



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

**DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y POTENCIAL EN EL ECUADOR DE
LA ESPECIE *Hylocereus megalanthus* BAJO ESCENARIOS DE
CAMBIO CLIMÁTICO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTORA: GESSEBELL SOLANGE CASTILLO BUENO

DIRECTOR: Ing. JORGE DANIEL CÓRDOVA LLIQUÍN, Mgs.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Gesebell Solange Castillo Bueno

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

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

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

Riobamba, 03 de junio de 2024






Gessebell Solange Castillo Bueno

060572557-1

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 EN EL ECUADOR DE LA ESPECIE *Hylocereus megalanthus* BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO**, realizado por la señorita: **GESSEBELL SOLANGE CASTILLO BUENO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Alex Vinicio Gavilanes Montoya, PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-06-03
Ing. Jorge Daniel Córdova Lliquín, Mgs. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-06-03
Ing. Juan Carlos Carrasco Baquero, PhD. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-06-03

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a toda mi familia, con profundo amor, deseo expresar mi reconocimiento por el apoyo incondicional que me han brindado, siendo la fuerza impulsora detrás de mí éxito académico y personal. Quiero dedicar especialmente a cuatro pilares fundamentales en mi travesía educativa.

A mi querida mami Alicia, quien ha desempeñado el rol más desafiante al ser madre y padre al mismo tiempo brindándome un amor que trasciende todas las barreras. A mis padres, quienes han sido mi sólido sustento, brindándome apoyo moral, orientación y fortaleciendo mis alas para que pueda perseguir mis sueños y aspiraciones con éxito.

No puedo dejar de reconocer a mi hermana Ximely, un apoyo inquebrantable en cada desvelo, tarea, alimentación y momento educativo, incluso asumiendo el rol de madre para su hermana menor. Su constante apoyo ha sido el anclaje que ha fortalecido mis inseguridades, desafiando cualquier expectativa negativa sobre mis calificaciones. A mis hermanos/as por hacerme sentir el amor más grande del mundo y por ser parte esencial en mi vida. Como bien se dice, "el que persevera, alcanza", y los resultados han sido una prueba tangible de ello. Recordando las sabias palabras de una futura colega: "Suerte para los mediocres, éxitos para los triunfadores". Su compañía y apoyo han sido un regalo invaluable en mi trayectoria, y les estoy eternamente agradecida.

Gessebell

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi director y asesor por contribuir de manera significativa a la culminación de mi trabajo de integración curricular. Su dedicación y paciencia han sido clave en este proceso sin sus precisas palabras y correcciones, no habría alcanzado esta instancia tan anhelada. Agradezco su guía, compañía en cada meta alcanzada y valiosos consejos, los cuales llevaré grabados en mi memoria a lo largo de mi carrera profesional.

A todos los docentes que han formado parte de mi formación universitaria, les agradezco por transmitirme los conocimientos fundamentales para construir mi futuro. Han sido maestros exigentes, educados y respetuosos, pero, sobre todo, dedicados a la enseñanza. Sin ustedes, los conceptos serían meras palabras, y como sabemos, las palabras se las lleva el viento.

Agradezco también a mis compañeros, quienes han pasado de ser amigas/os a ser colegas. Gracias por los trabajos realizados en conjunto y, sobre todo, por las experiencias compartidas. En la vida universitaria, los amigos se convierten en la segunda familia que elegimos, y estoy agradecida por tenerlos a mi lado.

Finalmente, expreso mi gratitud a la universidad por su exigencia y, al mismo tiempo, por brindarme la oportunidad de obtener el título que tanto anhelaba. Este camino ha sido desafiante, pero ha sido el medio que me ha permitido crecer y alcanzar mis metas académicas.

Solange

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	xix

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
<i>1.1 Planteamiento del Problema.....</i>	<i>3</i>
<i>1.2 Objetivos</i>	<i>4</i>
<i>1.2.1 Objetivo General:</i>	<i>4</i>
<i>1.2.2 Objetivo(s) Específico(s):</i>	<i>4</i>
<i>1.3 Justificación:.....</i>	<i>5</i>
<i>1.4 Hipótesis:.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.1 Hipótesis Nula:.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.2 Hipótesis Alterna:</i>	<i>7</i>

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	8
<i>2.1 Hylocereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel).....</i>	<i>8</i>
<i>2.1.1 Origen y distribución</i>	<i>8</i>
<i>2.1.2 Taxonomía</i>	<i>8</i>
<i>2.1.3 Características de la fruta.....</i>	<i>9</i>
<i>2.1.4 Morfología.....</i>	<i>9</i>

2.1.5	Requisitos edafoclimáticos	10
2.1.6	<i>Estado de madurez</i>	11
2.2	<i>Distribución actual</i>	11
2.3	<i>Distribución potencial</i>	11
2.4	<i>Distribución y nicho</i>	12
2.5	<i>Distribución y especie</i>	12
2.6	<i>Distribución especial de especies</i>	12
2.7	<i>Ecosistemas</i>	12
2.8	<i>Especie</i>	13
2.9	<i>Escenarios de cambio climático</i>	13
2.9.1	<i>Efectos del cambio climático en la biodiversidad</i>	14
2.10	<i>Cantón Palora</i>	14
2.10.1	<i>Sistemas de clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental</i>	14
2.11	<i>Morfometría</i>	18
2.12	<i>Morfometría de un fruto</i>	19
2.13	<i>Métodos para caracterizar de manera morfométrica un fruto</i>	19
2.14	<i>Sistemas de Información Geográfica</i>	20
2.15	<i>Modelamiento</i>	20
2.15.1	<i>Modelamiento Cartográfico</i>	20
2.16	<i>Modelamiento de nichos ecológicos</i>	21
2.16.1	<i>Modelamiento de distribución de especies</i>	22
2.17	<i>Escenarios bajo modelos SSP - RCP</i>	23
2.18	<i>Análisis estadístico</i>	25
2.19	<i>Análisis de Clúster</i>	25
2.20	<i>Correlación de Spearman</i>	26
2.20.1	<i>Coefficiente de correlación por jerarquías de Spearman (Rho de Spearman ps)</i>	26
2.21	<i>Biplots</i>	26
2.22	<i>Análisis de componentes principales</i>	27

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO	28
3.1 Área de estudio.....	28
3.1.1 Coordenadas UTM.....	28
3.1.2 Límites	29
3.1.3 División política	29
3.1.4 Características climáticas	29
3.2 Materiales.....	30
3.2.1 Material biológico	30
3.2.2 Equipos y materiales de laboratorio, campo y oficina.....	30
3.3 Métodos de evaluación de variables morfológicos.....	31
3.3.1 Diámetro Polar	32
3.3.2 Diámetro Ecuatorial	32
3.3.3 Peso total del fruto	32
3.3.4 Número de brácteas.....	32
3.3.5 Distancia entre brácteas	32
3.3.6 Código de Munsell del epicarpio	32
3.3.7 Alveolo	33
3.3.8 Sabor del endocarpio	33
3.3.9 Peso total del endocarpio	33
3.3.10 Medición de Grados Brix.....	33
3.3.11 Medición de pH.....	34
3.3.12 Peso total de semillas	34
3.3.13 Peso de pulpa sin semillas	34
3.3.14 Medición de madurez.....	34
3.3.15 Peso del epicarpio	34
3.3.16 Grosor del epicarpio.....	34
3.3.17 Conteo de espinas.....	34

3.3.18	<i>Código de Munsell del endocarpio</i>	35
3.3.19	<i>Peso de diez semillas con mucílago</i>	35
3.3.20	<i>Peso de diez semillas sin mucílago</i>	35
3.4	<i>Metodología</i>	36
3.4.1	<i>Caracterización morfológicamente de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora</i>	36
3.4.2	<i>Generar una línea base sobre la distribución actual de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora</i>	41
3.4.3	<i>Determinar la distribución potencial bajo escenarios de cambio climático para <i>Hylocereus megalanthus</i></i>	42

