Max-Ent

El gráfico 9-3 muestra la tasa de omisión y el área pronosticada en función del umbral acumulativo. La tasa de omisión se calcula tanto en los registros de presencia de entrenamiento como (si se utilizan datos de prueba) en los registros de prueba. Basándose en Ascencio y Vega (2021, p.6) la tasa de omisión debe estar más próxima de la omisión prevista, necesario a la definición del umbral acumulativo.

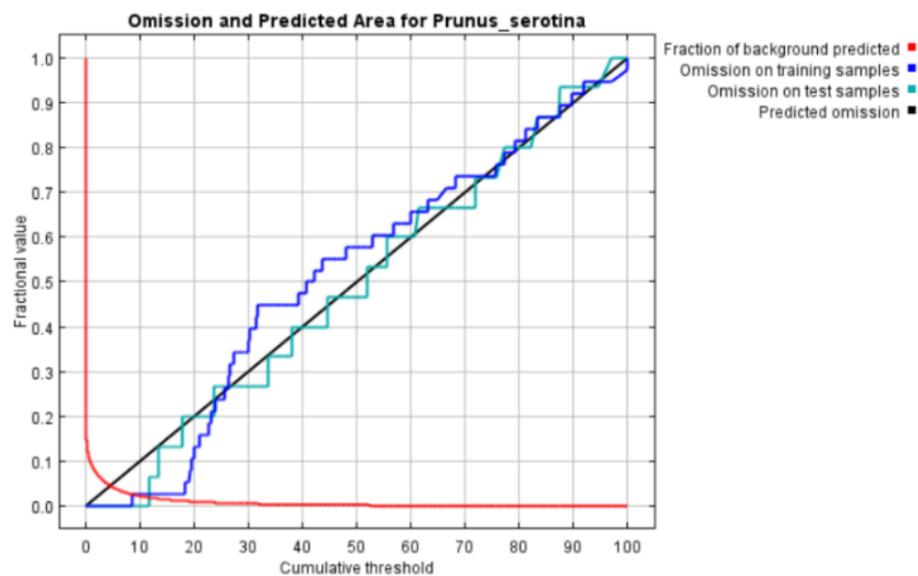


Gráfico 11-3. Área pronosticada en función del umbral acumulativo de *Prunus serotina subsp capulí*.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

En el gráfico 10-3 se analizó el área bajo la curva (AUC), salida gráfica donde se observa la capacidad de discriminación de una presencia (sensitividad) versus la capacidad de discriminación de una ausencia (especificidad). La figura 16-3 con relación al AUC, indica el porcentaje de confianza que se obtiene del modelo predictivo, los modelos elaborados en Max-Ent para *Prunus serotina subsp capulí* se consideran modelos predictivos de alta confiabilidad debido a que sus valores se encuentran dentro del rango más alto que va desde 0,9-1 y según Ascencio y Vega (2021, p.6) si los valores del AUC se aproximan a 1, tienen mayor presagio y la predicción del modelo es confiable. Ávila (et al., 2014, p.100) obtuvieron valores AUC superiores a 0.95, cifra que interpretan como un buen ajuste de los modelos para la distribución de *Pinus herrerae*, Martínez et al., 2010 (citados en Ávila et al., 2014, p.100) obtuvieron valores de AUC altos (0.997) para el modelamiento de la distribución de *Taxus globosa Schlecht*. En localidades de México, por lo que los autores concluyen haber alcanzado resultados precisos.

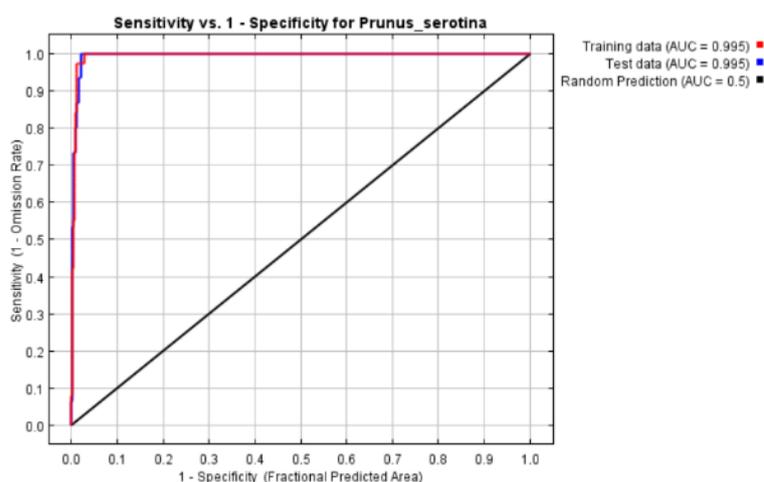


Gráfico 12-3. Gráfica de sensibilidad vs especificidad de *Prunus serotina subsp capulí*.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

La figura 7-3 muestra una representación del modelo de Max-Ent para *Prunus serotina subsp capulí*, los colores más cálidos muestran áreas con mejores condiciones pronosticadas y los puntos blancos muestran las ubicaciones de presencia utilizadas para el entrenamiento, mientras que los puntos violetas muestran las ubicaciones de prueba. Además, se puede observar los lugares donde la distribución de *Prunus serotina subsp capulí* va a ser más idónea, con color rojo están los valores que más se acercan a 1 que serían los más adecuados, y de color celeste se encuentran los menos adecuados.

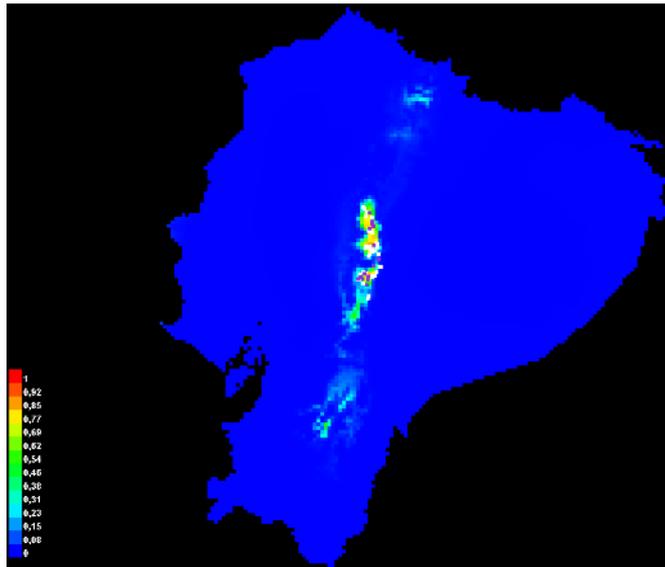


Figura 6-3. Foto del modelo realizado en Max-Ent de *Prunus serotina subsp capulí*.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

En el gráfico 11-3 se muestra la prueba de jackknife el cual proporcionó información de los bioclimas que aportan al modelo, cuando trabajan de manera aislada. La variable ambiental con mayor importancia es Bio13, que por lo tanto parece tener la información más útil para la evaluación de la distribución actual de *Prunus serotina subsp capulí*.

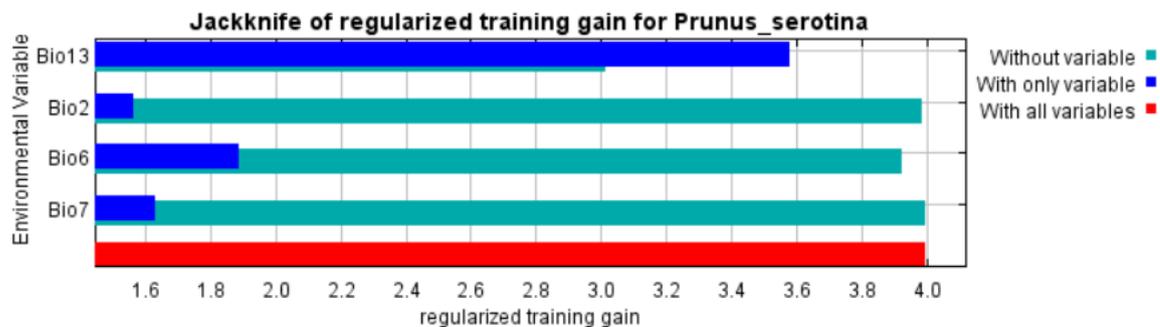


Gráfico 13-3. Jackknife de *Prunus serotina subsp capulí*.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

La variable ambiental que más disminuye la importancia de las demás cuando se omite es Bio13, que por lo tanto parece tener la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables. Las demás variables, no tienen tendencia a predecir el modelamiento de *Prunus serotina subsp capulí*.

3.3.3.3. Transformación de píxeles a kilómetros cuadrados

Dentro del programa ArcMap se elaboró el mapa de distribución actual de *Prunus serotina subsp capulí*, en donde se utilizó los datos en formato ASC obtenidos de Max-Ent, se transformó de píxeles a kilómetros cuadrados la información para conocer en donde se podría desarrollar de manera adecuada *Prunus serotina subsp capulí*. Del área total, la distribución de cada uno de los rangos en km², se encuentran representados en el gráfico 12-3.



Gráfico 14-3. Distribución actual en km² de *Prunus serotina subsp capulí* mediante el programa Max-Ent.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

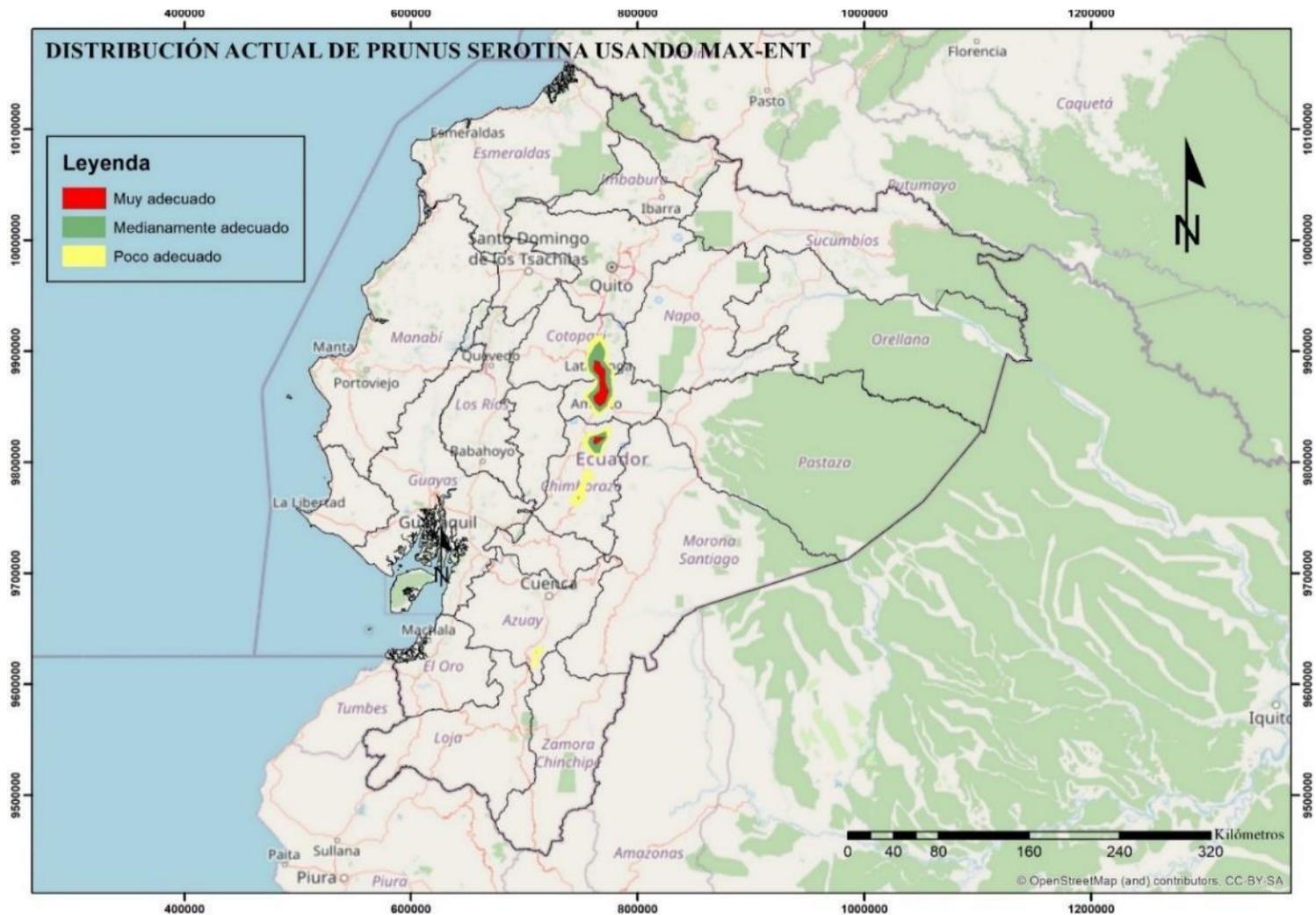


Figura 7-3. Distribución actual de *Prunus serotina subsp capulí* usando Max-Ent

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

3.3.4. Modelo de distribución potencial para *Prunus serotina subsp capulí*

3.3.4.1. Escenario 4.5 RCP para el período 2041-2060

Análisis de gráficos de Max-Ent

El gráfico 13-3 muestra la tasa de omisión y el área prevista en función del umbral acumulativo. La tasa de omisión se calcula tanto en los registros de presencia de capacitación como (si se usan datos de prueba) en los registros de prueba. En estudios similares realizados por Bonilla (2017, p.10) en Colombia para la distribución potencial de la *Lithobates catesbeianus* se obtuvieron valores por debajo del umbral de aceptación, al igual que la gráfica de *Prunus serotina subsp capulí*.

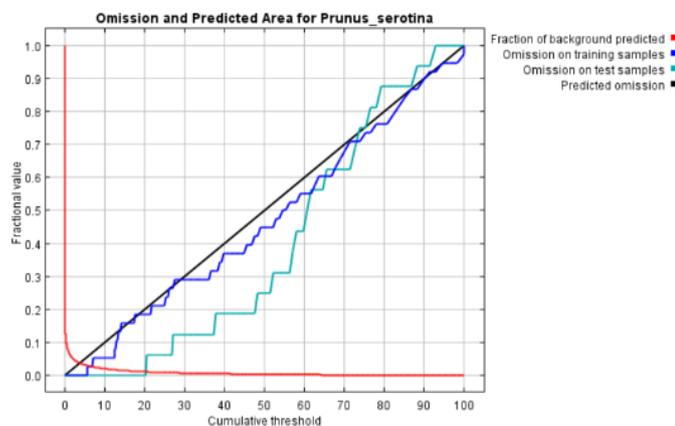


Gráfico 15-3. Gráfica de *Prunus serotina subsp capulí* para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

En la gráfica de sensibilidad vs especificidad de *Prunus serotina subsp capulí* los resultados revelan que el modelo utilizado se ajusta perfectamente ya que se obtuvo un valor AUC=0,996 concordante con los estudios realizados por Bonilla (2017, p.14) donde se obtuvo un AUC=0,987 para la prueba en Max-Ent, lo cual asume como un buen ajuste del modelo resultante.

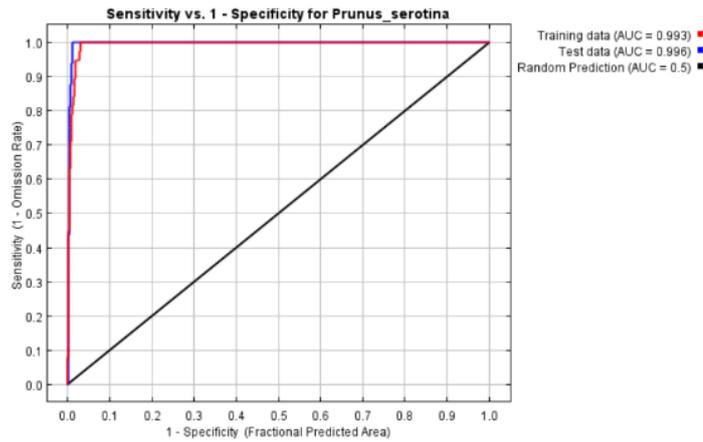


Gráfico 16-3. Gráfica de sensibilidad vs especificidad para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

La figura 8-3 muestra una representación del modelo de Max-Ent para *Prunus serotina subsp capulí*, los colores más cálidos muestran áreas con mejores condiciones pronosticadas y los puntos blancos muestran las ubicaciones de presencia utilizadas para el entrenamiento, mientras que los puntos violetas muestran las ubicaciones de prueba.

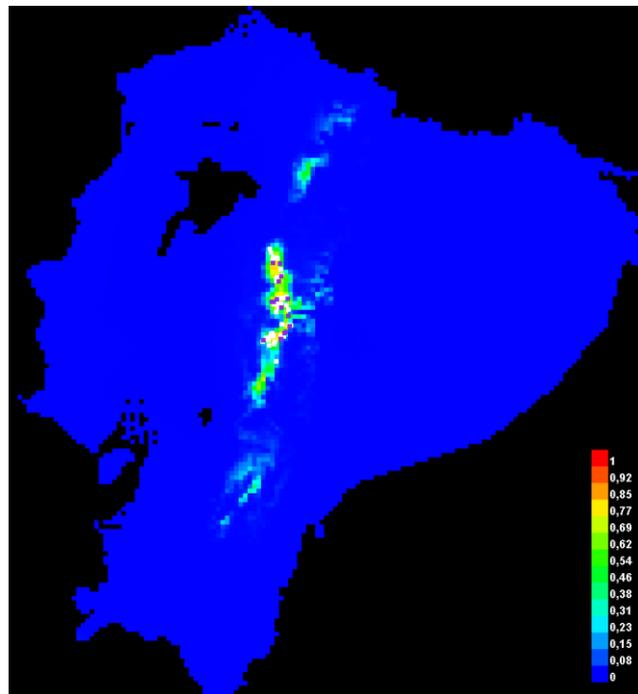


Figura 8-3. Foto del modelo realizado en Max-Ent para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

El gráfico 15-3 muestra los resultados de la prueba jackknife de importancia variable. La variable ambiental con mayor ganancia cuando se usa aisladamente es la de precipitación, que por lo tanto parece tener la información más útil por sí misma. La variable ambiental que más reduce la ganancia cuando se omite también es la precipitación, que por lo tanto parece tener la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables.

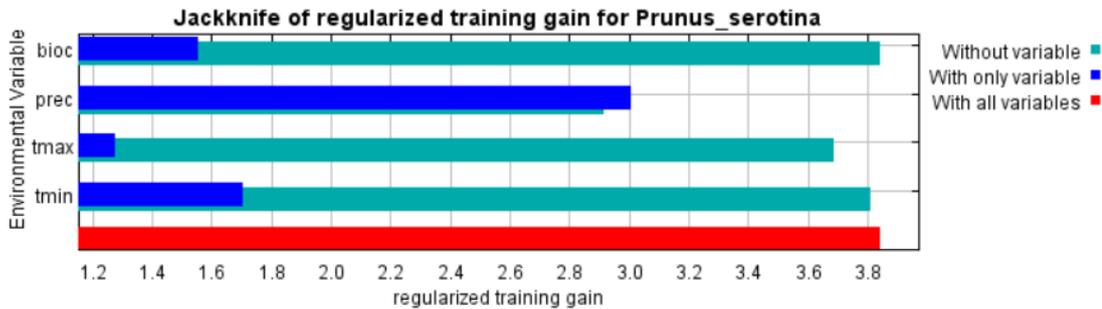


Gráfico 17-3. Jackknife para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Transformación de pixeles a kilómetros cuadrados

Del área total, la distribución de cada uno de los rangos en km² para la distribución potencial de *Prunus serotina subsp capulí* para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5RCP, se encuentran representados en el gráfico 16-3.



Gráfico 18-3. Distribución potencial en km² de *Prunus serotina subsp capulí* para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Para elaborar la distribución potencial de *Prunus serotina subsp capulí*, se utilizó el modelo ráster en formato ASC obtenido de Max-Ent, para obtener las curvas de nivel y posteriormente transformar de pixeles a kilómetros cuadrados la información para conocer si los rangos de

distribución potencial de *Prunus serotina subsp capulí* cambiaron con respecto a los rangos de los modelos de distribución actual. El mapa obtenido para la distribución potencial de *Prunus serotina subsp capulí* para el período 2041-2060 bajo escenarios 4.5RCP se puede observar en la figura 10-3.

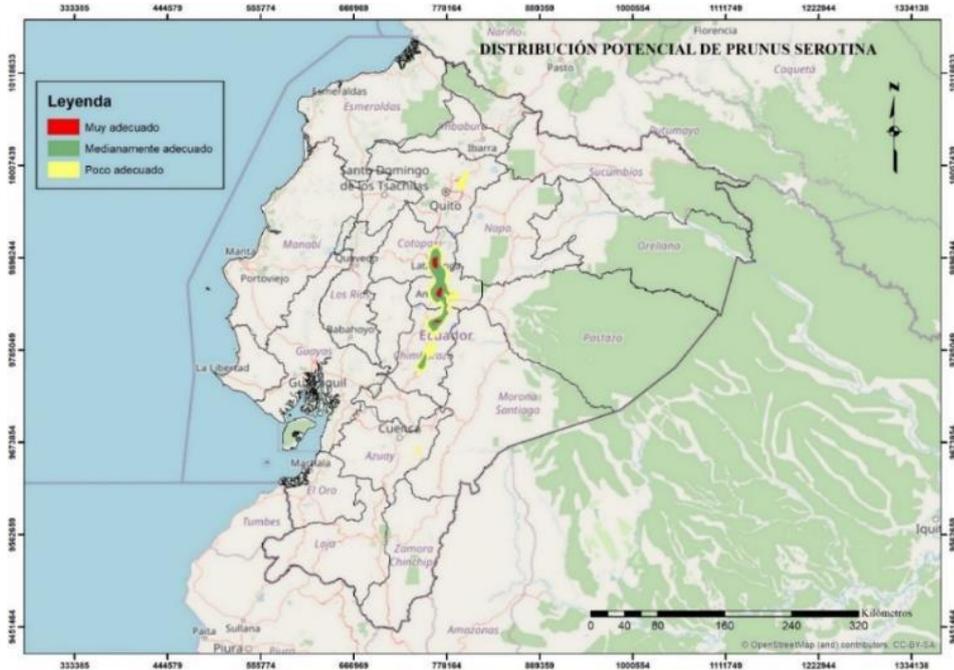


Figura 9-3. Distribución potencial bajo escenario 4.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

3.3.4.2. Escenario 8.5RCP para el período 2041-2060

Análisis de gráficos de Max-Ent

El gráfico 17-3 muestra la tasa de omisión y el área prevista en función del umbral acumulativo. La tasa de omisión se calcula tanto en los registros de presencia de capacitación como en los registros de prueba.

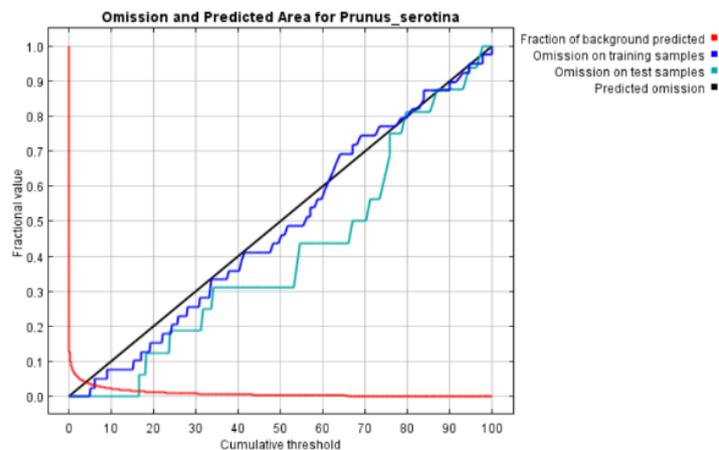


Gráfico 19-3. Gráfica de *Prunus serotina*
subsp capulí para el período
2041-2060 bajo escenario
8.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Según Mejía (et al., 2018, p.26) la sensibilidad se refiere a la proporción de puntos de presencia dentro del área de ocurrencia predicha en relación con el número total de puntos de presencia. En estudios realizados por Gómez (2018, pp.23-27) se obtuvieron valores AUC= 0.976 para escenarios RCP 8.5, los valores se acercan más a 1.0 indican un mejor rendimiento del modelo, es por esta razón que los modelos elaborados para *Prunus serotina subsp capulí* bajo escenarios RCP 8.5 se consideran de alta fiabilidad ya que tienen un valor AUC=0.995.

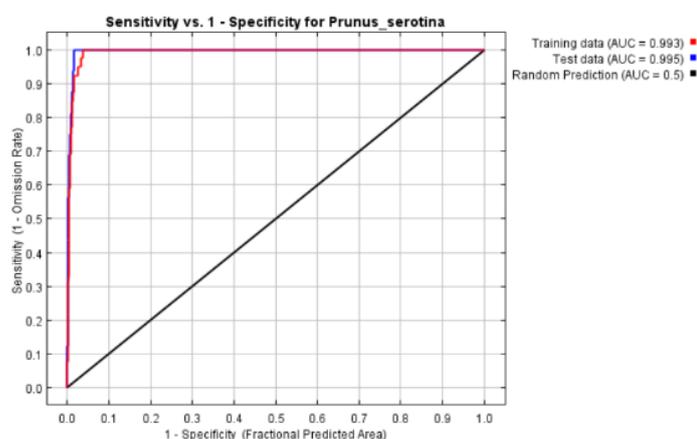


Gráfico 20-3. Gráfica de sensibilidad vs
especificidad para el período
2041-2060 bajo escenario 8.5
RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

La figura 11-3 muestra una representación del modelo de Max-Ent para *Prunus serotina subsp capulí*, los colores más cálidos muestran áreas con mejores condiciones pronosticadas y los puntos blancos muestran las ubicaciones de presencia utilizadas para el entrenamiento, mientras que los puntos violetas muestran las ubicaciones de prueba.

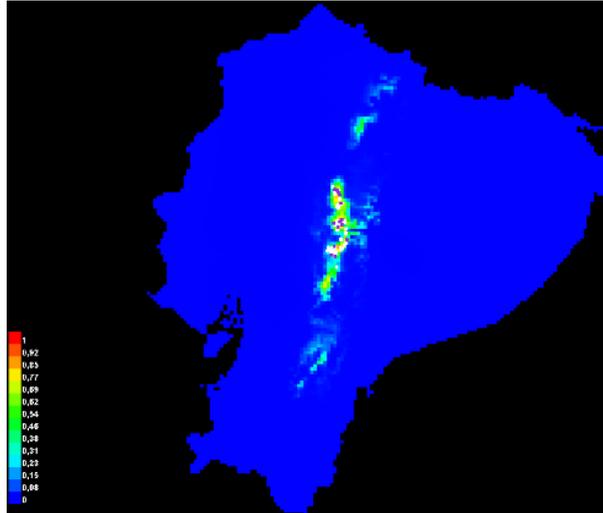


Figura 10-3. Foto del modelo realizado en Max-Ent para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

El gráfico 19-3 muestra los resultados de la prueba jackknife de importancia variable. La variable ambiental con mayor ganancia cuando se usa aisladamente es la precipitación, que por lo tanto parece tener la información más útil por sí misma además de ser la variable ambiental que tiene la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables.

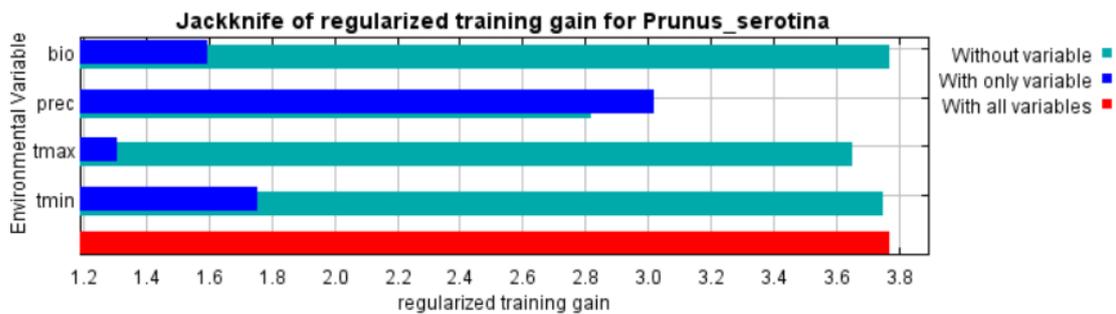


Gráfico 21-3. Jackknife para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Alrededor del modelo elaborado en Max-Ent para *Prunus serotina subsp. capulí* para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5RCP se obtuvo el rango de distribución en el cual esta especie podría distribuirse, en el gráfico 20-3 se puede observar los valores representados en kilómetros cuadrados.

Transformación de pixeles a kilómetros cuadrados

Del área total, la distribución de cada uno de los rangos en km² para la distribución potencial de *Prunus serotina subsp capulí* para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5RCP, se encuentran representados en el gráfico 22-3.



Gráfico 22-3. Distribución potencial de *Prunus serotina subsp capulí* en km² para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

En esta sección se esbozó el mapa de distribución potencial de *Prunus serotina subsp capulí* para el periodo 2041-2060 bajo escenarios 8.5RCP y los resultados se pueden observar en la figura 12-3.

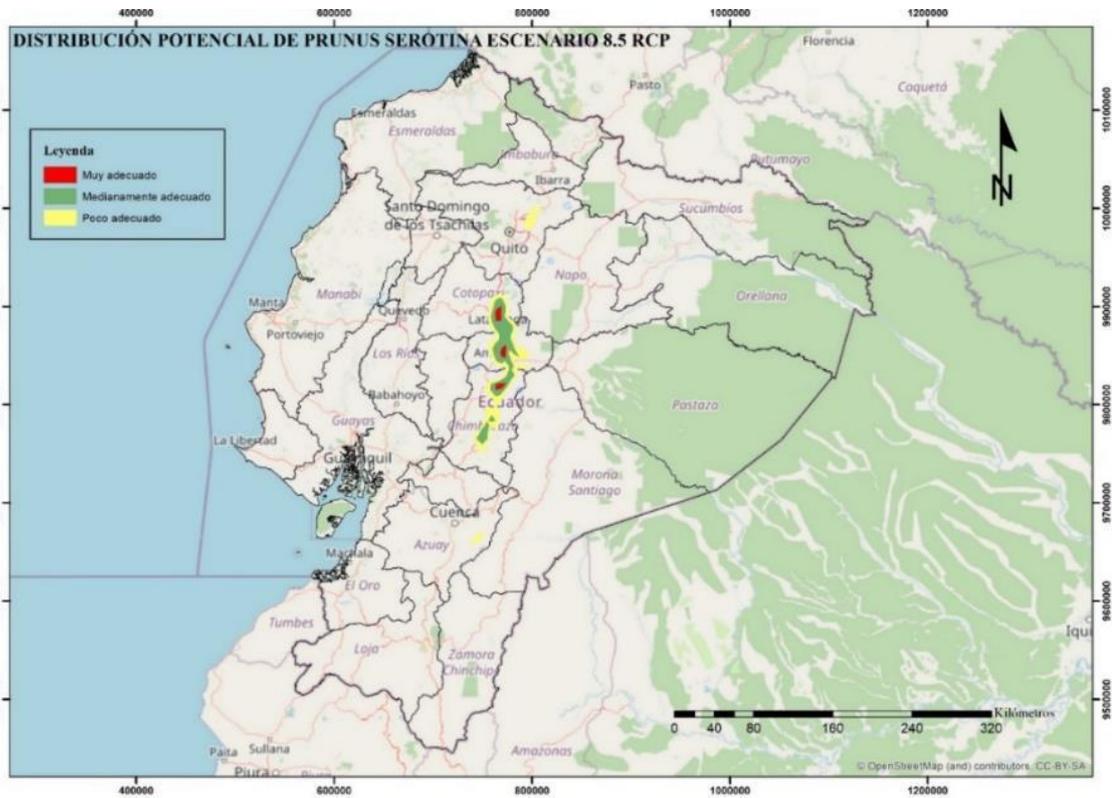


Figura 11-3. Distribución potencia bajo escenario 8.5 RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

3.3.4.3. Escenario 4.5RCP para el período 2081-2100

Análisis de gráficos de Max-Ent

En el gráfico 21-3 se puede observar la tasa de omisión y el área prevista en función del umbral acumulativo del modelo de Max-Ent elaborado para *Prunus serotina subsp capulí* bajo el escenario 4.5RCP para el período 2081-2100.

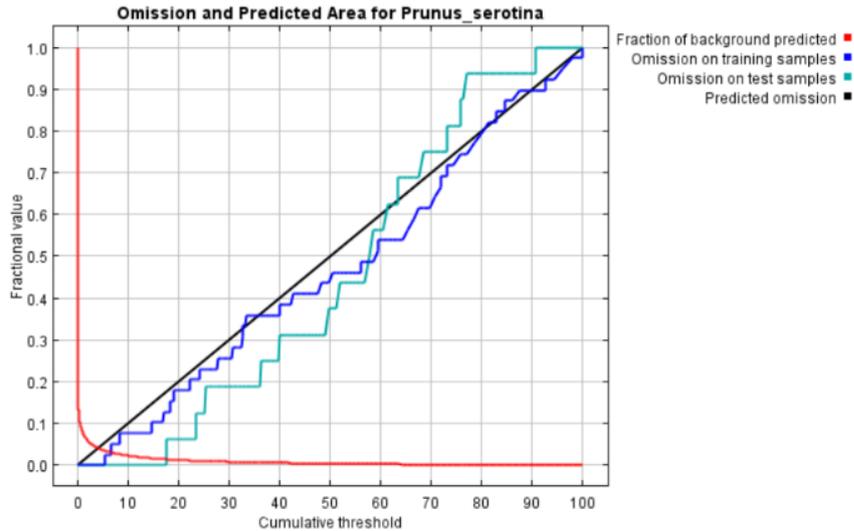


Gráfico 23-3. Gráfico de *Prunus serotina subsp capulí* para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

En estudios realizados por Laurente (2015, p.220) con la especie *Cedrelela odorata L.* el modelo de evaluación de distribución potencial obtuvo valores AUC= 0,881 donde calificaron al modelo como exacto ya que se acerca al valor más alto que es 1, por lo expuesto puede decirse que el modelo obtenido para *Prunus serotina subsp capulí* fue elaborado correctamente ya que se obtuvieron valores de AUC=0,995.

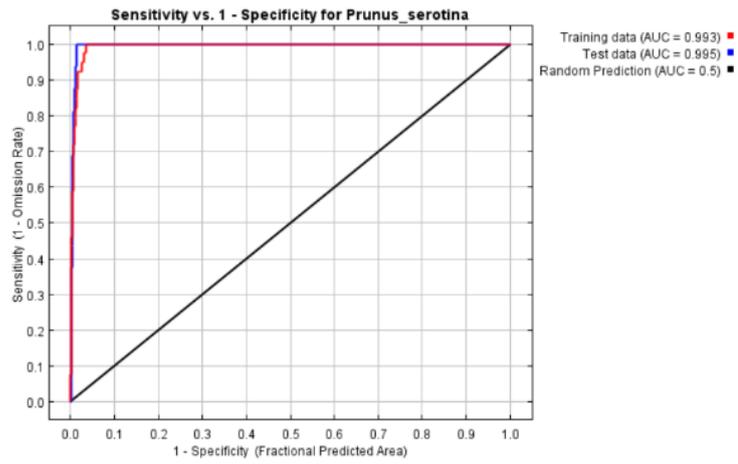


Gráfico 24-3. Gráfico de sensibilidad vs especificidad para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

La figura 13-3 muestra una representación del modelo de Max-Ent para *Prunus serotina subsp capulí*, los colores más cálidos muestran áreas con mejores condiciones pronosticadas y los puntos blancos muestran las ubicaciones de presencia utilizadas para el entrenamiento, mientras que los puntos violetas muestran las ubicaciones de prueba.