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	45
4.1	<i>Caracterizar morfológicamente la especie <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora</i>	45
4.1.1	<i>Variedades de pitahaya amarilla <i>Hylocereus megalanthus</i></i>	45
4.1.2	<i>Análisis de Clúster de la especie <i>Hylocereus megalanthus</i></i>	59
4.1.3	<i>Correlaciones de las variables morfológicas mediante pruebas estadísticas</i>	63
4.1.4	<i>Correlación de Spearman</i>	65
4.1.5	<i>Correlación de Biplot de componentes principales</i>	67
4.2	<i>Modelo de Max-Ent de la distribución actual de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora</i>	71
4.2.1	<i>Georreferenciación de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el Ecuador</i>	73
4.2.2	<i>Selección de variables bioclimáticas</i>	73
4.2.3	<i>Interpretación de ilustraciones de Max-Ent para la distribución actual</i>	74
4.3	<i>Determinar la distribución potencial bajo escenarios de cambio climático para <i>Hylocereus megalanthus</i></i>	77
4.3.1	<i>Escenario 4.5 RCP para el período 2041-2060</i>	77
4.3.2	<i>Escenario 8.5 RCP para el período 2041-2060</i>	81
4.3.3	<i>Escenario 4.5 RCP para el período 2081-2100</i>	84

4.3.4 Escenario 8.5 RCP para el período 2081-2100	87
4.3.5 Comparación de los escenarios 4.5-8.5 para las décadas comprendidas entre 2041-2060 y 2081-2100	90

CAPÍTULO VI

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
5.1 Conclusiones	94
5.2 Recomendaciones.....	96

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Taxonomía de la pitahaya amarilla.....	8
Tabla 2-2: Sistemas de clasificación para los ecosistemas del Ecuador Continental mediante criterios.....	15
Tabla 2-3: Relación entre factores diagnósticos para la clasificación de ecosistemas.....	16
Tabla 2-4: Diferencias entre ecotipos de Pitahaya Pichincha y Palora cultivados en Ecuador..	18
Tabla 3-1: Coordenadas UTM del cantón Palora.....	29
Tabla 3-2: Límites del Cantón Palora.	29
Tabla 3-3: División política del Cantón Palora.....	29
Tabla 3-4: Características climáticas del Cantón Palora.....	30
Tabla 3-5: Materiales y equipos que se utilizaron en el proyecto.....	30
Tabla 3-6: Grado de relación según el coeficiente de correlación Spearman.	40
Tabla 3-7: Variables bioclimáticas utilizadas en Max-Ent.	43
Tabla 4-1: Cuadro comparativo de las dimensiones de las variedades de pitahaya en el cantón Palora, provincia de Morona Santiago.....	45
Tabla 4-2: Datos morfológicos obtenidos de los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> recolectados y analizados correspondientes al cantón Palora, provincia Morona Santiago.	46
Tabla 4-3: Correlaciones de las variables de las semillas y los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i>	64
Tabla 4-4: Codificaciones de las variables cuantificadas.	65
Tabla 4-5: Autovalores de la cantidad de varianza por cada componente principal.....	68
Tabla 4-6: Autovectores para cada componente principal.....	69
Tabla 4-10: Contribución porcentual de las variables bioclimáticas de WorldClim más relevantes.	74

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Cambios en la temperatura del aire (superior) y en la precipitación (inferior) para el período 2081 - 2100.....	13
Ilustración 2-2: Alteración del ecosistema (Tala de Bosque).....	14
Ilustración 2-3: Espacios de desafíos para la mitigación y adaptación que identifican el dominio de los SSP.....	24
Ilustración 3-1: Mapa del área de estudio de <i>Hylocereus megalanthus</i> (K. Schum. ex Vaupel).	28
Ilustración 3-2: Código de Munsell se codificó el epicarpio del fruto de pitahaya amarilla.	33
Ilustración 3-3: Fase I Campañas de muestreo.....	36
Ilustración 3-4: Fase II Parte 1 Procesamiento de las muestras en el laboratorio de Producción Vegetal.	37
Ilustración 3-5: Fase II Parte 2 Procesamiento de las muestras en el laboratorio de Producción Vegetal.	38
Ilustración 3-6: Variables morfológicas únicamente de las semillas.	39
Ilustración 3-7: Procesamiento de puntos GPS para la elaboración de distribución actual en Max-Ent de <i>Hylocereus megalanthus</i>	41
Ilustración 3-8: Procesamiento de puntos GPS para la elaboración de distribución potencial en Max-Ent de <i>Hylocereus megalanthus</i>	42
Ilustración 4-1: Comparación de muestras del peso total de los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> del cantón Palora en estudio.	47
Ilustración 4-2: Comparación de muestras de los grados Brix de los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> del cantón Palora en estudio.	47
Ilustración 4-3: Comparación de muestras de las dimensiones de los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> del cantón Palora en estudio.	48
Ilustración 4-4: Comparación de muestras de las brácteas del fruto de <i>Hylocereus megalanthus</i> del cantón Palora en estudio.	49
Ilustración 4-5: Comparación de muestras del alveolo en los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.....	49
Ilustración 4-6: Comparación de muestras de la Tabla de Munsell del Epicarpio (Value/Chroma) en los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.....	50
Ilustración 4-7: Comparación de muestras del sabor del Endocarpio (Agradable/Desagradable) en los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.....	50

Ilustración 4-8: Comparación de muestras de la Tabla de Munsell del Endocarpio (Value/Chroma) en los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	51
Ilustración 4-9: Comparación de muestras del peso total del endocarpio en los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	51
Ilustración 4-10: Comparación de muestras del pH de los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	52
Ilustración 4-11: Comparación de muestras del grado de madurez de los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	52
Ilustración 4-12: Comparación de muestras del peso del epicarpio de los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	53
Ilustración 4-13: Comparación de muestras del grosor del epicarpio de los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	53
Ilustración 4-14: Comparación de muestras de las distancias entre puntas de las brácteas presentes en el epicarpio de los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	54
Ilustración 4-15: Comparación de muestras del número de espinas presentes en el epicarpio de los frutos de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	55
Ilustración 4-16: Comparación de muestras del peso de 10 semillas con mucílago de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	55
Ilustración 4-17: Comparación de muestras del peso de 10 semillas sin mucílago de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	56
Ilustración 4-18: Comparación de muestras del peso total del mucílago en las 10 semillas de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	56
Ilustración 4-19: Comparación de muestras del perímetro de las semillas de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	57
Ilustración 4-20: Comparación de muestras de las dimensiones de las semillas de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	57
Ilustración 4-21: Comparación de muestras del ápice de semillas de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	58
Ilustración 4-22: Comparación de muestras del peso total del endocarpio sin semillas de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	58
Ilustración 4-23: Comparación de muestras del peso total de semillas de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el cantón Palora en estudio.	59
Ilustración 4-24: Matriz de distancias de similitud en función a las muestras de la especie <i>Hylocereus megalanthus</i>	59