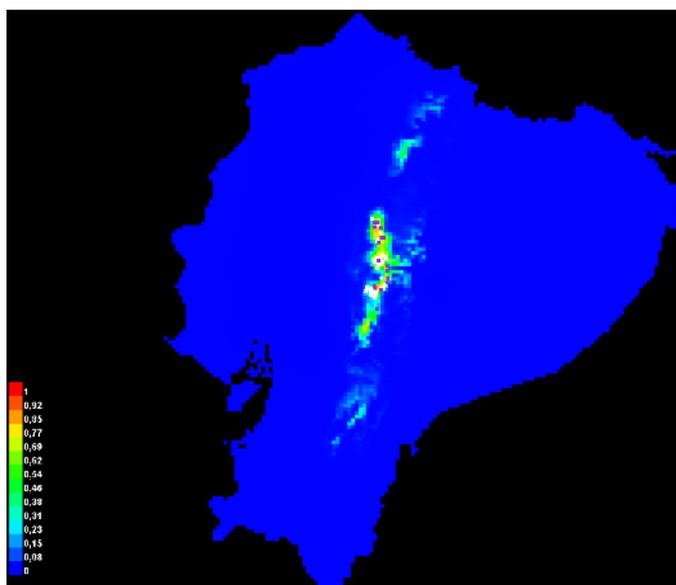


Figura 12-3. Foto del modelo realizado en Max-Ent para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

La prueba Jackknife presente en el gráfico 23-3, muestra que las variables ambientales de mayor importancia para la obtención del modelo son la biodiversidad y la precipitación. Parece perfectamente claro que la precipitación influye en los modelos predictivos de la especie *Prunus serotina subsp capulí* y referido a este contexto, en investigaciones realizadas por Quispe y Ramos (2020, p.10) concernientes al modelamiento de la distribución potencial de una especie animal, se obtuvo resultados semejantes con relación a la influencia de la precipitación y se comprobó que esta variable es una de las que presentan mayor valor predictivo y que aportan más a modelos de distribución de especies.



Gráfico 25-3. Jackknife para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Transformación de pixeles a kilómetros cuadrados

Para ilustrar mejor los rangos de distribución potencial de *Prunus serotina subsp capulí* se puede observar en el gráfico 24-3 donde se encuentran los valores en unidades de kilómetros cuadrados.



Gráfico 26-3. Distribución potencial de *Prunus serotina subsp capulí* en km² para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Por último, se elaboró un mapa que se puede observar en la figura 14-3 y aquí se ilustra la distribución potencial *Prunus serotina subsp capulí* para evidenciar los cambios con respecto al período anterior de tiempo.



Figura 13-3. Distribución potencial bajo escenario 4.5 RCP para el período 2081-2100.

Realizado por: Ruiz, M.2022.

3.3.4.4. Escenario 8.5RCP para el período 2081-2100

Análisis de gráficos de Max-Ent

Para empezar, se puede observar el gráfico 25-3 que muestra la tasa de omisión y el área prevista en función del umbral acumulativo para el modelo predictivo de la especie *Prunus serotina subsp capulí* obtenido de Max-Ent.

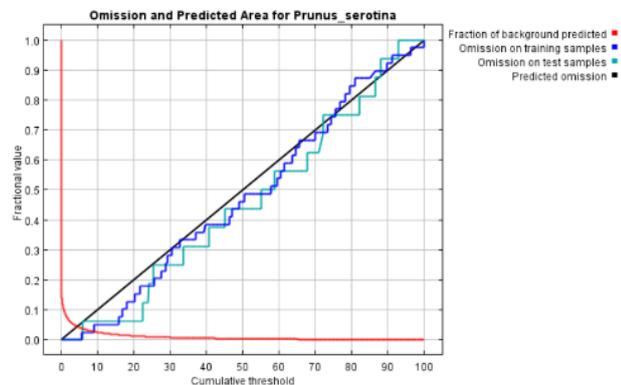


Gráfico 27-3. Gráfica de *Prunus serotina subsp capulí* bajo escenario 8.5 RCP para el período 2081-2100.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

En el gráfico 26-3 se puede observar el valor de $AUC=0,993$, este resultado indica que la predicción está cerca o por encima del nivel excelente. Vaca (et al., 2021, p.414) obtuvo valores de $AUC=0.776$, por lo que concluyeron que el modelo fue altamente informativo y podría usarse para investigaciones posteriores.

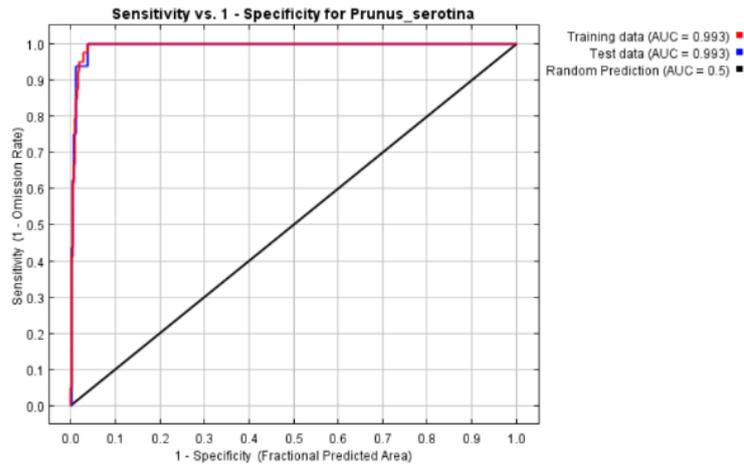


Gráfico 28-3. Gráfica de sensibilidad vs especificidad bajo escenario 8.5 RCP para el período 2081-2100.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

La figura 14-3 muestra una representación del modelo de Max-Ent para *Prunus serotina subsp capulí*, los colores más cálidos muestran áreas con mejores condiciones pronosticadas y los puntos blancos muestran las ubicaciones de presencia utilizadas para el entrenamiento, mientras que los puntos violetas muestran las ubicaciones de prueba.

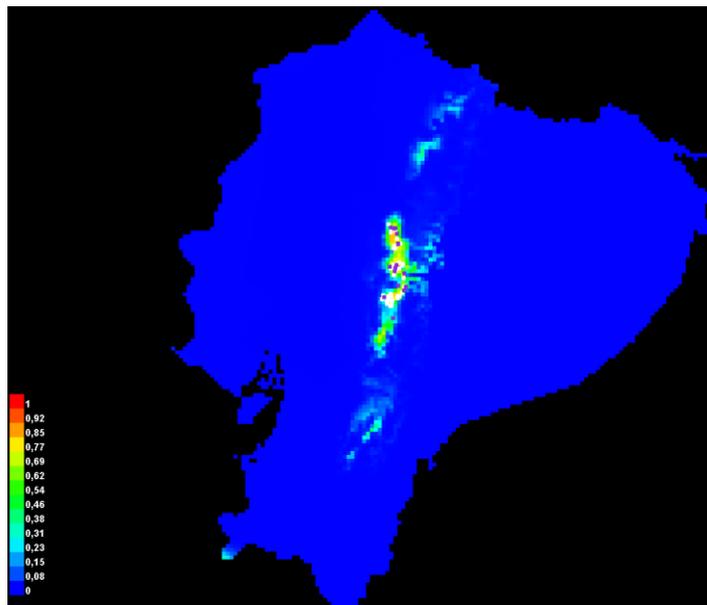


Figura 14-3. Foto del modelo realizado en Max-Ent para el período 2081-2100 bajo escenario 8.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

La prueba de Jackknife de *Prunus serotina subsp capulí* para el período 2081-2100 bajo escenario 8.5RCP se muestra en el gráfico 27-3 y esta revela la importancia de las variables ambientales para predecir la probabilidad de presencia de la especie, cuando son utilizadas de forma aislada. La variable que más contribuye al modelo y tiene información más útil por sí misma, es la precipitación, que por lo tanto parece tener la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables.



Gráfico 29-3. Jackknife para el período 2081-2100 bajo escenario 8.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Transformación de píxeles a kilómetros cuadrados

Para diferenciar de mejor manera los rangos de distribución obtenidos del modelo de Max-Ent para *Prunus serotina subsp capulí* se puede observar en el gráfico 28-3 donde se presentan las categorías calculadas en kilómetros cuadrados.



Gráfico 30-3. Distribución potencial en km² para el período 2081-2100 bajo escenario 8.5RCP.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Para llevar a cabo la comparación con los modelos obtenidos con anterioridad también se realizó el mapa de la figura 16-3 donde se puede observar la distribución política del Ecuador y las provincias en donde van a existir las condiciones ambientales óptimas para la distribución potencial de *Prunus serotina subsp capulí* para el período 2081-2100 bajo el escenario 8.5RCP.

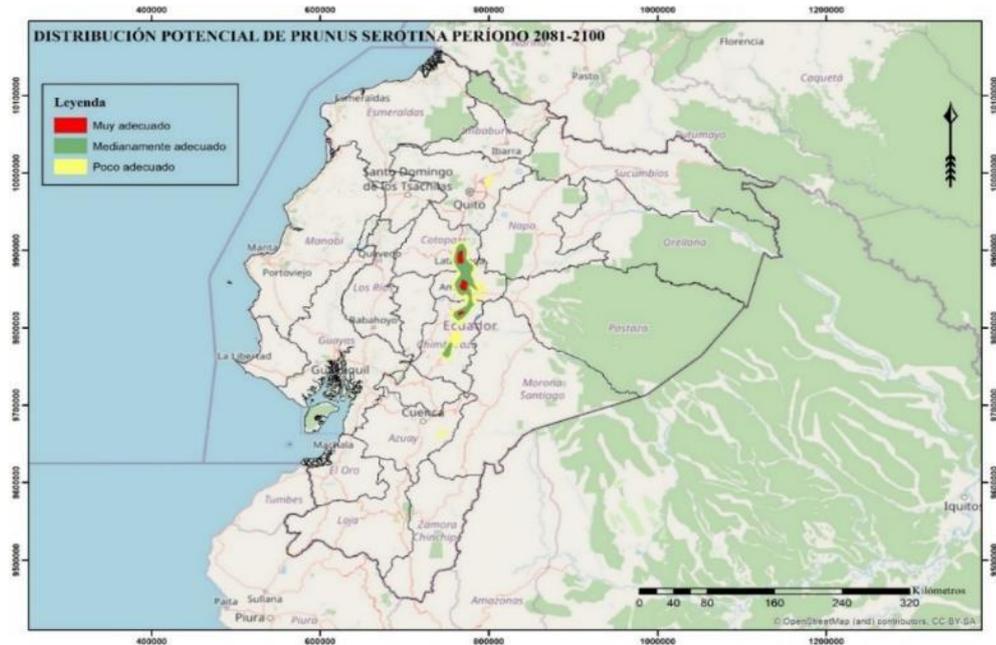


Figura 15-3. Distribución potencial bajo escenario 8.5 RCP para el período 2081-2100.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

3.3.4.5. Comparación de los escenarios 4.5-8.5RCP para las décadas comprendidas entre 2041-2060 y 2081-2100

Como resultado, se agruparon los mapas obtenidos para los periodos comprendidos entre los años 2041-2060 y 2081-2100 bajo los diferentes escenarios 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 figura 17-3 el collage de mapas y sus categorías representadas en kilómetros cuadrados en el gráfico 29-3. Haciendo referencia al rango de distribución muy adecuado, se consiguieron valores actuales de 350km² a lo largo de las tres provincias y los valores para los períodos comprendidos entre los años 2041-2060 disminuyeron en las dos trayectorias estudiadas, para la trayectoria 4.5 se obtuvo valores de 143km² mientras que para la 8.5 su valor cambió ya que se consiguió valores de 174km². Bajo la trayectoria 4.5RCP para el período comprendido entre los años 2041-2060 los sitios con condiciones muy adecuadas para su distribución serán los siguientes, dentro de la provincia de Cotacachi se desarrollará en el cantón Latacunga a lo largo de la panamericana hasta San Miguel de Salcedo, en Tungurahua se distribuirá en los sectores de Achupallas, Guangalo, Salasaca y en la parte sureste de Ambato, dentro de la provincia de

Chimborazo los territorios aptos para la distribución de *Prunus serotina subsp capulí* será en la zona al este de Guano y el sector de Riobamba colindante a la Brigada Galápagos a lo largo del colegio Pedro Vicente Maldonado hasta la Universidad Nacional de Chimborazo. Conviene advertir que el capulí al distribirse principalmente en ecosistemas altoandinos y estos al ubicarse en zonas montañosas la temperatura disminuye en promedio 0,6°C cada 100 m de altitud, esto explica por qué es posible aumentos regionales en la temperatura y la disminución de la amplitud de estos rangos (Cuesta et al., 2012, p.25).

Teniendo en cuenta que los rangos de distribución adecuada de la trayectoria 8.5RCP aumentan con respecto al escenario donde las emisiones de CO₂ son constantes, se explica bajo la premisa de que el capulí suele distribirse en zonas templadas además de que es una especie intolerante a la sombra y de acuerdo con Chisaguano (2012, p.12) el capulí es una planta que florece de mejor manera en climas templados o tropicales que tienen rangos de temperatura que están entre 10 – 22°C. Conviene distinguir también que el capulí se distribuye principalmente a lo largo de la Cordillera de los Andes, y según Cuesta (et al., 2012, p.19) esta zona presenta una topografía que se caracteriza por una elevación promedio baja, la presencia de valles en dirección este-oeste, y un clima que va de pluviestacional subhúmedo a seco, estas características fisiográficas son las que han favorecido a establecer una barrera biogeográfica que divide el norte y el centro de los Andes. Como breve conclusión, se entiende que el centro de la cordillera de los Andes posee las características más idóneas para la distribución actual y futura de *Prunus serotina subsp capulí*.

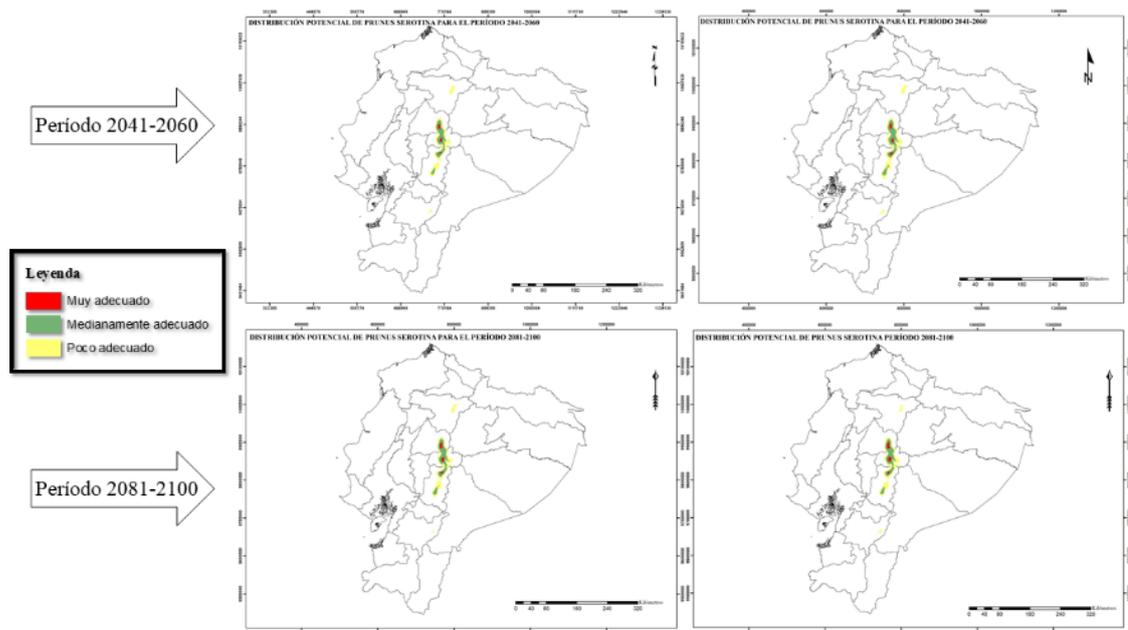


Figura 16-3. Comparación de la distribución potencial de *Prunus serotina subsp capulí* bajo los diferentes escenarios analizados.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Inocente (2015, pp.12-14) recalca que el capulí es una planta que requiere de completa exposición a la radiación solar. Por lo que se refiere a la luminosidad se puede aseverar que esta especie es muy exigente, en tal sentido, es intolerante a la sombra y se vuelve susceptible bajo estas condiciones al ataque de hongos e insectos. Guijarro (2013, citados en Baños, 2017, p.5) expresa que el género *Prunus* y sus especies se distribuyen principalmente en las regiones templadas del hemisferio boreal y extendiéndose hacia el hemisferio austral. Como se ha mencionado con anterioridad especies como el capulí tienen mayor resistencia y adaptación a variables climáticas como el frío y el calor.

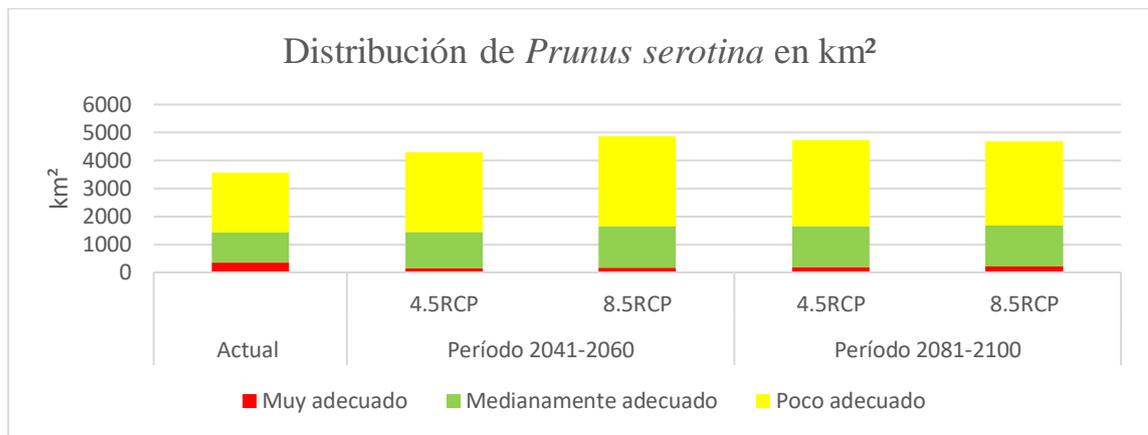


Gráfico 31-3. Comparación de los rangos de distribución actual y potencial para *Prunus serotina subsp capulí*.

Realizado por: Ruiz, M. 2022.

Para el período de tiempo comprendido entre los años 2081-2100 lo más notable es la fragmentación de los sitios idóneos para la distribución de *Prunus serotina subsp capulí*, encontrándose solo zonas adecuadas en lugares como Latacunga, Salcedo, Totoras, Achupallas, San Gerardo de Pacaicagan y Cubijés, lo que acontece es que estos territorios cuentan con un promedio anual de precipitación alto, en Latacunga con 1946mm, en las zonas alrededor de Ambato con 1402mm y los poblados de Riobamba con 1462mm de promedio de precipitación anual y teniendo en cuenta a Chisaguano (2012, p.13) señala que las áreas que reciben de 300 a 1800 mm son las mejores para el desarrollo de *Prunus serotina subsp capulí*, habría que decir también que Inocente (2015, p.12) expresa que los ecosistemas para el desarrollo de esta especie tienen por lo general una humedad relativa de 45 a 60 % en promedio, lo que se ajusta a los valores de precipitaciones ensayados en estas zonas. Todavía cabe señalar que los flujos de aire de las provincias en estudio se ven influenciada por corrientes marinas como la del Niño y la de Humboldt. Guijarro (2013, citados en Baños, 2017, p.5) enuncia que el género *Prunus* y sus especies se

distribuyen principalmente en las regiones templadas del hemisferio boreal y extendiéndose hacia el hemisferio austral.

3.3.5. Estrategias de conservación

Basándose en Pozo (2019; citados en Segura et al, 2020, p.390) los sistemas silvopastoriles y agroecosistemas permiten generar parches de bosque y contribuyen a propiciar las interacciones biológicas y la subsistencia de los servicios ecosistémicos necesarios para el bienestar social y la mitigación del cambio climático. Los sistemas silvopastoriles proporcionan una gran cantidad de beneficios, (Sotelo et al., 2017, p.12) menciona que caracterizan por combinar 7.000 arbustos o más por hectárea y pastos mejorados agrupados con árboles esparcidos de 30 a 50 individuos por hectárea. Asimismo, este método se caracteriza por aumentar la producción de forraje que sirve como alimento para los animales y esto nos lleva a su vez a optimizar la capacidad de carga del suelo y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen debido a la ganadería y la agricultura.

La agroforestería es otra de las prácticas que actúa en solución a problemas de áreas degradadas por su función como regulador y protector del medioambiente, además de generar servicios ambientales como la retención de sedimentos, hábitats para avifauna y la regulación del microclima en la implementación de estos sistemas. La agroforestería, no solo enfatiza la integración del componente arbóreo en las propiedades, sino también en el paisaje agrícola. Se puede decir que la agroforestería tiene varios enfoques, como en el manejo de los recursos naturales y también en la conservación de la biodiversidad. Dentro de este contexto, Sotelo (et al., 2017, pp.15-16), señala que los árboles o arbustos interactúan biológica y económicamente en una misma superficie con cultivos y animales agrupados. Las estrategias agrosilvopastoriles son herramientas que favorecen la conservación y el incremento de la biodiversidad, y son una buena opción para reducir la degradación de los suelos dedicados a la ganadería. La llegada y el establecimiento de especies clave, desde el punto de vista productivo, específicamente el incremento de las aves en los sistemas agroforestales permite aumentar los servicios ambientales relacionados con la polinización, la dispersión de semillas y el control biológico (Sanchún et al., 2016, pp.183-185).

Se considera la implementación de un Sistema Taungya, que es un método de reforestación que permite la combinación temporal de una plantación forestal con la producción de cultivos de ciclo corto. Bajo ciertas condiciones el Sistema Taungya funciona mejor que la reforestación pura, dado

que hay un uso de la tierra destinado a la agricultura, que hay que procurar poner en práctica si no podrían proliferar malezas que compiten con el vivero (Sanchún et al., 2016, pp.189).

También se recomienda el acogimiento de agro bosques, ya que conviene decir que estos sistemas tienen gran potencial para mejorar los medios de vida y ayudar a la adaptación al cambio climático en laderas tropicales. Asimismo, los agro bosques reducen la vulnerabilidad al cambio climático (Sanchún et al., 2016, pp.203-204).

Ayudados con esta revisión vamos a enfocarnos en las siguientes alternativas o estrategias: Realizar una línea base de las zonas donde se tiene cultivos o mayor presencia de especies de *Prunus serotina subsp capulí* en el territorio ecuatoriano. Hacer talleres participativos con las comunidades en donde se encuentran las zonas de distribución de *Prunus serotina subsp capulí* para dar a conocer las potencialidades de esta especie forestal. Realizar semilleros o viveros en los territorios aledaños a la distribución de *Prunus serotina subsp capulí* con la finalidad de propagar esta especie forestal. Impulsar talleres a nivel secundario y de tercer nivel para hacer comprender la importancia de conservar especies forestales y las potencialidades de *Prunus serotina subsp capulí* para el ser humano. Ejecutar proyectos encaminados a la producción de capulí en Ecuador.

3.3.6. Planteamiento operativo para el manejo de *Prunus serotina subsp capulí* en las provincias de Chimborazo, Cotopaxi y Tungurahua.

Tabla 8-3: Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la especie *Prunus serotina subsp capulí* en las tres provincias en estudio.

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Gran variabilidad genética de capulí existente en la región interandina	Beneficios económicos, sociales y ambientales por medio del aprovechamiento y conservación de <u><i>Prunus serotina subsp capulí</i></u>	Cotización económica baja del fruto de <u><i>Prunus serotina subsp capulí</i></u>	Fenómenos climáticos que afectan de forma directa el desarrollo de la planta

Fuente de conocimiento empírico del capulí por parte de la población local	Apoyo de los GAD's para la conservación de la diversidad genética de <u><i>Prunus serotina subsp capulí</i></u>	No existe un aprovechamiento forestal	Complicada germinación de plántulas de capulí debido a las condiciones climáticas adversas
<u><i>Prunus serotina subsp capulí</i></u> es una especie clave en la restauración de ecosistemas degradados	Iniciativas de investigación potenciales de la especie por parte de universidades de Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi	Falta de predisposición de los agricultores de la zona	Las prácticas agrícolas restringen los ecosistemas donde se puede distribuir la especie
Condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de <u><i>Prunus serotina subsp capulí</i></u>	Apoyo del MAGAP y del Ministerio del Ambiente para incluir a esta especie en programas de reforestación	Poca información de la ubicación de los individuos de esta especie y falta de confianza de los agricultores en la conformación de sistemas agroforestales	Al ser una especie introducida no se conocen sus ciclos fenológicos y no ha sido completamente domesticada en el país
Utilización de <u><i>Prunus serotina subsp capulí</i></u> para mejorar las prácticas agrícolas	<u><i>Prunus serotina subsp capulí</i></u> tiene importancia cultural dentro de las costumbres gastronómicas de los habitantes de la serranía ecuatoriana	Archivos Shape file desactualizados de la distribución y presencia en ecosistemas de <u><i>Prunus serotina subsp capulí</i></u>	Pérdida de la diversidad genética del capulí y falta de estandarización en los precios de comercialización de su fruto

3.3.6.1. Ejes estratégicos y definición de programas

Tabla 9-3: Ejes estratégicos y definición de programas.

Zonificación	Ejes estratégicos	Objetivos	Programas
Zona centro de la serranía ecuatoriana donde se distribuye <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	Conservación de la biodiversidad	Preservar la diversidad genética de la especie <i>Prunus serotina subsp capulí</i> y sus hábitats para generar ecosistemas resilientes al cambio climático	Manejo de la biodiversidad
	Desarrollo local	Mejorar la calidad de vida de los agricultores de la zona por medio de una producción integrada en armonía con el ambiente	Generación de réditos económicos en base al aprovechamiento de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

3.3.6.2. Matriz de planificación de manejo

Tabla 10-3: Ejes estratégicos y definición de programas.

Área protegida: Zona centro de la Serranía ecuatoriana			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Preservar la diversidad genética de la especie <i>Prunus serotina subsp capulí</i> 2. Generar hábitats resilientes al cambio climático y con una gran diversidad biológica 3. Contribuir en la creación de corredores biológicos que interconecten las tres provincias conservando y mejorando el estado de las poblaciones de fauna y flora autóctonas 4. Mantener y mejorar la capacidad productiva de la tierra y el uso del suelo para mitigar fenómenos de calentamiento global y cambio climático 			
Programas:			
1. Manejo de la biodiversidad.			
Resultados esperados	Indicador	Período	Fuente de verificación
Recuperar los ecosistemas degradados por medio de la	Restauración del 25% de los ecosistemas degradados debido a las	Año 2	Estudios preliminares Informes técnicos

reforestación con especies de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	malas prácticas agrícolas		
Obtener acuerdos de financiamiento que faciliten la conservación de la diversidad genética de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	Se ha obtenido un 50% del financiamiento necesario para la conservación de la diversidad genética de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	Año 1	Convenios firmados Informes financieros Actas de compromiso
Conservar y mejorar el estado de la diversidad biológica en la zona centro de la serranía ecuatoriana	Se ha recuperado un 25% de diversidad biológica en la zona centro de la serranía ecuatoriana	Año 5	Planes de manejo Fotografías Informes técnicos
Incrementar el conocimiento científico sobre el estado actual de la diversidad genética de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	Conocimiento del 50% de la flora y fauna existente en la zona centro de la serranía ecuatoriana	Año 3	Memorias Guías fotográficas

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

Tabla 11-3: Ejes estratégicos y definición de programas.

Área protegida: Zona centro de la Serranía ecuatoriana.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Combinar actividades forestales y agrícolas de manera sistemática 2. Motivar la agricultura de pequeña escala adaptada a las necesidades locales 3. Gestionar de manera sostenible y conservar los recursos naturales para mejorar los medios de subsistencia y garantizar la seguridad alimentaria 4. Mantener los procesos ecológicos y la riqueza genética por medio del manejo de áreas agrícolas y su asociación con sistemas silvopastoriles 			
Programas:			
1. Ingreso de réditos económicos en base al aprovechamiento de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>			
Resultados esperados	Indicador	Período	Fuente de verificación

Integrar el componente arbóreo a zonas con prácticas agrícolas por medio de sistemas silvopastoriles	Se han sembrado 100 plántulas de árboles en zonas agrícolas	Año 1	Informe del inventario de las plantas Fotografías
Establecer especies arbóreas para causar la conectividad de corredores boscosos	Se ha recuperado 5 hectáreas de bosque	Año 3	Informes de monitoreo Fotografías
Captura y fijación de CO ₂ atmosférico en los suelos y enfoque en el refuerzo de las áreas: naturales y silvestres remanentes	Se ha capturado 8000kg de CO ₂	Año 5	Informes técnicos Informes ambientales

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

3.3.6.3. Definición de proyectos

Tabla 12-3: Definición de proyectos.

Programas	Resultados esperados	Indicadores anuales	Proyectos
Manejo de la biodiversidad	Recuperar los ecosistemas degradados por medio de la reforestación con especies de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	Restauración del 25% de los ecosistemas degradados	Restauración ecológica enfocada con especies superiores de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>
	Obtener acuerdos de financiamiento que faciliten la conservación de la diversidad genética de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	Se ha obtenido un 50% del financiamiento necesario para la conservación de la diversidad genética de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	

	Conservar y mejorar el estado de la diversidad biológica en la zona centro de la serranía ecuatoriana	Se ha recuperado un 25% de diversidad biológica en la zona centro de la serranía ecuatoriana	Creación de corredores biológicos para aumentar la resiliencia de los ecosistemas de la zona andina central al cambio climático
	Incrementar el conocimiento científico sobre el estado actual de la diversidad genética de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	Se tiene información de dos tipos de variedades de <i>Prunus</i> presentes en la zona centro de la serranía ecuatoriana	
Generación de réditos económicos en base al aprovechamiento de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	Integrar el componente arbóreo por medio de sistemas silvopastoriles en las zonas donde existe prácticas agrícolas y controlar o reorientar la producción en las áreas actualmente ocupadas	Se han sembrado 100 plántulas de árboles en zonas agrícolas	Implementación de un sistema silvopastoril para formar una asociación entre árboles, pastos y ganado
	Establecer especies arbóreas para generar la conectividad de corredores boscosos y evitar la degradación del medio ambiente	Se ha recuperado 5 hectáreas de bosque	Crear un efecto dosel a través de la aplicación de un procedimiento Taungya en donde predominen las comunidades boscosas
	Captura y fijación de CO ₂ atmosférico en los suelos y enfoque en el refuerzo de las áreas: naturales y silvestres remanentes	Se ha capturado 8000kg de CO ₂	

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

3.3.6.4. Programas y proyectos

Programa 1. Manejo de la biodiversidad

Descripción

Uno de los problemas más grandes de la zona centro de la serranía ecuatoriana es la pérdida de la diversidad genética y biológica debido a la agricultura extensiva, es por esta razón que se crea este programa para contribuir en el manejo y conservación de la biodiversidad presente en el área por medio de técnicas de restauración y reforestación.

Objetivos del programa

Generar áreas con el predominio de árboles de *Prunus serotina subsp capulí* donde existen estructuras típicas de los bosques naturales.

Restaurar los ecosistemas degradados por medio de la reforestación con individuos de la especie *Prunus serotina subsp capulí*.

Conservar y mejorar el estado de la diversidad biológica en la zona centro de la serranía ecuatoriana.

Incrementar el conocimiento científico sobre el estado actual de la diversidad genética de *Prunus serotina subsp capulí*.

Metas

Restauración del 25% de los ecosistemas degradados debido a las prácticas agrícolas.

Se ha recuperado un 25% de diversidad biológica en la zona centro de la serranía ecuatoriana.

Se ha obtenido un 50% del financiamiento necesario para la conservación de la diversidad genética de *Prunus serotina subsp capulí*.

Beneficiarios

Población de la zona rural de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.

Universidades

GAD's Provinciales.

Responsables

GAD Provinciales de Chimborazo, Tungurahua, Chimborazo.

Posibles instituciones de financiamiento

Gobiernos seccionales

MAGAP

Ministerio del Ambiente

Otras ONG's

Marco lógico de proyectos

Tabla 13-3: Proyecto: Restauración ecológica enfocada con especies superiores de *Prunus serotina*.

Nombre del proyecto: Restauración ecológica enfocada con especies superiores de <i>Prunus serotina</i>			
Duración del proyecto: 5 años		Costo aproximado del proyecto: \$30.000	
Narrativa de objetivos	Indicadores	Fuentes de verificación	Supuestos
Fin Generar parcelas o claros con prácticas agrícolas junto con estructuras típicas de los bosques naturales establecidos por medio de poblaciones de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	100% de todas las zonas agrícolas están adecuadas con claros arbóreos	Estudios preliminares	Interés de cooperación de agricultores
Propósito Aprovechamiento sostenible y mitigación de gases de efecto invernadero	50% de reducción de gases de efecto invernadero en las prácticas relacionadas con prácticas agrícolas y el ganado vacuno	Informes técnicos	Interés de cooperación de agricultores
Componentes Composición y estratificación de	50% de las parcelas agrícolas cuentan con remanentes de bosques	Informes agrícolas Fotografías	Interés de cooperación de agricultores

parcelas agrícolas con bosques			
Actividades			Presupuesto
1. Realizar el análisis situacional y determinar el estado actual de las áreas degradadas por las prácticas agrícolas			\$5.000
2. Planificación de estrategias para el restablecimiento de árboles de capulí en los entornos agrícolas			\$10.000
3. Aplicación de estrategias de restauración ecológica enfocada con especies superiores de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>			\$2.000
4. Monitoreo de las especies de <i>Prunus serotina subsp capulí</i> y demarcación de cómo han actuado en la restauración ecológica			\$5.000
5. Realización de talleres participativos para comprender la importancia de conservar especies forestales y las potencialidades de <i>Prunus serotina subsp capulí</i> para el ser humano.			\$8.000
TOTAL			\$30.000

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

Tabla 14-3: Proyecto: Creación de corredores biológicos en la zona andina central del Ecuador.

Nombre del proyecto: Creación de corredores biológicos en la zona andina central del Ecuador			
Duración del proyecto: 5 años		Costo aproximado del proyecto: \$16.500	
Narrativa de objetivos	Indicadores	Fuentes de verificación	Supuestos
Fin Protección y conservación de la especie <i>Prunus serotina subsp capulí</i> y su hábitat	Protección del 30% de los hábitats presentes en las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi	Informes técnicos	Disponibilidad presupuestaria y de personal
Propósito Fomentar los niveles de interés sobre la importancia y beneficios de la conservación de <i>Prunus serotina subsp capulí</i> y sus hábitats	El 10% de la población sabe de la importancia de los hábitats de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	Actas de compromiso	Conveniencia de las personas de las zonas rurales

Componentes	Se ha conformado un	Informe técnico del	Disponibilidad
Evaluación de la	corredor biológico que	procedimiento de	presupuestaria y de
formación de	interconecta las tres	control y monitoreo	personal
corredores biológicos	provincias en estudio		
Actividades			Presupuesto
1. Identificar zonas degradadas			\$1.000
2. Determinar las técnicas y estrategias a emplearse			\$5.000
3. Seleccionar las especies de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>			\$2.500
4. Aplicar técnicas con especies seleccionadas para la formación de corredores biológicos			\$1.000
5. Realizar monitoreos semestrales con sus debidos informes			\$5.000
6. Socializar anualmente los resultados obtenidos			\$2.000
TOTAL			\$16.500

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

Cronograma de actividades

Tabla 15-3: Cronograma de actividades del proyecto: Restauración ecológica enfocada con especies superiores de *Prunus serotina*.