Ilustración 4-25: Matriz de distancias de similitud en función a las variables de la especie <i>Hylocereus megalanthus</i>	61
Ilustración 4-26: Dendrograma entre las muestras de la especie <i>Hylocereus megalanthus</i>	61
Ilustración 4-27: Dendrograma entre las variables de la especie <i>Hylocereus megalanthus</i> (K. Schum. ex Vaupel).....	63
Ilustración 4-28: Correlación de Spearman de variables cuantificadas de frutos y semillas de pitahaya amarilla (<i>Hylocereus megalanthus</i>).....	67
Ilustración 4-29: Correlación de Biplot de componentes principales de las variables cuantificadas.	70
Ilustración 4-30: Puntos en campo de <i>Hylocereus megalanthus</i> (K. Schum. ex Vaupel) en Palora.	71
Ilustración 4-31: Distribución de <i>Hylocereus megalanthus</i> en el Ecuador mediante puntos levantados en campo y bibliográficamente.....	72
Ilustración 4-32: Área pronosticada en función del umbral acumulativo de <i>Hylocereus megalanthus</i>	74
Ilustración 4-33: Sensibilidad media vs. Especificidad de <i>Hylocereus megalanthus</i>	75
Ilustración 4-34: Distribución actual de <i>Hylocereus megalanthus</i> usando datos del software Max-Ent.	76
Ilustración 4-35: Jackknife de <i>Hylocereus megalanthus</i>	76
Ilustración 4-36: Distribución actual en Km ² de <i>Hylocereus megalanthus</i> a través del software Max-Ent.	77
Ilustración 4-37: Área pronosticada en función al umbral para <i>Hylocereus megalanthus</i> para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5 RCP.	78
Ilustración 4-38: Sensibilidad vs. Especificidad para <i>Hylocereus megalanthus</i> para el período 2041-2600 bajo escenario 4.5 RCP.....	78
Ilustración 4-39: Distribución potencial de <i>Hylocereus megalanthus</i> usando datos del software Max-Ent bajo escenario 4.5 RCP para el período 2041-2060.....	79
Ilustración 4-40: Jackknife de <i>Hylocereus megalanthus</i> para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5 RCP.....	80
Ilustración 4-41: Distribución potencial en Km ² de <i>Hylocereus megalanthus</i> a través del software Max-Ent bajo escenario 4.5 RCP para el período 2041-2060.....	80
Ilustración 4-42: Área predicha en función al umbral de <i>Hylocereus megalanthus</i> para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5 RCP.....	81
Ilustración 4-43: Sensibilidad vs. Especificidad para <i>Hylocereus megalanthus</i> para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5 RCP.....	82

Ilustración 4-44: Distribución potencial de <i>Hylocereus megalanthus</i> usando datos del software Max-Ent bajo escenario 8.5 RCP para el período 2041-2060.....	82
Ilustración 4-45: Jackknife de <i>Hylocereus megalanthus</i> para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5 RCP.....	83
Ilustración 4-46: Distribución potencial en Km ² de <i>Hylocereus megalanthus</i> a través del software Max-Ent bajo escenario 8.5 RCP para el período 2041-2060.....	83
Ilustración 4-47: Área predicha en función del umbral acumulativo de <i>Hylocereus megalanthus</i> para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5 RCP.....	84
Ilustración 4-48: Sensibilidad vs. Especificidad para <i>Hylocereus megalanthus</i> para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5 RCP.....	85
Ilustración 4-49: Distribución potencial de <i>Hylocereus megalanthus</i> usando datos del software Max-Ent bajo escenario 4.5 RCP para el período 2081-2100.....	85
Ilustración 4-50: Jackknife de <i>Hylocereus megalanthus</i> para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5 RCP.....	86
Ilustración 4-51: Distribución potencial en Km ² de <i>Hylocereus megalanthus</i> a través del software Max-Ent bajo escenario 4.5 RCP para el período 2081-2100.....	86
Ilustración 4-52: Área prevista en función del umbral acumulativo para <i>Hylocereus megalanthus</i> para el período 2081-2100 bajo escenario 8.5 RCP.....	87
Ilustración 4-53: Sensibilidad vs. Especificidad de <i>Hylocereus megalanthus</i> para el período 2081-2100 bajo escenario 8.5 RCP.....	88
Ilustración 4-54: Distribución potencial de <i>Hylocereus megalanthus</i> usando datos del software Max-Ent bajo escenario 8.5 RCP para el período 2081-2100.....	88
Ilustración 4-55: Jackknife de <i>Hylocereus megalanthus</i> para el período 2081-2100 bajo escenario 8.5 RCP.....	89
Ilustración 4-56: Distribución potencial en Km ² de <i>Hylocereus megalanthus</i> a través del software Max-Ent bajo escenario 8.5 RCP para el período 2081-2100.....	89
Ilustración 4-57: Comparación de la distribución potencial de <i>Hylocereus megalanthus</i> bajo los diferentes escenarios analizados.	91
Ilustración 4-58: Comparación de los rangos de distribución actual y potencial para <i>Hylocereus megalanthus</i>	92

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DEL FRUTO (1).

ANEXO B: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DEL FRUTO (2).

ANEXO C: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DEL FRUTO (3).

ANEXO D: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DE LAS SEMILLAS (1).

ANEXO E: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DE LAS SEMILLAS (2).

ANEXO F: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DE LAS SEMILLAS (3).

ANEXO G: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DE LAS SEMILLAS (4).

ANEXO H: RECOLECCIÓN DE FRUTOS DE PITAHAYA EN EL CAMPO.

ANEXO I: ETIQUETADO DE PLANTAS DE PITAHAYA AMARILLA PARA ESTUDIOS POSTERIORES.

ANEXO J: EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO DE PRODUCCIÓN VEGETAL PARA LAS MUESTRAS DE ESTUDIO.

ANEXO K: RECOLECCIÓN DE FRUTOS EN CAMPO, ETIQUETADOS Y GEORREFERENCIADOS.

ANEXO L: ADQUISICIÓN DE DATOS DE LOS FRUTOS DE ESTUDIO EN EL LABORATORIO.

ANEXO M: OBTENCIÓN DE MEDICIONES Y PESAJE DE SEMILLAS DE OBJETO DE ESTUDIO EN EL LABORATORIO.

ANEXO N: ELABORACIÓN DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DENTRO DEL SOFTWARE R.

ANEXO O: ELABORACIÓN DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE SIMILITUD DENTRO DEL SOFTWARE PRIMER 5.

ANEXO P: RESULTADOS OBTENIDOS DEL MODELAMIENTO DEL SOFTWARE MAX-ENT PARA HYLOCEREUS MEGALANTHUS.

ANEXO Q: MANIPULACIÓN DE RESULTADOS DENTRO DEL SOFTWARE QGIS 3.34.3 CON DATOS RESULTANTES EN MAX-ENT.

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la provincia de Morona Santiago, específicamente en el cantón Palora, con el propósito de determinar la distribución actual y potencial de la especie *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) en Ecuador bajo diferentes escenarios de cambio climático. Se basó en fuentes primarias y secundarias, mediante el levantamiento de puntos muestrales en campo y la revisión bibliográfica, para determinar la distribución actual de la pitahaya amarilla. Se llevó a cabo un muestreo aleatorio simple, georreferenciando 25 plantas cactáceas en toda el área de estudio y se recolectó de 1 a 5 frutos por planta. Luego, se realizó un análisis morfológico y estadístico, seguido de la tabulación e interpretación de resultados. Finalmente, se aplicó un modelamiento de máxima entropía y se elaboró mapas de distribución actual y potencial, identificando los sitios idóneos para la distribución futura de la pitahaya amarilla. Se determinó que *Hylocereus megalanthus* podría extenderse a provincias como Santa Elena, Manabí, Guayas y El Oro, además de mantenerse de manera constante en las provincias de Morona Santiago y Pastaza. Se estableció que el “ecotipo” Palora presentó un peso comercial ($\geq 596,479$ g). Para el modelamiento con Max-Ent, se trabajó simultáneamente con dos trayectorias socioeconómicas compartidas de cambio climático, el RCP 4.5 y RCP 8.5. Se observó que los rangos de distribución adecuada en la trayectoria RCP 8.5 disminuyen en comparación con el escenario RCP 4.5, lo cual se explica por la persistencia del CO₂ en la trayectoria RCP 8.5. Se recomienda realizar un análisis genético de la muestra M4_1 con el fin de determinar su grado de similitud y discernir si corresponde a una variedad, subespecie o especie diferente de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel). En caso de identificarse como una especie distinta, llevar a cabo su caracterización botánica correspondiente.