Proyecto	Actividades	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Restauración ecológica enfocada a especies superiores de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	Realizar el análisis situacional y determinar el estado actual de las áreas degradadas por las prácticas agrícolas	X	X	X	X																	
	Planificación de estrategias para el restablecimiento de árboles de capulí en los entornos agrícolas					X	X	X	X													
	Aplicación de estrategias de restauración ecológica enfocada con especies superiores de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>									X	X	X	X									
	Monitoreo de las especies de <i>Prunus serotina subsp capulí</i> y demarcación de cómo han actuado en la restauración ecológica													X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Realización de talleres participativos para comprender la																	X	X	X	X	X

Programa 2. Desarrollo local

Descripción

La agricultura es la base económica para la subsistencia de los pobladores de la serranía ecuatoriana, es por esta razón que este programa se fundamenta en el manejo integral de la agricultura y la reforestación, se trata de involucrar a los campesinos para generar ecosistemas resilientes al cambio climático ya que la prevalencia de monocultivos tiene efectos negativos no solo de erosión de suelo sino también altera la diversidad genética de la biodiversidad.

Objetivos del programa

Integrar el componente arbóreo por medio de sistemas silvopastoriles en las zonas donde existe prácticas agrícolas y controlar o reorientar la producción en las áreas actualmente ocupadas
Establecer especies arbóreas para generar la conectividad de corredores boscosos y evitar la degradación del medio ambiente.

Capturar y fijar CO₂ atmosférico en los suelos enfocados en el refuerzo de las áreas: naturales y silvestres remanentes.

Metas

Plantación de 100 plántulas de árboles de *Prunus serotina subsp capulí* en zonas agrícolas.

Recuperación de 5 hectáreas de bosque.

Captura de 8000kg de CO₂.

Beneficiarios.

Población de la zona rural de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo

Universidades

GAD's Provinciales y cantonales.

Responsables

GAD's Provinciales de Chimborazo, Tungurahua, Chimborazo

Posibles instituciones de financiamiento

Gobiernos seccionales

MAGAP

Ministerio del Ambiente

Otras ONG's

Marco lógico de proyectos

Tabla 17-3: Marco lógico del proyecto: Implementación de sistemas silvopastoriles para formar una asociación entre árboles, pastos y ganado.

Nombre del proyecto: Implementación de sistemas silvopastoriles para formar una asociación entre árboles, pastos y ganado			
Duración del proyecto: 5 años		Costo aproximado del proyecto: \$21.000	
Narrativa de objetivos	Indicadores	Fuentes de verificación	Supuestos
Fin Establecer una producción agrícola sostenible	El 50% de la producción agrícola se realiza de manera sostenible	Informes técnicos	Disponibilidad de personal
Propósito Implementar un sistema holístico de producción agrícola y ganadera	Se ha implementado 1 sistema de manejo agropecuario y forestal	Informes técnicos Fotografías	Conveniencia de las personas de las zonas rurales
Componentes Diseño y evaluación del sistema silvopastoril	El 50% de los productores agrícolas cuentan con un sistema silvopastoril	Informe técnico de la implementación del sistema silvopastoril	Disponibilidad presupuestaria y de personal
Actividades			Presupuesto
1. Estudios preliminares de los procesos agrícolas			\$1.000
2. Sembrar plántulas provenientes de un vivero			\$5.000
3. Mantenimiento y cuidado de las plántulas			\$10.000
4. Incorporar especies forrajeras y arbustos en los sistemas de producción			\$2.000
5. Generar parches de regeneración natural en potreros			\$1.000
6. Aprovechar el pasto existente y mantener limpia la plantación			\$1.000
7. Monitorear el sistema silvopastoril			\$1.000

TOTAL	\$21.000
--------------	-----------------

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

Tabla 18-3: Marco lógico del proyecto: Inserción de cultivos anuales intercalados en una plantación forestal.

Nombre del proyecto: Inserción de cultivos anuales intercalados en una plantación forestal			
Duración del proyecto: 5 años		Costo aproximado del proyecto: \$34.000	
Narrativa de objetivos	Indicadores	Fuentes de verificación	Supuestos
Fin Desarrollar entornos agro-ecológicos,	El 25% de las zonas agrícolas son resistentes a factores ambientales adversos	Informes ambientales	Predisposición de los dueños de las zonas agrícolas
Propósito Combinar temporalmente una plantación forestal durante su fase de inicial, con la producción de cultivos anuales	El 10% de las plántulas de <i>Prunus serotina subsp capulí</i> se ha desarrollado de manera adecuada en zonas agrícolas	Informe técnico del sistema agroforestal	Factores ambientales
Componentes Evaluación del desarrollo de plántulas de capulí	El 25% de las plántulas de capulí han superado su primer ciclo fenológico	Informe de ciclo fenológico de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	Factores ambientales
Actividades			Presupuesto
1. Fase de establecimiento de plántulas de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>			\$2.500
2. Monitoreo del ciclo fenológico de las plantas de capulí			\$10.000
3. Producción de cultivos de ciclo corto, como maíz y frijol u hortícolas			\$5.000
4. Evaluación del rendimiento de los cultivos anuales			\$1.500
5. Monitoreo de los beneficios ecosistémicos			\$10.000
6. Evaluación y monitoreo de los procesos de restauración			\$5.000
TOTAL			\$34.000

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

Cronograma de actividades

Tabla 19-3: Cronograma de actividades del proyecto: Implementación de técnicas para formar una asociación entre árboles, pasto y ganado.

Proyecto	Actividades	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Implementación de sistemas silvopastoriles para formar una asociación entre árboles, pastos y ganado	Estudios preliminares de los procesos agrícolas	X	X																			
	Sembrar plántulas provenientes de un vivero, en líneas con dirección al recorrido del sol			X	X																	
	Mantenimiento y cuidado de las plántulas					X	X	X	X	X	X	X	X									
	Incorporar especies forrajeras y arbustos en los sistemas de producción											X	X									
	Generar parches de regeneración natural en potreros													X	X	X	X					
	Aprovechar el pasto existente y mantener limpia la plantación				X			X					X				X					X
	Monitorear el sistema silvopastoril																	X	X	X	X	

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

Cronograma de actividades

Tabla 20-3: Cronograma de actividades del proyecto: Inserción de cultivos anuales intercalados en una plantación forestal.

Proyecto	Actividades	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Inserción de cultivos anuales intercalados en una plantación forestal	Fase de establecimiento de plántulas de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	X	X	X	X																	
	Monitoreo del ciclo fenológico de las plantas de capulí	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Producción de cultivos de ciclo corto, como maíz y fríjol u hortícolas	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
	Evaluación del rendimiento de los cultivos anuales				X				X				X				X					X
	Monitoreo de los beneficios ecosistémicos				X				X				X				X					X

Evaluación y monitoreo de los procesos de restauración																			X	X	X	X
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

Cronograma y presupuesto general de la ejecución de los programas y proyectos

Tabla 21-3: Cronograma y presupuesto general de la ejecución de los programas y proyectos.

Programas y proyectos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Presupuesto
Manejo de biodiversidad						\$46.500
Restauración ecológica enfocada a especies superiores de <i>Prunus serotina subsp capulí</i>	X	X	X	X	X	\$30.000
Creación de corredores biológicos en la zona andina central del Ecuador			X	X	X	\$16.500
Desarrollo local						\$55.000
Implementación de sistemas silvopastoriles para formar una asociación entre árboles, pastos y ganado	X	X	X	X	X	\$21.000
Inserción de cultivos anuales intercalados en una plantación forestal	X	X	X	X	X	\$34.000
TOTAL						\$101.500

Realizado por: Ruiz, Marco, 2022.

Se ha propuesto el marco operativo para los procesos de restauración ecológica por medio de acciones de reforestación asociadas a las prácticas agrícolas en la zona centro del callejón interandino, para el desempeño de esta planificación se planteó dos programas que contienen a cuatro proyectos en beneficio de la

población y el desarrollo agrícola, que sirven como un instrumento para la generación y recuperación de servicios ecosistémicos además de incrementar el rendimiento de cultivos a través del mejoramiento del suelo, con un presupuesto de \$ 101.500,00 dólares americanos.

CONCLUSIONES

Según el diagnóstico situacional de la especie *Prunus serotina subsp capulí* ésta se localiza en las provincias: Pichincha, Cotopaxi, Imbabura, Tungurahua, Chimborazo, Azuay. Las actividades antrópicas relacionadas con la agricultura son la principal amenaza que afecta a *Prunus serotina subsp capulí*.

Como resultado de la evaluación de los datos morfométricos obtenidos en el laboratorio, por lo que se refiere al aprovechamiento agrícola, solo las variedades de la provincia de Tungurahua podrían servir para actividades económicas debido a que estos frutos se valorarían más por tener un peso comercial. En la provincia de Cotopaxi y Chimborazo también se encuentran variedades del capulí con características similares pero que no serían tan valoradas para su comercialización en comparación con las variedades encontradas en Tungurahua. Dentro del análisis de las correlaciones se determinó que las variables que más idoneidad presentan son el peso con el diámetro de los frutos.

Según los análisis realizados en base a los mapas obtenidos de la distribución de *Prunus serotina subsp capulí* se puede concluir que esta especie se desarrolla en los siguientes ecosistemas: arbustal siempreverde montano, herbázar de páramo, bosque siempreverde montano y montano alto, bosque y arbustal semidecídulo, todos ubicados en zonas al norte y centro de la cordillera de los Andes, pero en concreto, los entornos formados por zonas intervenidas son los que predominan en los territorios donde se asienta esta especie.

En cuanto al modelamiento con Max-Ent, se consiguieron valores adecuados actuales de 350km² a lo largo de las tres provincias, los valores para los períodos comprendidos entre los años 2041-2060 disminuyeron, para la trayectoria 4.5 lo contrario a lo que sucedió en las décadas comprendidas entre 2081-2100. Teniendo en cuenta que los rangos de distribución adecuada de la trayectoria 8.5RCP aumentan con respecto al escenario 4.5, esto se explica debido a que el capulí suele distribuirse en zonas templadas y tropicales con una humedad relativa alta y los ecosistemas altoandinos al poseer estas características favorecen la distribución potencial de esta especie. Considerando estos escenarios *Prunus serotina subsp capulí* se puede concluir que esta especie en las décadas comprendidas entre los años 2081-2100 se podrá distribuir en zonas como Latacunga, Salcedo, Cevallos, Pelileo y Guano; todos estos territorios en el futuro poseerán las condiciones climáticas adecuadas para el establecimiento y desarrollo del capulí.

RECOMENDACIONES

Aumentar el número de puntos muestrales por provincia para obtener un modelamiento más amplio y homogéneo para todo el territorio ecuatoriano.

Es importante realizar el estudio del ciclo fenológico de *Prunus serotina subsp capulí* para comprender mejor sus patrones de distribución y adaptación a suelos generalmente pobres.

Aprovechar *Prunus serotina subsp capulí* en la implementación de programas de restauración ambiental.

Generar modelos de distribución potencial de *Prunus serotina subsp capulí* con todas las trayectorias socioeconómicas presentes en la plataforma World Clim para obtener resultados más aclarativos.

Plantear proyectos de restauración ecológica con *Prunus serotina subsp capulí* para combinar acciones de reforestación con la actividad agrícola y generar un beneficio económico, social y ambiental.

GLOSARIO

Agroecosistemas: Se trata de incorporar ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente, centrada no solo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción (Restrepo et al., 2000, p.-6).

Agroforestería: La agroforestería consiste en la integración y el uso consciente del árbol y del arbusto en la unidad agropecuaria, conjuntamente con los cultivos anuales y animales, estos presentan un ordenamiento en el espacio y en el tiempo con diversas interacciones ecológicas y económicas (Restrepo et al., 2000, p.-105).

Agrosilvopastoril: Sistemas que integran cultivos anuales, semiperennes y perennes, con la finalidad de producir alimentos en forma intensiva para el consumo humano y animal (Restrepo et al., 2000, p.-107).

Coordenadas geográficas: El sistema de coordenadas geográficas es un sistema de coordenadas esféricas mediante el cual un punto se localiza con dos valores angulares que son la latitud y la longitud (Olaya , 2014, p.46).

Distribución espacial: La distribución espacial sugieren hipótesis acerca de los mecanismos que afectan las poblaciones naturales. La distribución de los individuos de una especie local responde a un conjunto de diversas influencias ambientales, tales como: condiciones físicas favorables, buena oferta de alimento, competencia (Morlans, 2004, p.5).

Diversidad: Abundancia de distintas especies en una ubicación determinada; riqueza de especies (Smith y Smith, 2007, p.G-5).

Diversidad genética: Es un componente muy importante de la biodiversidad, sin variación genética, la transformación de la especie a través de la selección no es posible (Morlans, 2004, p.15).

Ecosistema: Sistema abierto, pero cíclico, no lineal, consiste en la interacción de todos los organismos vivos con su medio ambiente en el espacio y en el tiempo, en un área determinada. Consta de una parte biótica y otra abiótica (Restrepo et al., 2000, p.-119).

Hábitat: Es el lugar donde vive o se encuentra un organismo en un ecosistema (Sánchez et al., 2010, p.279).

Factores: Son los componentes del sistema, están caracterizados por sus valores (Busch, 2017, p.-2).

Precipitación: Cualquier tipo de agua que cae sobre la superficie de la Tierra; incluye lluvia, nieve, granizo, aguanieve, niebla, neblina, llovizna y las cantidades de cada una de ellas (Smith y Smith, 2007, p.G-14).

Procesos: Son los eventos que producen cambios en el sistema poblacional como natalidad, mortalidad, dispersión. Son descriptos por sus tasas de número de eventos por unidad de tiempo o número de eventos por individuo (Busch, 2017, p.-2).

Silvopastoril: Son sistemas integrados de plantas herbáceas, leñosas, anuales y perennes, con el fin de producir forraje en forma intensiva para los animales (Restrepo et al., 2000, p.-107).

Sistema UTM: La Proyección Universal Transversa de Mercator, se trata de un sistema completo para cartografiar la práctica totalidad de la Tierra. Para ello, esta se divide en una serie de zonas rectangulares mediante una cuadrícula y se aplica una proyección y unos parámetros geodésicos concretos a cada una de dichas zonas (Olaya , 2014, p.52).

Nicho: Papel funcional de una especie en la comunidad, incluidas actividades y relaciones (Smith y Smith, 2007, p.G-12).

Nicho ecológico: Conjunto de situaciones en las cuales el organismo en cuestión, se desarrolla, incluyendo su papel en la comunidad o en el ecosistema (Morlans, 2004, p.13).

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA RIVERA & ALVARO Giovanni. Caracterización carpológica de la especie de uso alimenticio *Prunus serotina* Kunth 1879 en la zona central de los Andes del Ecuador. [En línea] 2019. [Citado el: 4 de 4 de 2022.] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/12342>.

ACOSTA, SALOMÓN, LAINES, Blanca, PIÑA & GILBER. Estadística inferencial. *Repositorio Académico UPC*. [En línea] 2014. [Citado el: 15 de Noviembre de 2021.] Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/316022/ma148_manual_2014_01.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ANDINO PILCO, Edwin V. Evaluación de cuatro métodos de escarificación y dos sustratos para la obtención de plántulas de capulí. [En línea] 2018. [Citado el: 3 de 4 de 2022.] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10352>.

ASAMBLEA GENERAL CONSTITUYENTE. Constitución del Ecuador. *Registro Oficial* [en línea], 2008. no. 20 de Octubre, pp. 218. ISSN 1098-6596. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004. Disponible en: <https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec030es.pdf>.

ASCENCIO PACHO , Juan D & VEGA GAVILAN, Luz N. Evaluación de “*Sternula Lorata*” en la Reserva de Paracas mediante el modelo de dispersión de especies Maxent y Divagis. [En línea] 2021. [Citado el: 21 de Diciembre de 2021.] Disponible en: http://200.121.226.32:8080/bitstream/handle/20.500.12840/5004/Juan_Tesis_Licenciatura_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ÁVILA CORIA, Rosaura, VILLAVICENCIO GARCÍA, Raymundo & RUIZ CORRAL, José A. Distribución Potencial de *Pinus herrerae* Martínez en el Occidente del estado de Jalisco. [En línea] 2014. [Citado el: 21 de Diciembre de 2021.] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322014000400009.

BAÑOS GAIBOR, Katherin J. Identificación y descripción de características anatómicas de la madera de *Prunus serotina* (capulí) procedente de tres provincias: Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi. [En línea] 2017. [Citado el: 05 de Febrero de 2022.] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6683/1/33T0167.pdf>.

BONILLA FORERO, John A. Itribución potencial de la especie lithobates catesbeianus en la región continental de colombia bajo iteraciones de cambio climático. [En línea] 2017. [Citado el: 31 de Enero de 2022.] Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/286064650>.

BORJA BORJA, Edwin J. Caracterización eco-geográfica de Prunus serotina Ehrh subsp. capuli (Cav.) McVaugh (capulí), en la región andina de Ecuador. [En línea] 2017. [Citado el: 04 de Febrero de 2022.] Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5503>.

BRAVO CADENA, Jessica, SÁNCHEZ ROJAS, Gerardo & GELVIZ GELVEZ, Sandra. Estudio de la distribución de las especies frente al cambio climático. *Cuadernos de biodiversidad*. ISSN: 1575-5495, 2011.

BUSCH, M. Ecología general. [En línea] 2017. [Citado el: 31 de 3 de 2022.] Disponible en: <https://infolibros.org/pdfview/8058-ecologia-de-poblaciones-m-busch/>. *Caracrcterización del funcionamiento de los ecosistemas ibéricos mediante teledetección*.

ALCARAZ SEGURA, D. 2006, ecosistemas, págs. 113-117.

CARDONA MADARIAGA, Diego F, & OTROS. *Inferencia estadística módulo de regresión lineal simple*. Bogotá D.C. : Editorial Universidad del Rosario, 2013. ISSN: 0124-8219.

CHAQUILA CUBILLAS, Miguel. Modelamiento con MAXENT del Koala (Phascolarctos Cinereus). [En línea] 2018. [Citado el: 21 de Diciembre de 2021.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/343689986_Modelamiento_con_MAXENT_del_Phascolarctos_Cinereus_Koala.

CHISAGUANO CHISAGUANO, Luis A. Evaluación de la aplicación de tres productos inductores de brotación en capulí (Prunus capulí), comunidad Quilajaló, Salcedo, Cotopaxi. [En línea] 2012. [Citado el: 3 de Diciembre de 2021.] Disponible en: <http://181.112.224.103/bitstream/27000/750/1/T-UTC-0579.pdf>.

CHUCURI MALÁN, Juan J. Generación de bioconocimiento para la conservación y uso sostenible de la agrobiodiversidad nativa en el Ecuador en el apoyo a la seguridad y soberanía alimentaria. [En línea] 2013. [Citado el: 22 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/928/1/iniapscP.Ch559c2013.pdf>.

CHUCURI MALÁN, Juan J. Caracterización morfoagronómica in situ y molecular de capulí (*Prunus serotina* Ehrh.) del Banco Nacional de Germoplasma del INIAP-ECUADOR. [En línea] 2014. [Citado el: 17 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <https://docplayer.es/56846910-Universidad-estatal-de-bolivar-facultad-de-ciencias-agropecuarias-recursos-naturales-y-del-ambiente-escuela-de-ingenieria-agronomica-tema.html>.

REPOSITORIO DIGITAL INIAP. *Repositorio Digital INIAP*. [En línea] 2014. [Citado el: 02 de 10 de 2021.] <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3695/1/iniapsctCh559cm.pdf>.

CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Perspectiva global de la Tierra. [En línea] 2017. [Citado el: 23 de Noviembre de 2021.] Disponible en: https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/201709/GLO_Full_Report_low_res_Spanish.pdf. *Correlación y regresión lineal de variables climatológicas para el diseño ecotecnologías y arquitectura bioclimática.*

ALANÍS NAVARRO, J.A., & OTROS. 2, Diciembre de 2017, Revista de Arquitectura y Diseño, Vol. 1, págs. 1-12.

CUESTA , F., & OTROS. Biodiversidad y Cambio Climático en los Andes Tropicales - Conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y delinear acciones de adaptación. [En línea] 2012. [Citado el: 06 de Febrero de 2022.] Disponible en: <https://www.comunidadandina.org/StaticFiles/201357161125gloria.pdf>.

CUESTA, Francisco, & OTROS. *Escenarios de impacto del cambio climático sobre la biodiversidad en el Ecuador continental*. Quito, Ecuador : Ministerio del Ambiente del Ecuador. CONDESAN. Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador., 2015. pág. 24.

RESTREPO B, Luis F. & GONZÁLEZ L, Julián. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. *De Pearson a Spearman. Diagnóstico ecológico en la determinación de los destinos turísticos en la provincia El Oro, Ecuador.* 2017.

LÓPEZ FERNÁNDEZ, Raúl, FADUL FRANCO, Jorge S. & PALOMEQUE JARAMILLO, Jean M. 2, Quito : Universidad y Sociedad, 2016, Vol. 8. ISSN: 2218-3620. *El capulín (*Prunus serotina* Ehrh.): árbol multipropósito con potencial forestal en México.*

GUZMÁN, Félix A., SEGURA LEDESMA, Sergio D. & ALMAGUER VARGAS, Gustavo. 1, México : s.n., 2020, Vol. 26. 2611866. *El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman.*

MARTÍNEZ ORTEGA, ROSA MARÍA, Y OTROS. 2, La Habana, Cuba : Revista Habanera de Ciencias Médicas, 2009, Vol. 8. E-ISSN: 1729-519X.

ESCOTO CASTILLO, Ana, SÁNCHEZ PEÑA, LANDY & GACHUZ DELGADO, Sheila. Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP): nuevas maneras de comprender el cambio climático y social. [En línea] 2017. [Citado el: 23 de 11 de 2021.] Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/educm/v32n3/2448-6515-educm-32-03-00669.pdf>.

ESPINOZA, GUILLERMO. *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental.* Santiago, Chile : s.n., 2001. *Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models, Ecological modelling.*

ANDERSON, ROBERT, LEW, Daniel & TOWNSEND, PETERSON. 3, 2003, Vol. 162. ISSN 0304-3800.

GALINDO URIARTE, Alma R, AVENDAÑO PALAZUELOS, ROBERTO C. Y ANGULO RODRÍGUEZ, Amada A. *Biología básica.* Culiacán Rosales, Sinaloa, México : s.n., 2012.

GARCÍA PINO, Karen T. & ÑAUTA YANDÚN, Alejandro P. Estudio piloto para la recuperación forestal de la franja de amortiguamiento del embalse Mazar a través de la inoculación de hormonas de crecimiento. [En línea] 2016. [Citado el: 21 de 11 de 2021.] Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26233/1/tesis.pdf>.

GIL Y CARBÓ, Guillermo E. Modelos de distribución y su aplicación en la conservación de mamíferos terrestres sudamericanos. [En línea] 2017. [Citado el: 2 de Octubre de 2021.] Disponible en: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/681434/gil_carbo_guillermo_eduardo.pdf?sequence=1.

GÓMEZ SÁNCHEZ, Lucy E. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LEPIDÓPTEROS (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE), BAJO TRES ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO Y UN MODELO DE PERTURBACIÓN ANTROPOGÉNICO EN COLOMBIA. [En línea] 2018. [Citado el: 31 de Enero de 2022.] Disponible en:

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14978/G%c3%b3mezS%c3%a1nchezLucyEsperanza2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GÓMEZ VILLEGAS, Miguel A. Inferencia estadística. [En línea] 2005. Disponible en: <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479786878.pdf>.

GUADALUPE LÓPEZ, Juan J. Estudio preliminar de la diversidad genética del Capulí (*Prunus serotina*) mediante el uso de marcadores moleculares microsatélites. [En línea] 2012. [Citado el: 08 de Diciembre de 2021.] Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1976>.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FÉRNANDEZ COLLADO, Carlos & BAPTISTA LUCIO, María del P. *Metodología de la investigación. Sexta Edición*. México D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V., 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

HINOJOSA YANOUCHE, Michaela A. Diagnósticos socio ambientales en Ecuador a partir de la Teoría de la Acción Colectiva y los Bienes Comunes. [En línea] 2019. [Citado el: 21 de 11 de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6710/1/T2874-MGD-HinojosaDiagnosticos.pdf>.

HORTAL, Joaquín , & OTROS. Comprensión de la distribución de especies (insectos) a través de escalas espaciales. [En línea] 2010. [Citado el: 26 de Enero de 2022.] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1600-0587.2009.06428.x>.

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE INFORMACIÓN EN BIODIVERSIDAD. Acceso libre y abierto a datos sobre biodiversidad. [En línea] 2021. [Citado el: 08 de Diciembre de 2021.] Disponible en: <https://www.gbif.org/>.

INOCENTE PANTOJA, Jorge L. Evaluación de la germinación de 7 ecotipos de capulí (*Prunus capuli*) con dos fitohormonas en Huaraz-Ancash. [En línea] 2015. [Citado el: 05 de Febrero de 2022.] Disponible en: http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1547/T033_43286769%20_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

INTRIAGO BALDEÓN, Dámaris, & OTROS. Evaluación de la variabilidad genética del capulí (*Prunus serotina* subsp. capulí) en tres provincias del Ecuador. [En línea] 2013. [Citado el: 3 de 4 de 2022.] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6538247>.

ITLA REGUERIN LOPEZ, José M. Distribución potencial de especies de la familia Araliaceae de la región Madidi. [En línea] 2012. [Citado el: 02 de Octubre de 2021.] Disponible en: http://www.mobot.org/pdfs/research/madidi/itla_2010_thesis.pdf.

JARAMILLO LOAYZA, Marelys L. & MERCHÁN ROSERO, Tatiana L. Evaluación de las zonas de recarga hídrica en relación a las formaciones vegetales en la parroquia Angochagua. [En línea] 2018. [Citado el: 29 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8654/1/03%20RNR%20294%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>. *La comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación ambiental*.

SÁNCHEZ SÁNCHEZ-CAÑETE, Francisco J. & PONTES PEDRAJAS, Alfonso. Cádiz, España : Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 2010, Vol. 7. E-ISSN:1697-011X.

LAURENTE, Miguel. MODELACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DISTRIBUCIÓN DE CEDRELA ODORATA. “CEDRO” EN LA AMAZONIA PERUANA. [En línea] 2015. [Citado el: 01 de Febrero de 2022.] Disponible en: <https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/174/163>.

LÓPEZ GALÁN, Alejandra. Morfometría geométrica: el estudio de la forma y su aplicación en biología. [En línea] 2015. [Citado el: 21 de Noviembre de 2021.] Disponible en: https://www.utm.mx/edi_anteriores/temas55/T55_2Nota_6.pdf.

LÓPEZ MEDINA, Eloy. & OTROS. Morfometría de frutos y semillas del “ají mochoero” *Capsicum chinense* Jacq. [En línea] 04 de 08 de 2020. [Citado el: 23 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/1598/725>.

LÓPEZ MONZÓN, Carlos E, GARCÍA VÁSQUEZ, Aroldo R. & MARTINEZ GARCÍA, Hugo G. Caracterización in situ morfológica y físico-química de aguacates nativos (*Persea americana* Mill) en dos localidades de la región Huista, Huehuetenango. [En línea] 2019. [Citado el: 4 de 4 de 2022.] Disponible en: <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Informes%20Finales%20IICACRIA%202020/18%20AGUACATE/Caracterizaci%C3%B3nCUNOROCCL%C3%B3pez/Caract%20AguacateCUNOROC.pdf>.

LOVATÓN SARCO, Pedro F. EL diagnóstico situacional: herramienta indispensable en la elaboración del currículo para la formación académico profesional del comunicador social, al 2011. [En línea] 2012. [Citado el: 16 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/323342859.pdf>.

MACÍAS BARREDO, José M. Distribución actual y potencial de especies leñosas alimenticias en África para la formulación de estrategias de conservación. [En línea] Septiembre de 2016. [Citado el: 18 de Diciembre de 2021.] Disponible en: https://eprints.ucm.es/id/eprint/40046/1/TFM.pdf?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es.

MACIEL MATA, Carlos A, & OTROS. El área de distribución de las especies: revisión del concepto. [En línea] 2015. [Citado el: 25 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/au/v25n2/v25n2a1.pdf>.

MAE. *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Quito : Subsecretaría de Patrimonio Natural, 2012.

MAGRIN, Graciela O. *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile : s.n., 2015. S.15-01318.

MEJÍA, Danilo, TONÓN, María & ABAD, Lorena. Distribución potencial del género *Polylepis* en la Cuenca del río Paute bajo un escenario de cambio climático . [En línea] 2018. [Citado el: 01 de Febrero de 2022.] Disponible en: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/2215/1505>.

MINISTERIO DE SALUD DEL ECUADOR. INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACION DEL ANÁLISIS SITUACIONAL INTEGRAL DE SALUD. [En línea] Septiembre de 2014. [Citado el: 16 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/AN%20ANÁLISIS%20SITUACIONAL%20INTEGRAL%20DE%20SALUD%20FINAL.pdf>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025. [En línea] 2012. [Citado el: 18 de Diciembre de 2021.] Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/ESTRATEGIA-NACIONAL-DE-CAMBIOClimatico-DEL-ECUADOR.pdf>. *Modelación de nichos ecológicos basado en tres escenarios de cambio climático para cinco especies de plantas en zonas altas de Costa Rica.*

QUESADA QUIRÓS, Mario , & OTROS. 34, Costa Rica : Revista Forestal Mesoamericana, 2017, Vol. Vol.14. ISSN: 2215-2504. *Modelamiento de nichos ecológicos de flora amenazada para escenarios de cambio climático en el departamento de Tacna-Perú.*

NAVARRO GUZMÁN, Marco A, JOVE CHIPANA, Cesar A. & IGNACIO APAZA, Javier M. 2019, Colombia forestal. ISSN 0120-0739. *Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética.*

MATEO, Rubén G., FELICÍSIMO, Ángel M. & MÚÑOZ, Jesús. 2011, Revista Chilena de Historia Natural, págs. 217-240. *Modelos ecológicos: descripción, explicación y predicción.*

BLANCO, J.A. 3, 18 de Diciembre de 2013, Ecosistemas, Vol. 22, pág. 5. ISSN 1697-2473.

MONCAYO CONTRERAS, Omar R. *Análisis de la diversidad genética del capulí (Prunus serotina), en la región andina del Ecuador, utilizando marcadores moleculares AFLP.* Quito : s.n., 2017.

MORA COSTILLA, Maria M, & OTROS. MORFOMETRÍA DE FRUTOS Y SEMILLAS DE *Grabowskia boerhaviifolia* “PALO NEGRO”. [En línea] 30 de 06 de 2020. [Citado el: 23 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/2994/3322>.

MORLANS, María C. Introducción a la ecología de poblaciones. [En línea] Universidad Nacional de Catamarca, 2004. [Citado el: 31 de 3 de 2022.] Disponible en: <https://infolibros.org/pdfview/8057-introduccion-a-la-ecologia-de-poblaciones-maria-cristina-morlans/>.

MOTA VARGAS, Claudio, & OTROS. *Una breve introducción a los modelos de nicho ecológico.* Ciudad de México : Libermex, 2019.

MURIEL M., Priscilla. La diversidad de ecosistemas en el Ecuador. [En línea] 2008. [Citado el: 28 de Noviembre de 2021.] Disponible en: https://www.ecotec.edu.ec/documentacion/investigaciones/docentes_y_directivos/articulos/5453_TRECALDE_00098.pdf.

MUSEO ECUATORIANO DE CIENCIAS NATURALES. Ecosistemas del Distrito Metropolitano de Quito. [En línea] 2009. [Citado el: 29 de 11 de 2021.] Disponible en:

http://inabio.biodiversidad.gob.ec/wp-content/uploads/2018/12/L_Guia_ecosistemas_DMQ-1.pdf.

NAVARRO GÓMEZ, Rolando. *Modelamiento espacial de nichos ecológicos para la evaluación de presencia de especies forestales maderables en la amazonía peruana.* Lima, Perú : Punto & Grafía S.A.C, 2013. 2013-08963.

OLAYA, Víctor. *Sistemas de Información Geográfica.* Girona : s.n., 2014.

PORTILLA FARFÁN , Fredi. Agroclimatología del Ecuador. [En línea] 2018. [Citado el: 1 de 4 de 2022.] Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17047>.

PROAÑO BURBANO, María D. Plan de Acción para la Conservación de los Murciélagos del Ecuador. [En línea] 2015. [Citado el: 29 de Noviembre de 2021.] http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9935/Tesis_PlanAccion_MDP.pdf?sequence=1.

PUCHA COFREP, Franz, & OTROS. Fundamentos de SIG. Aplicaciones con ArcGIS. [En línea] 2017. [Citado el: 03 de Octubre de 2021.] Disponible en: http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/libro_sig.pdf.

QUISPE DIAZ, Ismael K & RAMOS CARI, Carlos A. Modelación de la Distribución Potencial de la Vicuña (*Vicugna vicugna*) en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca (Perú) con MaxEnt . [En línea] 2020. [Citado el: 01 de Febrero de 2022.] Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3535/Carlos_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y.

RESTREPO, José, A. & PRAGER, Martín. Agroecología. [En línea] 2000. [Citado el: 31 de 3 de 2022.] Disponible en: <https://infolibros.org/pdfview/8066-agroecologia-jose-restrepo-m-diego-ivan-angel-s-y-martin-prager-m/>.

ROSAS CHÁVEZ, Karol E. Morfometría de frutos y semillas de dos morfotipos de cedro colorado (*Cedrela odorata* L.) en Tingo María. [En línea] 2019. [Citado el: 23 de Noviembre de 2021.] Disponible en: http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1467/KERC_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SANCHÚN, Andrés, & OTROS. Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. [En línea] 2016. [Citado el: 06 de Febrero de 2022.] Disponible en: https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/2016/manual_flr_para_pweb.pdf.

SANS FUENTES , Assumpció. Estudio de la variabilidad morfológica en la zona de Polimorfismo Robertsoniano Barcelona de *Mus domesticus* mediante morfometría geométrica. [En línea] Octubre de 2004. [Citado el: 21 de Noviembre de 2021.] Disponible en: https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/788/05_capitulo_4.pdf?sequence=6.

SEGURA MADRIGAL, Milena A., ANDRADE C., HERNÁN J. & SIERRA RAMÍREZ, Erika. Diversidad florística y captura de carbono en robledales y pasturas con árboles en Santa Isabel, Tolima, Colombia. [En línea] 2020. [Citado el: 04 de Febrero de 2022.] Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v68n2/0034-7744-rbt-68-02-383.pdf>.

SMITH, THOMAS M. & SMITH, Robert L. *Ecología. 6ª. Edición.* Madrid, España. : Pearson Educación, S.A., 2007. ISBN: 978-84-7829-084-0.

SOTELO, Mauricio, & OTROS. Sistemas sostenibles de producción ganadera en el contexto amazónico. Sistemas silvopastoriles: ¿una opción viable? [En línea] 2017. [Citado el: 06 de Febrero de 2022.] Disponible en: file:///C:/Users/Mi%20PC/Downloads/CIAT_VISION_AMAZONIA_SISTEMAS_SILVOPASTORILES.pdf.