Palabras clave: <PITAHAYA AMARILLA (*Hylocereus megalanthus*)>, <CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA> <DISTRIBUCIÓN ACTUAL>, <DISTRIBUCIÓN POTENCIAL>, <CAMBIO CLIMÁTICO>, <NICHO ECOLÓGICO>, <SIMILARIDAD>.

0660-DBRA-UPT-2024

06-05-2024



ABSTRACT

The research was developed in the province of Morona Santiago, specifically in Palora canton, with the purpose of determining the current and potential distribution of the species *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) in Ecuador under different climate change scenarios. It was based on primary and secondary sources, through the collection of sample points in the field and the bibliographic review, to determine the current distribution of the yellow pitahaya. A simple random sampling was carried out, georeferencing 25 cactus plants throughout the study area and 1 to 5 fruits were collected per plant. Then, a morphological and statistical analysis was carried out, followed by the tabulation and interpretation of results. Finally, a maximum entropy model was applied, and current and potential distribution maps were prepared, identifying the ideal sites for the future distribution of the yellow pitahaya. It was determined that *Hylocereus megalanthus* could extend to provinces such as Santa Elena, Manabí, Guayas and El Oro, in addition to remaining constantly in the provinces of Morona Santiago and Pastaza. It was established that the Palora "ecotype" presented a commercial weight (≥ 596.479 g). For the modeling with Max-Ent, two shared socioeconomic trajectories of climate change were worked on simultaneously, RCP 4.5 and RCP 8.5. It was observed that the ranges of adequate distribution in the RCP 8.5 trajectory decrease compared to the RCP 4.5 scenario, which is explained by the persistence of CO₂ in the RCP 8.5 trajectory. It is recommended to perform a genetic analysis of the M4_1 sample in order to determine its degree of similarity and discern whether it corresponds to a different variety, subspecies or species of *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel). If it is identified as a different species, carry out its corresponding botanical characterization.

Keywords: <YELLOW PITAHAYA (*Hylocereus megalanthus*)>, <MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION> <CURRENT DISTRIBUTION>, <POTENTIAL DISTRIBUTION>, <CLIMATE CHANGE>, <ECOLOGICAL NICHE>, <SIMILARITY>.



Lic. Lorena Cecilia Hernández Andrade. Mcs.

180373788-9

INTRODUCCIÓN

Hylocereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel), comúnmente conocida como pitahaya amarilla o fruta del dragón, se ha establecido como un cultivo frutícola altamente comercial en los últimos años, extendiéndose por todo el mundo. Se produce en las regiones subtropicales y tropicales (Santana et al., 2020, págs. 115-117). Esta fruta es originaria de América Latina, se cultiva en varios países como Colombia, México, Venezuela, Costa Rica y Brasil, entre otros. Además, se encuentra distribuido las variedades de pitahaya en países como Panamá, Bolivia, Uruguay, Perú, Curazao y Vietnam. Su expansión se debe a su valor económico, propiedades fisicoquímicas, contenido nutricional y compuestos bioactivos (Verona et al., 2020, pág. 439-440).

En el Ecuador, en la región Amazónica, especialmente en la provincia de Morona Santiago, y específicamente en el cantón Palora, se destaca como la principal zona de producción de pitahaya. Esta actividad no solo se ha convertido en una fuente importante de empleo y generación de ingresos económicos al país, sino que también ha contribuido significativamente a la economía local (Santana et al., 2020, págs. 115-117).

La especie *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) podría exhibir variaciones morfológicas significativas. Se trata de una planta epífita, nativa de América y perteneciente a la familia de las Cactáceas, que crece apoyándose en troncos secos, piedras o muros para su sustento. Su patrón de crecimiento depende de un soporte que le permita mantenerse erguida (Muñoz, 2022, pág. 14). Desde 2009 y 2012, Ecuador exportó la producción de pitahaya a diversos continentes, incluyendo Asia, Europa y otros países de América, superando sus exportaciones anteriores (Jiménez, 2022, pág. 6).

La pitahaya posee una base genética singular que facilita la hibridación interespecífica, generando nuevas variedades o subespecies con frutos similares a las especies originales (Correia da Silva, 2014, pág. 24). Sin embargo, la alta tasa de hibridación, tanto intra como interespecífica, dificulta la distinción entre las variedades de pitahaya, generando confusión taxonómica a nivel mundial. La heterogeneidad morfológica varía en las características del tallo, la flor y el fruto, así como en los grados brix, tamaño, color y número de brácteas en este género *Hylocereus*, la caracterización morfológica ayudará a diferenciar la diversidad genética (Abirami et al., 2021, pág. 2). Sin embargo, Ramírez, 1999; Maldonado, 2000; Juárez, 2004 (citado en Cruz et al., 2016, pág. 28) menciona que las variables longitud y número de espinas son variables constantes en *Hylocereus* y, por lo tanto, confiables para la descripción genética de la pitahaya.

A nivel nacional, la generación de modelos de distribución potencial y el análisis de los cambios en la distribución de las especies en el futuro permiten identificar las zonas geográficas donde estas podrían adaptarse a nuevos ecosistemas. Estos modelos, basados en correlaciones estadísticas entre variables continuas y categóricas, representan una herramienta crucial para la conservación y gestión de los recursos naturales (Baquero et al., 2015, págs. 34-49).

El cambio climático plantea desafíos importantes para la distribución de las especies, ya que estas deben adaptarse a nuevas condiciones climáticas similares. Este fenómeno impacta diversos procesos biológicos, como la germinación, los ciclos de crecimiento y la producción, así como la cobertura vegetal, la limitación de especies, el aumento de dióxido de carbono y la disponibilidad de recursos (Sánchez, 2018, págs. 1-2). Por lo tanto, resulta fundamental prestar atención a la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales renovables. La extinción de especies tiene consecuencias ecológicas, económicas e incluso sociales, dado que la extinción de especies conlleva consecuencias ecológicas, económicas y sociales significativas (Sosa et al., 2002, págs. 135-160).

La presente investigación se enfocará en el estudio de las posibles variedades de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel)), así como en desarrollar modelos de distribución potencial utilizando datos de campo y fotointerpretación bajo diferentes escenarios de cambio climático en el Ecuador.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

Actualmente, la especie *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) se distingue por sus características botánicas exclusivas, particularmente evidentes en el ecotipo “Palora”, localizado en el cantón Palora de la provincia de Morona Santiago, Ecuador. Esta singularidad geográfica se ve influenciada por diversos factores, como las actividades antropogénicas en su hábitat, el crecimiento demográfico, la expansión de monocultivos y la degradación del entorno natural. Estos impactos negativos se ven agravados por la reducción de la diversidad genética de la especie.

Varios factores contribuyen a la disminución de las áreas de cultivo de esta especie, siendo los cambios ambientales drásticos, derivados del cambio climático, lo más prominentes. Estas alteraciones generan respuestas variadas en la flora, lo que afecta significativamente en la ecología de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel), provocando su migración hacia nuevas zonas geográficas y su adaptación a condiciones climáticas diferentes. Además, la falta de conocimiento sobre las distintas variedades de *Hylocereus megalanthus*, la presencia de plagas y enfermedades, como la mosca del botón floral y la pudrición basal del fruto, afectan negativamente, reduciendo su productividad. Por último, el elevado costo de producción del cultivo decanta en la reducción del margen de ganancia.

Es crucial comprender la biología de *Hylocereus megalanthus* para entender su distribución. La alta variabilidad climática tiene un impacto significativo en la distribución, la idoneidad y la productividad de los cultivos en todo el mundo (Gómez et al., 2021, pág. 2).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General:

Determinar la distribución actual y potencial en el Ecuador de la especie *Hylocereus megalanthus* bajo escenarios de cambio climático.

1.2.2 Objetivo(s) Específico(s):

- Caracterizar morfológicamente la especie *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora.
- Generar una línea base sobre la distribución actual de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora.
- Determinar la distribución potencial bajo escenarios de cambio climático para *Hylocereus megalanthus*.

1.3 Justificación:

Considerando los desafíos primordiales que enfrenta la especie *Hylocereus megalanthus* durante su cultivo, se destaca la problemática relacionada con plagas y enfermedades que afectan a toda la planta. En respuesta a esto, la producción se ve obligada a recurrir a herbicidas, pesticidas y otros fertilizantes químicos, lo que contribuye al cambio climático y, en consecuencia, a un aumento en el costo de producción del cultivo y una reducción en el margen de ganancia. La expansión de la pitahaya amarilla, impulsada por el cambio climático, lleva a la adaptación a nuevos entornos geográficos y condiciones climáticas, lo que posiblemente resulte en el desarrollo de nuevas subespecies desconocidas con características físicas distintas como tamaño, formas y color del fruto, y número de brácteas, entre otras. Estas subespecies podrían distribuirse a nivel mundial.

En Ecuador, los efectos del cambio climático se hacen cada vez más frecuentes y severos. Una de las principales consecuencias es las emisiones de gases de efecto invernadero, que provoca cambios significativos en el clima. Ecuador enfrenta preocupaciones por los impactos ambientales, como el aumento en la intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos, la reducción de la escorrentía anual, el incremento del nivel del mar y la mayor propagación de enfermedades tropicales, así como la amenaza a especies en peligro de extinción debido a estos cambios climáticos. Por ende, es crucial la vulnerabilidad de los sistemas ambientales. La Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador establece explícitamente su línea estratégica de adaptación al cambio climático, con el objetivo específico número 5 de “conservar y manejar sustentablemente el Patrimonio Nacional y sus ecosistemas terrestres y marinos para contribuir su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático” (República del Ecuador y Ministerio del Ambiente, 2012, págs. 62-63).

En este contexto, el cantón Palora se destaca como un lugar óptimo para el cultivo de esta especie *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel), ya que alberga la variedad más destacada del país conocida como ecotipo “Palora”. Es probable que varios lugares donde se cultiva esta especie no sean adecuados en el futuro debido a las alteraciones adversas en los componentes ambientales.

Por lo tanto, esta investigación se vuelve indispensable con el propósito de caracterizar morfológicamente la especie, generar una línea base sobre la distribución actual con datos levantados en campo y bibliográficamente del cantón Palora, provincia de Morona Santiago, y finalmente, determinar su distribución potencial bajo escenarios de cambio climático para los períodos 2041-2060 y 2081-2100, con escenarios de 4.5 y 8.5 RCP para ambos períodos. Esto, a

su vez, nos ayudará a identificar los lugares adecuados para la adaptación y desarrollo del cultivo de la especie *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) y aumentar el potencial económico de los habitantes del cantón Palora.

1.4 Hipótesis:

1.4.1 Hipótesis Nula:

Los sistemas de información geográfica no permiten determinar la distribución actual y potencial de la especie *Hylocereus megalanthus*.

1.4.2 Hipótesis Alterna:

Los sistemas de información geográfica permiten determinar la distribución actual y potencial de la especie *Hylocereus megalanthus*.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel)

2.1.1 *Origen y distribución*

La pitahaya es nativa de América Central y del Sur, evolucionó en la Amazonía de Perú, Ecuador y Colombia. En su gran mayoría este cultivo está disperso en el trópico y subtropico, ya que presenta un alto nivel de polimorfismo. En Ecuador la especie se la encuentra específicamente en Pichincha, Imbabura y la región amazónica específicamente en el cantón Palora, provincia de Morona Santiago (Ortiz, 2022, pág. 19).

2.1.2 *Taxonomía*

La pitahaya se considera una fruta exótica y tropical que pertenece a las Cactáceas. *H. undatus* (fruto rojo con piel y pulpa blanca), *H. monacanthus* (piel y pulpa roja) y *Hylocereus megalanthus* (fruto con piel amarilla y pulpa blanca) agrupan 18 especies. Producen raíces aéreas que facilitan el anclaje al tronco y tienen flores y frutos de gran tamaño (Desiderio y González, 2023, pág. 12).

La clasificación taxonómica de la Pitahaya amarilla se presenta en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1: Taxonomía de la pitahaya amarilla.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllidae
Familia	Cactaceae
Género	Hylocereus
Especie	<i>Hylocereus megalanthus</i>

Fuente: Huamani y Paucar, 2018, pág. 4.

En la última clasificación reportada por Hunt en 2006, la especie *Selenicereus megalanthus* fue reclasificada como *Hylocereus megalanthus* (Ortiz, 2022, pág. 21). La identificación de *Hylocereus megalanthus* es dada por (K. Schum. ex Vaupel) (Huamani y Paucar, 2018, pág. 4) en su última

clasificación de las Cactáceas aceptada por el International Cactaceae Systematics Group (Ortiz, 2022, pág. 21).

2.1.3 Características de la fruta

La fruta fue originalmente domesticada por las culturas precolombinas que la recolectaban de forma cultivada como alimento y medicina, pero muchos la desconocían. A mediados de la década de 1990 se empezó a conocer a este super fruto. Hoy en día, la pitahaya es una conocida fruta exótica que llama la atención del sector alimentario y empresarial por su forma, colores y nuevas propiedades nutricionales (Verona et al., 2020, pág. 440).

Por lo general su fruto es en forma de baya, forma de huevo con brácteas y pulpa jugosa. Antes de madurar es verde, luego el epicarpio se vuelve amarillo, existen aproximadamente 650 semillas por fruto (Macedo, 2023, pág. 16).

2.1.4 Morfología

Cuando la pitahaya se propaga vegetativamente a través de los tallos, estos desarrollan una o más raíces gruesas, de las cuales brotan muchas raíces secundarias. Este sistema radicular puede extenderse hasta 4 metros horizontalmente y descender hasta 30 cm (Paredes, 2021, págs. 9-10).

- Raíces: son aéreas crecen desde la base del tallo en un lugar de anclaje para que las plantas trepen por paredes, rocas o árboles y para sujetar la planta a la estaca se sostiene de un tutor (Cevallos, 2022, págs. 10-11).
- Tallos: los tallos de la fruta del dragón se llaman cladodios porque reemplazan a las hojas o septos tripartitos, carnosos y verdes, muy ramificados, que están conectados por segmentos restos (Cevallos, 2022, págs. 10-11).
- Flores: son hermafroditas de tamaño grande entre (15-30 cm de largo), tubulares de color blanco, amarillentas, verdes o amarillo verdosas. Una gran espiga color crema, lanceolada y delgada emerge de debajo de la flor. Sus flores florecen de noche a la luz de la luna, tiene forma de campana y muy fragantes (Cevallos, 2022, págs. 10-11).
- Frutos: tipo baya de color amarillo intenso, pulpa blanca, jugosa y dulce, de forma ovalada a oblonga (6-12 cm). Los frutos pesan entre 50 a 400 g y contienen semillas pequeñas, de color oscuro, brillantes alargadas y lisas (Cevallos, 2022, págs. 10-11).

- **Semillas:** se ubican en la pulpa del fruto, son de color negro, pequeñas, delicadas, abundantes y están cubiertas por una sustancia mucilaginosa. Poseen un aceite que tiene propiedades nutraceuticas (Vargas y López, 2020, pág. 10).

La difusión de pitahaya se realiza mediante los esquejes; aunque, este procedimiento de reproducción necesita de un cuidado exclusivo, debido a que puede transmitir patógenos. Existen diversas investigaciones sobre cultivo in vitro de pitahaya, y el uso de reguladores de crecimiento (Mállap et al., 2022, pág. 2).

2.1.5 Requisitos edafoclimáticos

Las plantas de fruta del dragón o pitahaya son resistentes a la sequía y crecen a una altitud de 1850 m.s.n.m. tienen una temperatura de 18-26 °C y una precipitación anual de 650-1500 mm y su mejor desarrollo se logra en un clima cálido subhúmedo (Paredes, 2021, págs. 9-10).