TERÁN VALDEZ, Andrea, & OTROS. Conservación y uso sostenible de los páramos de Tungurahua. Conocer para manejar. [En línea] 2019. [Citado el: 28 de Noviembre de 2021.] Disponible en: https://condesan.org/wpcontent/uploads/2020/05/CONDESAN_2019_Monitoreo_TUNGURAHUA.pdf.

TROPICOS ORG. Jardín Botánico de Missouri . [En línea] 2021. [Citado el: 08 de Diciembre de 2021.] Disponible en: <https://www.tropicos.org/home>.

URCUANGO CAYAMBE, Patricio W. Evaluación de medios de cultivo para la micropropagación "in vitro" de capulí (*Prunus serotina* ssp capulí Cav) a partir de segmentos nodales. [En línea] 22 de 11 de 2014. [Citado el: 02 de 10 de 2021.] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3374/1/T-UCE-0004-102.pdf>. *Uso del modelado*

de nicho ecológico como una herramienta para predecir la distribución potencial de Microcystis sp (cianobacteria) en la Presa Hidroeléctrica de Agualimpa, Nayarit, México.

IBARRA MONTOYA, José L., & OTROS. 1, México : s.n., 2012, Revista Ambiente y Agua, Vol. 7. ISSN: 1980-993X - doi: 10.4136/1980-993X.

VACA CÁRDENAS, Maritza L, & OTROS. Modelado de Maxent, predicción de la distribución espacial de la vicuña en Ecuador. [En línea] 2021. [Citado el: 01 de Febrero de 2022.] Disponible en: <https://www.alfapublicaciones.com/index.php/alfapublicaciones/article/view/109/347>.

VALDIVIEZO CAMPOS, Juan E., OCAÑA VENTURA, Jessica P & TADEO HORNA, María de los A. Características farmacognósticas y cuantificación espectrofotométrica de antocianinas totales del fruto de *Prunus serotina* subsp. *capulí* (Cav.) McVaugh Rosacea "capulí". [En línea] 2018. [Citado el: 3 de 4 de 2022.] Disponible en: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25309>.

VARELA, S, & OTROS. ecoClimate vs. Worldclim: variables climáticas SIG para trabajar en biogeografía. [En línea] 2015. [Citado el: 26 de Enero de 2022.] Disponible en: <file:///C:/Users/Mi%20PC/Downloads/1112-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3656-1-10-20151221.pdf>.

VÁSQUEZ VIDEA, Ari E. & BELLORIN UMANZOR, Nexis D. Variación fenotípica y correlación de rendimiento con características morfo-agronómicas en una población de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6 en la época de primera, Sábana Grande, Managua, 2014. [En línea] 2016. [Citado el: 09 de 12 de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/3358/>.

VITERI VERA, María del P. & TAPIA TORAL, Mauro C. Economía ecuatoriana: de la producción agrícola al servicio. [En línea] 04 de Abril de 2018. [Citado el: 22 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n32/a18v39n32p30.pdf>.


Ing. Gerardo Castillo



ID	Peso de 10 unidades de semillas en 3 repeticiones			Texture Superficie	Width(cm)										Long(cm)										high(cm)										Forma del ápice	Color	
					Rep1	Rep2	Rep3	Rep4	Rep5	Rep6	Rep7	Rep8	Rep9	Rep10	Rep1	Rep2	Rep3	Rep4	Rep5	Rep6	Rep7	Rep8	Rep9	Rep10	Rep1	Rep2	Rep3	Rep4	Rep5	Rep6	Rep7	Rep8	Rep9	Rep10			
TG28	3,09	3,07	3,09	Rugosa	0,96	0,93	0,91	0,99	0,94	0,94	0,93	0,92	0,9	0,94	1,04	1,02	1,05	1,07	1,09	1,05	1,01	1,04	1,04	1,02	0,78	0,75	0,75	0,78	0,73	0,76	0,75	0,75	0,71	0,75	Papillate	10/R4/6	
310	2,79	2,89	2,77	Rugosa	0,97	0,86	0,91	0,89	0,91	0,9	0,88	0,89	0,91	0,91	1,03	1	0,99	0,99	1,03	0,97	1,02	0,94	1,05	1	0,74	0,62	0,68	0,68	0,67	0,68	0,67	0,67	0,68	0,69	Papillate	10/R9/4	
CH108	2,95	3,34	3,07	Rugosa	0,92	0,85	0,88	0,91	0,9	0,76	0,79	0,89	0,78	0,83	1,15	1,04	1,1	1,17	1,12	1,1	0,97	1,14	1,03	1,05	0,77	0,71	0,76	0,79	0,75	0,64	0,67	0,75	0,66	0,7	Acute	10/R8/2	
309	2,71	2,73	2,86	Rugosa	0,99	0,9	0,83	0,86	0,91	0,99	0,87	0,87	0,86	0,88	1	0,96	0,86	0,9	0,93	1,03	0,9	0,92	0,88	0,92	0,83	0,71	0,67	0,7	0,74	0,83	0,7	0,69	0,68	0,63	Papillate	10/R9/4	
TG15	3,13	3,19	3,1	Rugosa	1,04	1,02	1,01	1,03	1,01	1	0,92	1,04	0,97	1,07	1,25	1,09	1,09	1,14	1,1	1,08	1,12	1,15	1,14	1,05	0,87	0,81	0,81	0,8	0,77	0,8	0,76	0,84	0,82	0,86	Papillate	10/R6/8	
CH114	2,13	2,26	2,28	Rugosa	0,77	0,77	0,81	0,81	0,81	0,77	0,81	0,82	0,85	0,81	0,87	0,86	0,95	0,97	0,92	0,94	0,94	0,95	0,94	0,97	0,62	0,64	0,67	0,64	0,66	0,62	0,66	0,65	0,69	0,64	Papillate	10/R9/4	
CH109	1,95	2,09	2,05	Rugosa	0,83	0,82	0,8	0,77	0,89	0,83	0,8	0,82	0,83	0,79	0,89	0,87	0,9	0,84	0,94	0,96	0,91	0,88	0,88	0,91	0,65	0,64	0,6	0,61	0,7	0,67	0,61	0,62	0,62	0,65	Papillate	10/R9/4	
CH140	2,28	2,02	2,28	Rugosa	0,73	0,77	0,77	0,76	0,78	0,79	0,8	0,75	0,75	0,77	0,85	0,92	0,92	0,91	0,95	0,93	0,97	0,86	0,86	0,91	0,59	0,63	0,62	0,62	0,62	0,65	0,61	0,59	0,62	0,63	Papillate	10/R9/4	
CH117	2,43	2,33	2,32	Rugosa	0,84	0,87	0,87	0,85	0,84	0,85	0,83	0,84	0,87	0,92	0,9	0,94	0,95	0,96	0,93	0,94	0,88	0,96	0,99	0,99	0,73	0,74	0,69	0,69	0,84	0,7	0,67	0,69	0,74	0,76	Papillate	10/R9/4	
TG16	2,61	2,86	3,01	Rugosa	0,98	0,99	1	0,99	1,04	1,01	0,87	0,87	0,98	0,98	1,04	1,13	1,07	1,16	1,15	1,15	1,06	0,95	1,14	1,13	0,82	0,81	0,82	0,84	0,85	0,82	0,71	0,72	0,8	0,79	Papillate	10/R5/8	
CH116	2,85	2,58	2,61	Rugosa	0,82	0,76	0,88	0,85	0,88	0,85	0,83	0,85	0,82	0,85	0,89	0,89	1,03	0,97	0,99	0,98	0,95	0,96	0,99	0,97	0,64	0,59	0,68	0,69	0,71	0,69	0,67	0,67	0,69	0,69	Papillate	10/R9/4	
TG29	3,5	3,82	3,92	Ruminante	0,96	1,02	1,02	0,98	0,99	0,96	0,98	0,9	1,04	0,96	0,95	1,05	0,95	0,97	1,03	0,98	1,02	0,99	0,99	1,01	0,83	0,88	0,91	0,83	0,88	0,86	0,79	0,85	0,79	0,9	0,83	Papillate	10/R6/4
TG43	3,68	3,34	3,73	Ruminante	1,04	0,94	0,95	0,95	1,02	0,89	0,84	1,08	0,92	0,97	1,12	1,08	1,1	1,07	1,21	1,05	0,99	1,17	1,1	1,03	0,9	0,78	0,78	0,75	0,85	0,7	0,63	0,84	0,72	0,76	Papillate	10/R5/8	
TG35	2,16	2,2	2,13	Rugosa	0,83	0,87	0,81	0,81	0,76	0,79	0,77	0,72	0,84	0,81	0,95	0,96	0,9	0,9	0,95	0,82	0,83	0,8	0,91	0,93	0,66	0,66	0,67	0,66	0,6	0,61	0,6	0,56	0,65	0,61	Papillate	10/R6/4	
306	3,82	4,07	3,93	Ruminante	1,03	1,03	1,01	1,09	1,12	1,01	0,97	1,08	1,06	1,01	0,98	0,92	0,99	1,1	1,01	0,91	0,96	0,99	0,96	1,02	0,9	0,9	0,9	1,09	0,97	0,91	0,83	0,95	0,94	0,87	Papillate	10/R6/6	
TG11	3,28	2,86	2,78	Rugosa	0,9	1,02	1,01	0,91	0,95	0,92	1,03	0,99	0,83	0,91	0,98	1,1	1,1	1,03	1,03	1,02	1,12	1,04	0,95	1,02	0,72	0,85	0,85	0,73	0,8	0,72	0,86	0,86	0,96	0,75	Papillate	10/R4/6	
TG8	5,76	5,85	5,84	Ruminante	1,11	1,21	1,14	1,17	1,23	1,1	1,11	1,21	1	1,17	1,08	1,21	1,18	1,12	1,13	0,99	1,18	1,22	1,06	1,19	0,93	1,01	0,95	0,97	0,96	0,96	1	1	0,9	0,9	Papillate	10/R6/4	
CH124	2,84	2,54	2,72	Rugosa	0,92	0,92	0,86	0,93	0,94	0,93	0,89	0,93	0,88	0,86	0,95	0,93	0,88	0,95	0,96	0,99	0,91	0,89	0,9	0,97	0,72	0,7	0,68	0,73	0,71	0,72	0,71	0,68	0,66	0,69	Papillate	10/R9/4	
CH133	2,52	2,62	2,51	Rugosa	0,87	0,91	0,88	0,86	0,92	0,91	0,86	0,88	0,85	0,86	0,9	0,92	0,85	0,88	0,9	0,9	0,87	0,91	0,92	0,89	0,69	0,73	0,7	0,71	0,74	0,72	0,69	0,7	0,68	0,69	Papillate	10/R9/4	
TG56	5,28	5,99	5,8	Ruminante	1,17	1,13	1,23	1,15	1,24	1,02	1,09	1,21	1,14	1,14	1,14	1,17	1,21	1,14	1,23	1,06	1,06	1,18	1,13	1,1	0,98	0,96	1,1	0,95	0,98	0,85	0,97	1,02	0,96	0,93	Papillate	10/R4/6	
TG41	2,21	2,08	2,13	Rugosa	0,87	0,89	0,91	0,79	0,88	0,84	0,89	0,9	0,89	0,9	1,03	1,04	1,08	0,95	1,07	1,03	1,09	1,03	1,05	1,07	0,65	0,67	0,66	0,58	0,67	0,6	0,67	0,65	0,65	0,64	Papillate	10/R9/4	
TG34	2,41	2,51	2,41	Rugosa	0,79	0,92	0,86	0,85	0,88	0,65	0,67	0,81	0,81	0,84	0,92	1,05	1,04	0,99	1,02	1,06	1,02	1,06	1,05	0,9	0,61	0,7	0,85	0,65	0,7	0,65	0,67	0,64	0,61	0,66	Papillate	10/R6/4	
TG71	2,72	2,57	2,55	Rugosa	0,87	0,84	0,78	0,78	0,92	0,79	0,83	0,82	0,9	0,8	1,06	1,06	1,04	1,01	1,14	0,97	1,05	1,04	1,02	1,02	0,71	0,65	0,64	0,63	0,73	0,6	0,67	0,66	0,72	0,64	Papillate	10/R9/4	
CH123	3,05	3,21	3,18	Rugosa	0,97	1,01	0,94	0,94	0,95	0,95	1	0,95	0,91	0,96	1,07	1,13	1,11	1,09	1,08	1,09	1,09	1,12	1,03	1,07	0,85	0,84	0,82	0,83	0,83	0,82	0,79	0,82	0,74	0,8	Papillate	10/R9/4	
TG40	2,36	2,55	2,96	Rugosa	0,9	0,89	0,9	0,92	0,91	0,82	0,96	0,83	0,96	0,82	1,09	1,12	1,15	1,14	1,14	1,01	1,12	1,09	1,16	1,02	0,67	0,66	0,65	0,68	0,67	0,61	0,72	0,62	0,76	0,6	Papillate	10/R6/4	
TG74	2,11	2,28	2,37	Rugosa	0,93	0,93	0,88	0,87	0,89	0,91	0,9	0,87	0,88	0,94	1,06	1,07	1,06	0,92	1,04	1,03	0,96	1,06	1,05	1,04	0,61	0,68	0,65	0,62	0,66	0,67	0,66	0,67	0,69	0,69	Papillate	10/R9/4	
CH141	2,1	1,76	2,03	Rugosa	0,77	0,81	0,81	0,86	0,82	0,8	0,8	0,82	0,85	0,83	0,81	0,87	0,86	0,9	0,84	0,82	0,84	0,83	0,92	0,84	0,59	0,65	0,64	0,67	0,63	0,6	0,65	0,65	0,69	0,63	Papillate	10/R9/4	
CO14	2,31	2,11	2,2	Rugosa	0,88	0,91	0,95	0,83	0,86	0,88	0,85	0,77	0,85	0,85	1,06	1,05	1,12	1,02	0,99	1,07	1,02	1,04	1,04	1,02	0,66	0,68	0,81	0,65	0,63	0,68	0,68	0,57	0,64	0,69	Papillate	10/R6/4	
TG30	3,37	3,43	3,38	Ruminante	0,87	0,98	0,88	0,82	0,9	0,82	0,94	0,91	0,93	0,89	0,97	1	1,02	0,99	0,98	0,98	1,04	1,01	1,02	0,99	0,71	0,77	0,74	0,65	0,75	0,66	0,76	0,72	0,78	0,73	Papillate	10/R6/4	
303	2,37	2,24	2,37	Rugosa	0,83	0,79	0,82	0,75	0,82	0,84	0,75	0,77	0,82	0,81	1,06	0,93	1,03	1	1,01	1,02	1	0,89	0,99	1	0,66	0,64	0,65	0,6	0,64	0,65	0,6	0,65	0,65	0,64	Papillate	10/R6/4	
CH115	2,84	2,77	2,72	Rugosa	0,95	0,88	0,85	0,92	0,88	0,88	0,95	0,88	0,91	0,93	1,08	1,04	0,98	0,9	1,1	0,93	1,05	1,06	1,07	1,06	0,81	0,75	0,72	0,71	0,73	0,69	0,81	0,78	0,83	0,84	Papillate	10/R6/6	
CO16	4,38	4,47	4,32	Ruminante	1,07	1,01	1,02	1,02	1,11	0,93	0,97	0,94	1,05	1,06	1,09	1,23	1,18	1,1	1,19	1,1	1,03	1,09	1,19	1,06	0,88	0,89	0,87	0,81	0,93	0,82	0,86	0,78	0,91	0,92	Papillate	10/R6/4	
CO15	2,62	2,73	2,64	Rugosa	0,87	0,86	0,89	0,89	0,79	0,92	0,77	0,86	0,83	0,83	0,96	1,01	0,93	0,96	0,87	1	0,84	0,96	0,9	0,93	0,71	0,69	0,75	0,72	0,67	0,72	0,65	0,71	0,69	0,7	Papillate	10/R6/6	
302	2,26	2,22	2,37	Rugosa	0,83	0,76	0,82	0,76	0,84	0,76	0,81	0,75	0,84	0,76	1,03	0,97	0,97	0,96	1,03	0,93	1	0,94	1,01	0,91	0,69	0,59	0,62	0,6	0,64	0,62	0,61	0,59	0,67	0,6	Papillate	10/R6/4	
TG37	3,2	3,47	3,53	Rugosa	0,95	1	0,93	1	1,01	0,99	0,96	0,89	0,98	0,93	0,99	1,07	0,95	1	1,08	1	1,02	0,92	1,02	0,88	0,76	0,8	0,76	0,82	0,84	0,79	0,77	0,73	0,8	0,74	Papillate	10/R6/6	
TG1	2,82	2,81	2,61	Rugosa	0,9	0,97	0,88	0,73	0,89	0,85	0,8	0,84	0,82	0,92	0,95	1,02	0,92	0,96	0,96	0,89	0,87	0,89	0,88	0,95	0,71	0,85	0,71	0,71	0,73	0,7	0,67	0,68	0,69	0,78	Papillate	10/R6/6	
TG4	2,6	2,54	2,78	Rug																																	



ANEXO C: RECOLECCIÓN DE FRUTOS EN EL CAMPO

Realizado por: Ruiz, M. 2022



ANEXO D: OBTENCIÓN DE DATOS EN LABORATORIO Y EQUIPOS UTILIZADOS

Realizado por: Ruiz, M. 2022

*Sin título3 [ConjuntoDatos2] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 12 de 12 variables

	Mediadelpesode10frutos	MediadelosgradosBrix	Ancho	Largo	Diametroecuatorialdelrutomásgrande	Diametropolardefrutomásgrande	Diametroecuatorialdelrutomáspequeño	Diametropolardefrutomáspequeño	F
1	21,393333333333330	23,000000000000000	1,827100000000000	1,623500000000000	2,438000000000000	1,596000000000000	1,279000000000000	1,328000000000000	6,55
2	47,116666666666674	18,500000000000000	1,614100000000000	1,418100000000000	1,605000000000000	1,552000000000000	1,244000000000000	1,101000000000000	3,35
3	38,480000000000000	14,600000000000000	1,795700000000000	1,576700000000000	1,961000000000000	1,782000000000000	1,343000000000000	1,207000000000000	4,74
4	34,146666666666670	15,000000000000000	1,444000000000000	1,150200000000000	1,810000000000000	1,450000000000000	1,020000000000000	945000000000000	3,41
5	17,176666666666666	23,100000000000000							
6	19,143333333333334	22,000000000000000							
7	53,006666666666660	15,800000000000000							
8	32,176666666666670	24,400000000000000							
9	21,296666666666667	22,100000000000000							
10	22,083333333333332	19,100000000000000							
11	33,940000000000000	15,700000000000000							
12	28,296666666666667	16,100000000000000							
13	28,933333333333334	17,939999999999998							
14	48,750000000000000	16,560000000000000							
15	25,063333333333333	22,980000000000000							
16	34,110000000000000	20,200000000000000							
17	20,356666666666670	23,660000000000004							
18	18,836666666666666	32,000000000000000							
19	36,449999999999996	20,419999999999998							
20	36,426666666666670	20,960000000000000							
21	27,640000000000000	23,640000000000000							
22	35,116666666666670	23,119999999999997							
23	20,750000000000000	21,640000000000000							

Correlaciones bivariadas

Variables:

- Largo
- Diametro polar d...
- Diametro ecuator...
- Diametro polar d...
- Peso del fruto m...
- Peso del fruto m...
- ph
- Media del grosor ...
- Diametro ecuator...

Opciones...
Estilo...
Simular muestreo...

Coefficientes de correlación

Pearson Tau-b de Kendall Spearman

Prueba de significación

Bilateral Unilateral

Señalar las correlaciones significativas

Aceptar Pegar Restablecer Cancelar Ayuda

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode ON

ANEXO E: EJECUCIÓN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DENTRO DEL PROGRAMA SPSS

Realizado por: Ruiz, Marco. 2022.

Generador de gráficos

Variables: *La vista previa del gráfico utiliza datos de ejemplo*

- Ancho [Ancho]
- Largo [Largo]
- Diametro ecuatorial del fruto más grande [Diametroecuatorialdelfrutomásgrande]
- Diametro polar d...
- Diametro ecuator...
- Diametro polar d...
- Peso del fruto m...
- Peso del fruto m...
- ph [ph]
- Media del grosor ...

Sin categorías (variable de escala)

Dispersión Simple de Peso del fruto ...

¿Filtro?

¿Eje X?

Galería Elementos básicos Grupos/ID de puntos Títulos/notas al pie

Elija entre:

- Favoritos
- Barras
- Lineas
- Áreas
- Circular/Polar
- Dispersión/Puntos**
- Histograma
- Máximos-mínimos
- Diagramas de cajas
- Ejes dobles

Propiedades del elemento Aspecto del gráfico Opciones

Editar propiedades de:

Punto1

Eje X 1 (Punto1)

Eje Y 1 (Punto1)

Título 1

Estadísticos

Variable: Peso del fruto más grande

Estadísticos:

Valor

Establecer parámetros

Mostrar las barras de error

Las barras de error representan

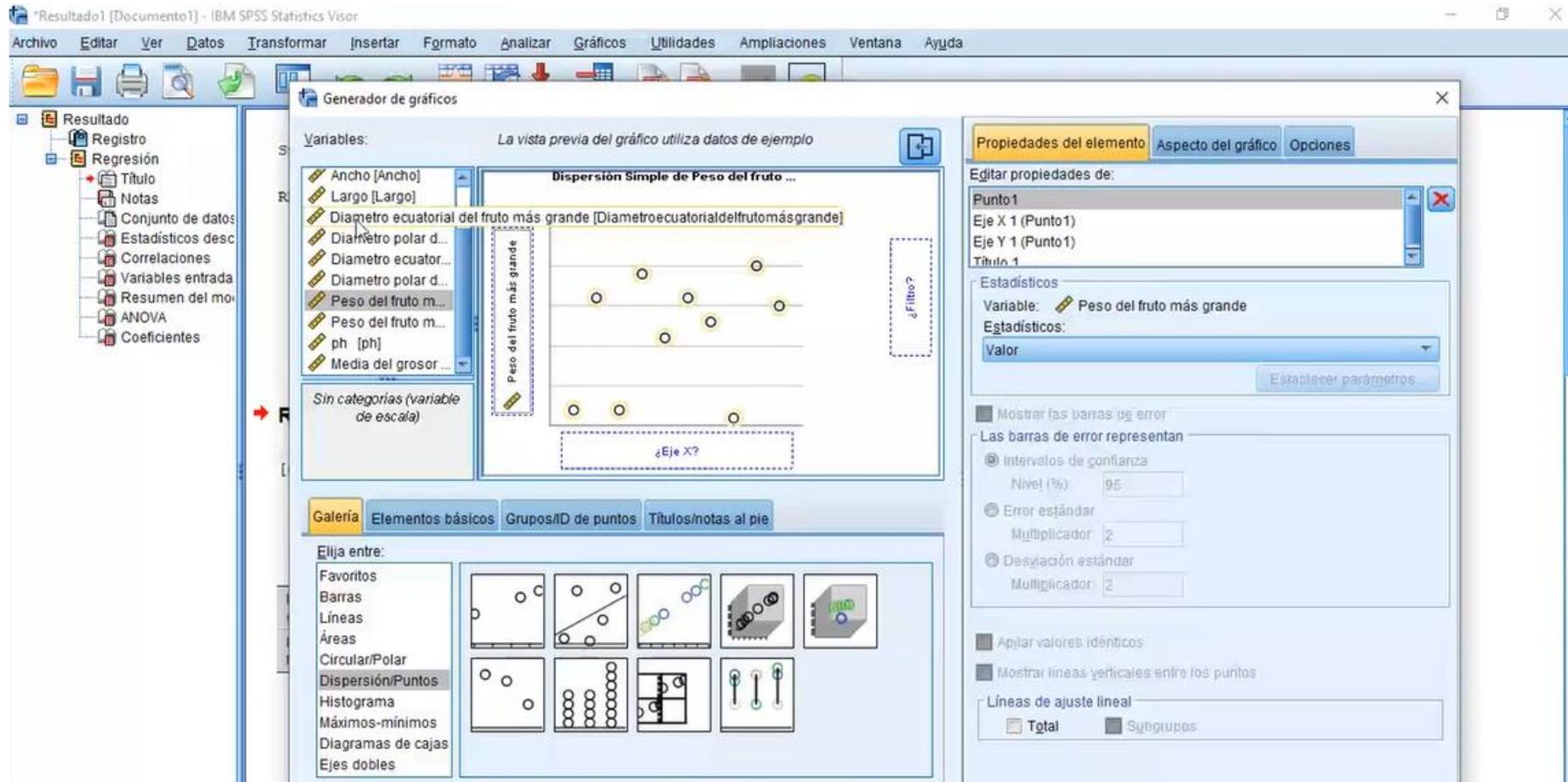
- Intervalos de confianza
- Nivel (%): 95
- Error estándar
- Multiplicador: 2
- Desviación estándar
- Multiplicador: 2

Aplanar valores idénticos

Mostrar líneas verticales entre los puntos

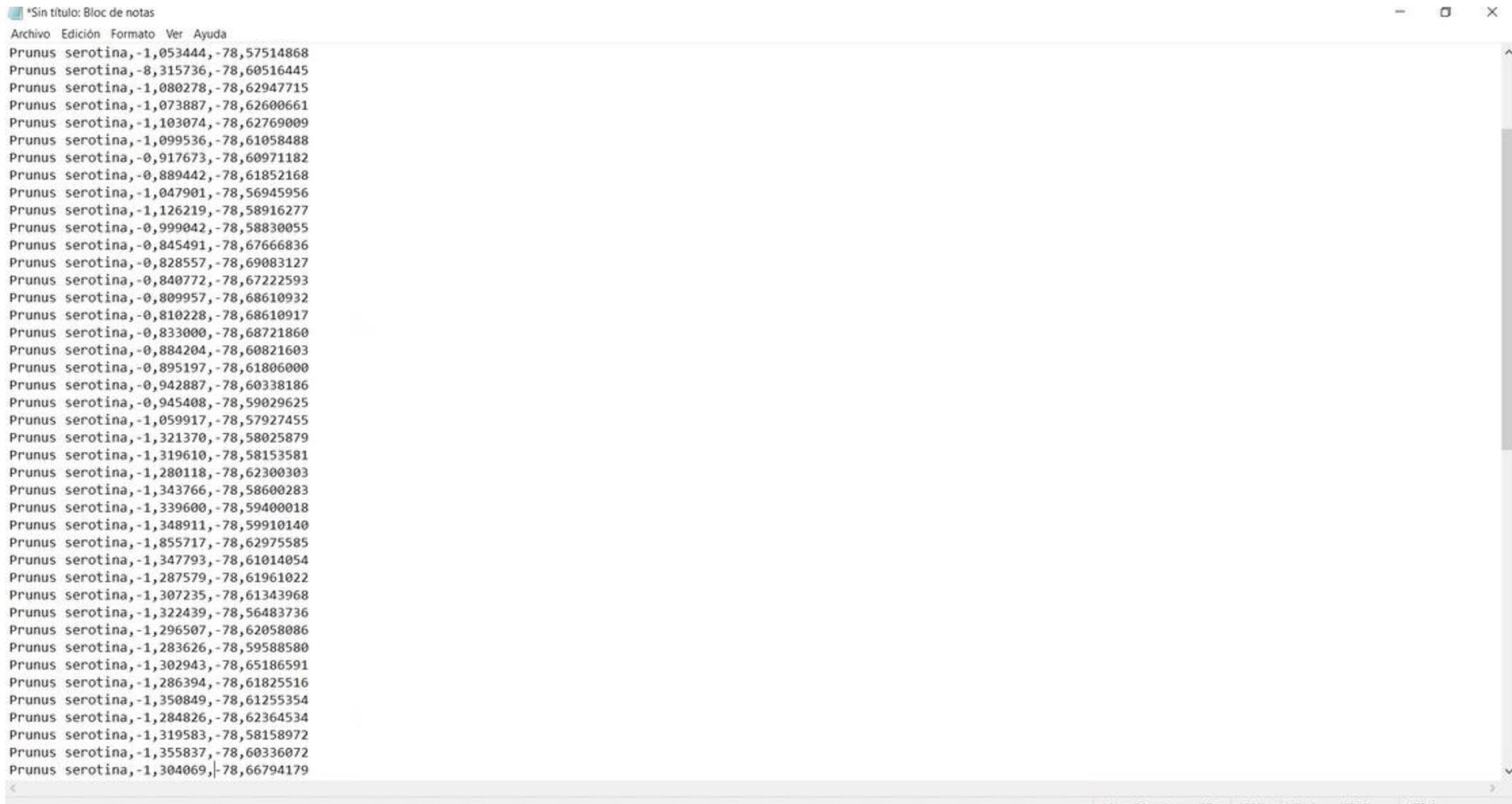
Líneas de ajuste lineal

- Total
- Subgrupos



ANEXO F: ELABORACIÓN DE GRÁFICOS DENTRO DEL PROGRAMA SPSS

Realizado por: Ruiz, Marco. 2022.



ANEXO G: CORRECCIÓN DE COORDENADAS

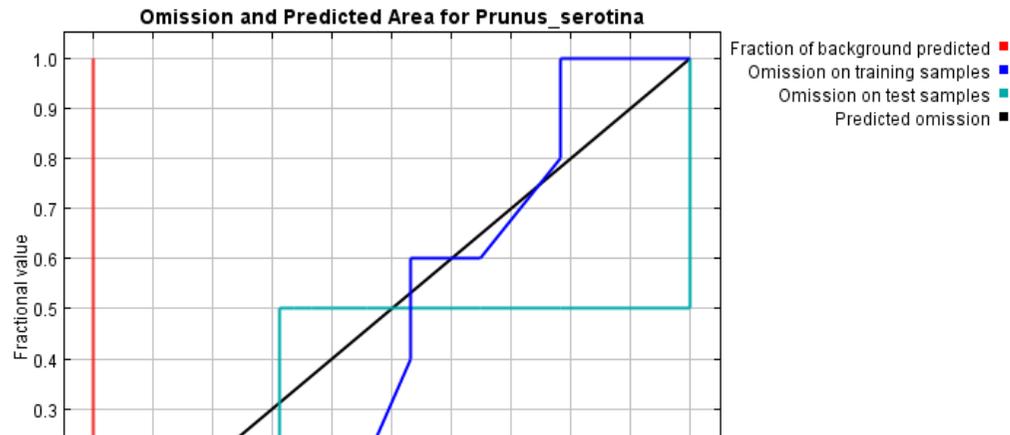
Realizado por: Ruiz, Marco. 2022.

Modelo Maxent para Prunus_serotina

Esta página contiene algunos análisis del modelo Maxent para Prunus_serotina, creado el lunes 08 de noviembre a las 17:19:49 COT 2021 con la versión 3.4.4 de Maxent. Si desea realizar más análisis, los datos sin procesar utilizados aquí están vinculados al final de esta página.

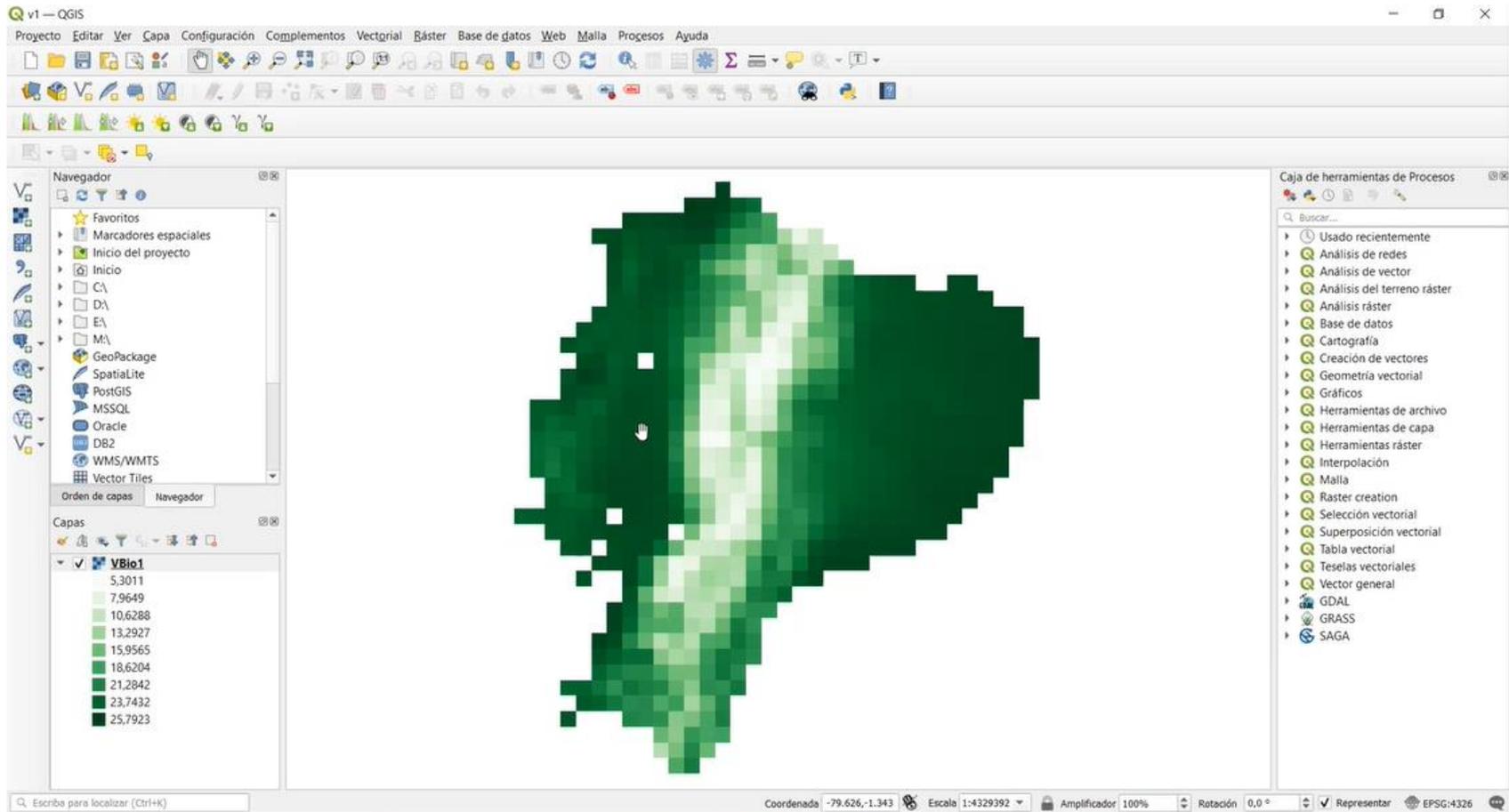
Análisis de omisión/comisión

La siguiente imagen muestra la tasa de omisión y el área prevista en función del umbral acumulativo. La tasa de omisión se calcula tanto en los registros de presencia de capacitación como (si se usan datos de prueba) en los registros de prueba. La tasa de omisión debe estar cerca de la omisión prevista, debido a la definición del umbral acumulativo.



ANEXO H: RESULTADOS DEL MODELO MAX-ENT PARA PRUNUS SEROTINA

Realizado por: Ruiz, M. 2022



ANEXO I: EDICIÓN DE RESULTADOS DENTRO DEL PROGRAMA Q-GIS CON LOS DATOS OBTENIDOS EN MAX-ENT

Realizado por: Ruiz, M. 2022



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 28 / 07 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: MARCO DANIEL RUIZ PAREDES
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: RECURSOS NATURALES
Carrera: CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES
Título a optar: INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

1291-DBRA-UTP-2022


Ing. Cristhian Castillo