2.1.5.1 Temperatura

La pitahaya se desarrolla en climas cálidos y subhúmedos. Pero también prospera bastante bien en climas secos. La temperatura óptima para el desarrollo de la planta ronda los 16 a 25 °C, no tolera las bajas temperaturas. También a temperaturas superiores a 38 °C pueden provocar quemaduras. En la planta echando a perder toda la cosecha (Paredes, 2021, págs. 9-10).

2.1.5.2 Luz

Esta es una planta que necesita crecer a plena luz de sol porque la luz es fundamental para el desarrollo de los procesos biológicos. En la sombra, el rendimiento se reduce y no es rentable (Paredes, 2021, págs. 9-10).

2.1.5.3 Sustrato

Es una planta que se adapta a suelos secos, pobres y pedregosos gracias a su cercanía al campo. Sin embargo, prefieren los suelos francos arenosos húmedos y bien drenados porque son sensibles al agua, ricos en materia orgánica y ligeramente ácidos pH 5,5 a 6,5 (Paredes, 2021, págs. 9-10).

2.1.5.4 Riego

Según investigaciones el uso de riego durante los períodos secos promovió la floración de plantas en comparación con las plantas sin riego. Además, encontró que la aplicación de riego debido a 3,5 y 7,0 litros por hora cada siete días aumentaba el número de botones florales a 10 y por tanto la producción (Paredes, 2021, págs. 9-10).

2.1.6 Estado de madurez

La pitahaya es una planta que produce deliciosos frutos exóticos; se llaman suculentas, ya que poseen un alto contenido de agua, tienen un sabor dulce y aromático, esta fruta se puede almacenar a una temperatura de 4-6 °C y una humedad alta de alrededor del 83%. De esta forma se puede conservar en óptimas condiciones hasta 4 semanas, la maduración se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C (Huamani y Paucar, 2018, pág. 2).

2.2 Distribución actual

Son los sectores geográficos donde se encuentra distribuida una o varias especies, se puede tomar en consideración factores como la presencia de la especie y su hábitat para determinar su distribución actual (Briones et al., 2012, pág. 247).

Se considera distribución actual sólo aquellas áreas donde se verificó la existencia de la especie, se usa un enfoque que une datos recientes y modelos predictivos permitiendo conocer si la especie se encuentra actualmente en zonas dispersas o de difícil acceso (Monterrubio et al., 2011, pág. 1316).

2.3 Distribución potencial

La distribución potencial son los espacios geográficos que comparten características bioclimáticas con las áreas de distribución actual de una especie, esta información suele ser utilizada para diseñar mapas de predicción de distribución potencial para una o varias especies (Villaseñor y Téllez, 2004, pág. 207).

Conocer la distribución potencial de una especie es indispensable para la elaboración de mapas que sirvan de apoyo para proyectos de conservación y para planes de distribución de especies, y su nivel de éxito será proporcional a la intensidad del estudio (Naoki et al., 2006, pág. 66).

2.4 Distribución y nicho

La relación existente entre organismos y elementos bióticos y abióticos en un tiempo y espacio específico es conocido como nicho, este concepto es de suma importancia para los modelos de distribución de especies ya que aquí relacionan el comportamiento de las especies con variables ambientales de distribución potencial (Illoldi y Escalante, 2008, págs. 7-8).

La importancia de nicho dentro de lo que es la distribución de especies radica en que son utilizados para modelar las áreas de distribución de especies dentro de una zona geográfica determinada (Soberón et al., 2017, pág. 437).

2.5 Distribución y especie

Especie es la agrupación de organismos que comparten características fenotípicas y biológicas, mismas que fueron adaptaciones a lugares donde se desarrollaron, para poder conocer su distribución se utiliza mapas cartográficos donde se evalúa la idoneidad de un sector para indicar la presencia de una especie (Mateo et al., 2011, págs. 218-219).

La distribución de una especie es la sección geográfica en la cual interactúa con el ecosistema, es importante conocer estas características al momento de estudiar la distribución de una especie puesto que estos parámetros nos dan una pista de los sitios donde podemos encontrar la especie de nuestro interés (Maciel et al., 2015, pág. 5).

2.6 Distribución espacial de especies

Como nos mencionan Montañez et al., (2010, págs. 5629-5638) en su trabajo “Patrones de Distribución Espacial de Especies Arbóreas en Bosques de Alta Montaña del Departamento de Antioquia, Colombia” la distribución espacial de una especie es la disposición donde se encuentran dispersos los individuos de una especie de interés, siendo una forma eficaz de estudiarla para conocer el estado de conservación de una especie, la propagación, su resiliencia, etc. La distribución espacial también es utilizada para el monitoreo de especies introducidas y de fácil propagación estas pueden afectar en la diversidad genética de especies nativas (Carrillo y Mandujano, 2011, pág. 8).

2.7 Ecosistemas

Se conoce como ecosistema al conjunto de partes relacionadas entre sí, cada una con componentes variados en un mismo tiempo y espacio determinadas estas partes mencionadas pueden ser bióticas o abióticas, las interacciones que existan determinarán el ecosistema (Maass, 2003, pág. 6).

El ecosistema está conformado por varios seres vivos que interactúan con su entorno constantemente, es decir está formado por medio físico y los seres vivos que coexisten en un espacio determinado (Pérez, 2015, pág. 1).

2.8 Especie

Son poblaciones que conforman una entidad que comparte características físicas, biológicas y genéticas, si bien todos los miembros de una misma especie pueden tener descendencia no todos los individuos que pueden tener descendencia forman una especie (Leopardi y Duno, 2010, pág. 27).

2.9 Escenarios de cambio climático

Es una representación en la que se indica y describe las condiciones climáticas que abarca la observación de gases de efecto invernadero y aerosoles en el futuro. La proyección del clima se suele emplear para definir los escenarios a través de información obtenida. Esto muestra la diferencia entre el escenario climático y el clima actual (MAATE, 2023, págs. 92-95).

El cambio climático tiene efectos negativos no solo para los diversos ecosistemas sino también para los seres vivos que habitan en el planeta.

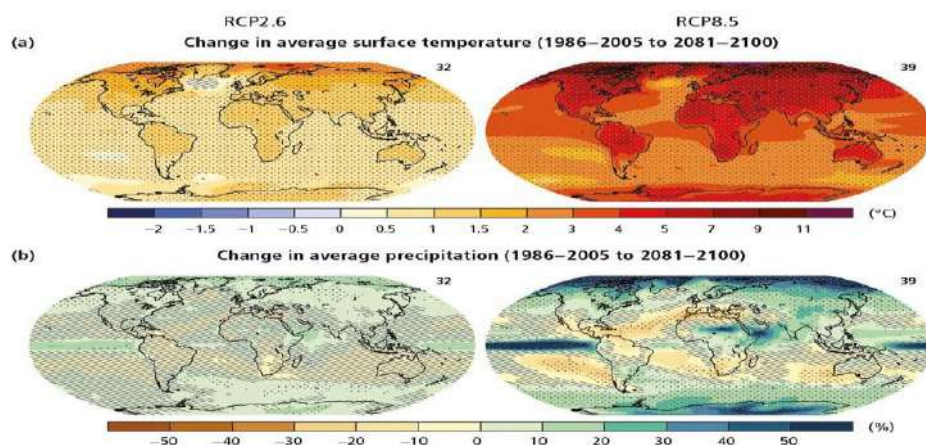


Ilustración 2-1: Cambios en la temperatura del aire (superior) y en la precipitación (inferior) para el período 2081 - 2100.

Fuente: Quereda et al., 2018, pág. 42.

2.9.1 Efectos del cambio climático en la biodiversidad

La biodiversidad abarca no solo la gran variedad de organismos y seres vivos sino también los procesos, funciones e interacción entre seres vivos y también de los ecosistemas. Además, esta diversidad incluye en como esta cambia a lo largo del tiempo (Manson et al., 2018, págs. 7-12).

La alteración de los ecosistemas por actividades antropogénicas ha causado consecuencias graves para los seres vivos que habitan en él, dando como resultado el cambio climático, generando efectos negativos para todos los seres vivos. El cambio climático es una de las razones que causa impactos no solo en la diversidad sino también en los recursos naturales como agua, suelo y aire (Martínez, 2020).

Las consecuencias están acelerando a largo plazo y con ello en el futuro sería peor en algunos países ya que podría causar además de desastres naturales también aparición de enfermedades ya sean nuevas o conocidas, provocando que sean más graves para la salud de los seres humanos (Greenpeace, 2018, págs. 11-12).



Ilustración 2-2: Alteración del ecosistema (Tala de Bosque).

Fuente: Martínez, 2020.

El cambio climático tiene repercusiones en organismos, en los procesos que cumplen estos en el ecosistema, alterando de manera significativa su desarrollo y crecimiento de estos en su medio. Además, modifican los procesos biogeoquímicos que cumplen los ecosistemas para la vida de los seres vivos, que puede provocar la pérdida de biodiversidad y diversidad genética con ello la pérdida de los hábitats naturales (Greenpeace, 2018, págs. 11-12).

2.10 Cantón Palora

2.10.1 Sistemas de clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental

Este instrumento fue desarrollado para establecer el sistema de manera ordenada y clasificar en base a criterios o parámetros los diferentes ecosistemas y a diversas escalas que existen en el país (MAATE, 2012, págs. 4-5).

Tabla 2-2: Sistemas de clasificación para los ecosistemas del Ecuador Continental mediante criterios.

NIVEL I
Clasificadores prescriptivos:
<i>Fisonomía</i>
NIVEL II
Clasificadores prescriptivos:
<i>Macrobioclima</i>
NIVEL III
Clasificadores prescriptivos:
<i>Relieve general</i>
<i>Biogeografía: Región Biogeográfica</i>
<i>Bioclima: pluvial, pluviestacional, xérico, desértico</i>
<i>Inundabilidad general: inundable, no inundable, inundado</i>
Clasificadores opcionales:
NIVEL IV
Clasificadores prescriptivos:
<i>Biogeografía: Provincia Biogeográfica</i>
<i>Macrorelieve</i>
<i>Ombrotipo</i>
<i>Fenología general</i>
NIVEL V
Clasificadores prescriptivos:
<i>Mesorelieve</i>
<i>Termotipo</i>
<i>Caracterización fluvial</i>
<i>Biogeografía: Sector biogeográfico</i>
Clasificadores opcionales:
NIVEL VI
Clasificadores prescriptivos:
<i>Composición florística: Composición y variación florística a escala local (asociaciones-ecosistemas)</i>
<i>Tipos de aguas</i>
<i>Pisos ecológicos: Composición florística, variación termo – altitudinal</i>
Clasificadores opcionales:
<i>Tipo de suelo o asociación de suelo</i>
<i>Regímenes de perturbación: derrumbes y/o deslizamientos de ladera, vendavales, incendios</i>
<i>Estado de conservación: Grado de intervención</i>
<i>Sustratos litológicos particulares</i>
<i>Fisonomía específica o peculiar</i>
<i>Geología</i>

Fuente: MAATE, 2012, pág. 6.

Tabla 2-3: Relación entre factores diagnósticos para la clasificación de ecosistemas.

Niveles de clasificación						
Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Nivel V	Nivel VI	
Clasificadores o Factores diagnósticos	Fisonomía					
		Macrobioclima	Bioclima	Ombrotipo		
				Fenología general		
					Termotipo	Piso ecológico
			Relieve general	Macrorelieve	Mesorelieve	
			Biogeografía:	Provincia	Sector	Composición
			Región	biogeográfica	biogeográfico	florística a
			biogeográfica			escala local
			Inundabilidad		Caracterización	Tipo de agua
			general		fluvial	

Fuente: MAATE, 2012, pág. 7.

Cada parámetro se describe a continuación:

Nivel I. Se refiere a los componentes estructurales y funcionales de los ecosistemas vegetales, siendo la fisonomía el primer y más importante factor a observar y evaluar. Esta escala global y factor mensurable diferencia la vegetación herbácea (pastizales), la vegetación arbustiva (matorrales) y la vegetación leñosa (bosques). El uso de estos términos se basa en el objetivo de adaptación de las iniciativas regionales y la clasificación del Panel Internacional sobre el Cambio Climático (MAATE, 2012, pág. 7).

Nivel II. Se refiere al macro bioclima como un conjunto de factores climáticos (temperatura, precipitación) que afectan a comunidades de especies individuales a escala continental o global. En el caso del Ecuador, el bioclima tropical es el resultado de varios factores climáticos que actúan a nivel global, entre ellos la radiación solar, la precipitación y la temperatura. Así, entre las latitudes 23° norte y 23° sur, el Sol alcanza una altura de 90° sobre el horizonte en dos fechas del año, cuanto más cerca del Ecuador, más alejadas en el tiempo (MAATE, 2012, pág. 7).

Nivel III. Se refiere a criterios biogeográficos, de terreno y clasificación general del riesgo de inundaciones. La distribución, la diversidad y la riqueza de taxones a nivel de familia y género a escala continental son los principales factores que determinan este nivel taxonómico en las regiones Costera, Andina y Amazónica. El segundo factor, llamado topografía general, nuevamente permite desglosar la topografía a un nivel que es importante para delimitar las unidades de vegetación. Por ejemplo, los bosques ubicados en terrenos montañosos se pueden

distinguir fácilmente de los bosques ubicados en tierras bajas, independientemente de la biogeografía costera, el área sigue siendo bosque de tierras bajas. La inundación general permite nuevamente distinguir unidades de vegetación sujetas a inundaciones permanentes, áreas caracterizadas por el carácter temporal de estas inundaciones y, finalmente, aquellos lugares ubicados principalmente en zonas no inundables (MAATE, 2012, pág. 7).

Nivel IV. A la vez, la región geológica contiene regiones ricas y diversas con grupos de plantas a nivel de género determinan patrones de distribución recurrentes. De esa manera, estas unidades se agrupan en provincias biogeográficas, caracterizadas por el predominio de varias unidades taxonómicas dentro de ellas. Este fenómeno no es único. El tipo de gradiente como factor bioclimático determina la influencia de la temperatura y la temporalidad de la precipitación en la distribución de grandes unidades de vegetación a escala regional, por lo que el tipo de gradiente húmedo combina diferentes ecosistemas o grupos de vegetación en la Amazonía y lugares con alta humedad. Ombrotipo es un sistema que se encuentra en los Andes. De manera similar, la macrogeomorfología funciona describiendo un área con ciertas características macrotopográficas. En consecuencia, las tierras bajas tienen subdivisiones geomórficas relacionadas y diferenciadas, como montañas o estribaciones. Finalmente, la fenología es el resultado de una combinación de bioclima y clima. El ombrotipo define cómo responden las especies individuales a la mesoescala. Los bosques siempreverdes ubicados en el Amazonas y las tierras bajas costeras corresponden a bioclimas de inundación y tipos de clima que pueden tener una combinación de húmedo a ultrahúmedo (MAATE, 2012, pág. 7).

Nivel V. La mesotopografía define unidades topográficas a escala de paisaje que forman unidades más grandes. Por lo tanto, una cadena montañosa es nuevamente una subdivisión de una montaña, que es un grupo de unidades como clinas, laderas, mesas, galones y escarpes. Los tipos térmicos pertenecen a este nivel de clasificación porque los cambios de altitud y su efecto sobre los cambios térmicos resultan de la presencia de zonas montañosas. El origen del factor inundación se ha propuesto como una reconceptualización de la dicotomía Varzea-Igabo (aguas blancas versus aguas negras), que históricamente se ha utilizado para definir una amplia gama de flujos de agua (MAATE, 2012, págs. 7-8).

ECOTIPO PALORA

Son hemiepífitas que absorben agua a través de sus raíces en el suelo. Estas raíces tienen una membrana externa que se desarrolla a lo largo del tallo o vaina, características de las cactáceas. Cactus con follaje, es decir, cladodios. Los bordes del tallo de la pitahaya amarilla varían de

cóncavos a lisos y tienen una sección transversal triangular. Las flores son hermafroditas, completas y simétricas, con ovario inferior, numerosos estambres y pétalos blancos, de unos 25 cm de largo. Las flores crecen a cada lado, abriéndose al comienzo de la noche y cerrándose al amanecer. Los frutos tienen forma de baya, de color amarillo grueso, pulpa blanca y dulce. De ovalada a oblonga de 6 a 12 cm. Los frutos con semillas pesan de 50 a 400 gramos. De tamaño pequeño, de color oscuro, brillante, alargada y lisa (Vargas et al., 2020, pág. 10).

Tabla 2-4: Diferencias entre ecotipos de Pitahaya Pichincha y Palora cultivados en Ecuador.

Partes de la planta	Características	Pichincha	Palora
Fruto	Largo (cm)	8 a 10	6 a 12
	Peso (g)	Hasta 250	50 hasta 400
Tallo	Grosor (cm)	5	10 hasta 100

Fuente: Vargas et al., 2020, pág. 10.

En la Amazonía ecuatoriana, especialmente en la provincia de Santiago de Morón, se inició una rápida transformación de la pitahaya (ecotipo “Palora”). La plantación de pitahaya que corresponde 200 hectáreas en Palora (Morona de Santiago) es ahora una fuente de ingresos nacionales. La fruta del dragón es un producto exclusivo de Palora, pero gracias a su aceptación y dinámica de mercado, las plantaciones de este fruto se han extendido a varias provincias costeras e incluso al noroeste de Pichincha (Cevallos, 2022, págs. 7-9).

La fruta del dragón, como todos los cultivos, requiere de óptimas condiciones de clima del suelo y de crecimiento. El rango óptimo de altura de la planta es de 500 a 1900 metros, la humedad relativa es de 70% al 80% y la precipitación anual es de 1200 a 2500 mm. A la fruta del dragón le gustan los climas cálidos y húmedos. Sin embargo, crece bien en climas secos. La temperatura óptima para el crecimiento de las plantas en Ecuador es de alrededor de 16-25°C. Fuera de este rango, la pitahaya puede adaptarse, pero el rendimiento es menor y no es resistente a las bajas temperaturas (Cevallos, 2022, págs. 7-9).

2.11 Morfometría

Es una herramienta que realiza el estudio de forma y tamaño de objetos a través de la descripción de datos cualitativos, en el cual tiene múltiples aplicaciones para diversos campos o áreas (De Luna, 2020, pág. 4).

El término “morfometría” es la parte del estudio de la morfología vegetal que describe cualitativa y cuantitativamente. Una característica cuantitativa que consiste en mediciones. Esta técnica se emplea con la iniciativa de mejorar las labores agrícolas y programas de protección vegetal. Los estudios morfométricos suelen incluir medidas de peso, largo, ancho y espesor (Marcillo y Macías, 2022, pág. 10).

2.12 Morfometría de un fruto

La descripción morfométrica es el primer paso en los programas de mejoramiento y conservación de cultivos. Las características morfológicas se utilizan para estudiar la diversidad genética, identificar cultivos y proteger los recursos genéticos (Rosas, 2019, pág. 6).

Los estudios morfométricos de los frutos se basan en la identificación visual del color, el cual es un criterio para evaluar la calidad y madurez del material vegetal. También es necesario registrar el largo, ancho y peso del fruto y de la pulpa, ya sea el caso (López et al., 2020, págs. 3-4).

Por otro lado, los estudios morfométricos de frutos y semillas permiten caracterizar poblaciones y asegurar la disponibilidad de material genético para mejorar o mantener las poblaciones, y así, la crear bancos de semillas y la reforestar especies de interés. Estos estudios se realizan con balanzas analíticas y medidores de precisión para registrar longitud, ancho y peso de frutos, y estudios adicionales sobre factibilidad y germinación de semillas (Mora et al., 2020, págs. 80-82).

2.13 Métodos para caracterizar de manera morfométrica un fruto

La morfometría se ha desarrollado en las últimas décadas ha alcanzado áreas de la biología tradicionalmente dedicadas al estudio descriptivo, como las ciencias morfológicas; por lo que, los estudios biométricos y morfométricos de frutos y semillas son la base de futuras investigaciones como estudios taxonómicos, ecológicos y silvícolas además proporcionan gran información sobre la variabilidad de las especies que se establecen en un área (López et al., 2017, pág. 31).

La caracterización morfológica nos ayuda al mejoramiento de los cultivos y programas de conservación. Al realizar estudios de caracterización morfológica nos ayuda a estudiar la diversidad genética, la identificación de plantas cultivadas y la conservación los recursos genéticos, sin embargo, podrían poseer limitaciones como es la influencia por el ambiente (Bonilla et al., 2016, págs. 158- 161).

2.14 Sistemas de Información Geográfica

La información geográfica es un componente fundamental en un gran número de actividades de toda índole, y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son la herramienta básica para su manejo y utilización. En el contexto de los países en desarrollo, el uso conjunto de SIG, geodatos libres y estándares abiertos se muestra como una solución óptima que contribuye activamente a su desarrollo posterior y representa la mejor alternativa para trabajar con información geográfica (Olaya, 2009, pág. 2).

Se revisa las características básicas de cada uno de estos componentes y sus relaciones, y consideramos por qué se unen para formar los elementos de las posibilidades de desarrollo de formas son muy importantes (Olaya, 2009, pág. 2).

El modelo de software libre se propuso como más justo y equitativo para crear y usar software, independientemente de la escala en la que se realice. Los valores que sustentan este modelo se basan en una visión más ética del software y su ciclo de vida y están asociados a ideas que promueven la libertad individual, el progreso científico y tecnológico, la solidaridad y la cooperación (Olaya, 2009, pág. 2).

El software libre representa un modelo de negocio diferente que puede utilizarse como herramienta para generar riqueza y oportunidades en los países en desarrollo, proporcionando una alternativa al software propietario que se adapta mucho mejor a las necesidades de estos países. El uso de software gratuito para una tarea permite a los usuarios potenciales acceder a su funcionalidad, para que el suyo encuentre la mejor herramienta para el trabajo. Se distribuye software propietario, pero, además, el software libre puede modificarse y proporcionarse diferentes tipos de servicios en base a él, lo que abre oportunidades para crear actividades y emprendimientos sostenibles que tengan un impacto positivo en el desarrollo de la economía (Olaya, 2009, pág. 2).

2.15 Modelamiento

2.15.1 Modelamiento Cartográfico

Un modelo cartográfico es un sistema de información geográfica ráster o vectorial con información espacial y geoespacial, basado en procedimientos analíticos con representaciones gráficas de datos, procedimientos de análisis y estructuración y transmisión de información

cartográfica a través de mapas. Las operaciones estadísticas se utilizan al analizar datos geoespaciales. Aunque las características espaciales de la información geoespacial se basan en métodos de análisis determinados por coordenadas (Escalona et al., 2017, pág. 3816).

Las técnicas y prácticas de diseño de mapas se basan en la conceptualización semiótica de Charles Sanders Peirce propone un modelo de comunicación como un proceso abierto en el que el mensaje cambia en función del código utilizado y todo el sistema semiótico se reconfigura continuamente. En contraste con la conceptualización de la semiología de Ferdinand de Saussure, esto llevó a prácticas de diseño cartográfico más rigurosas y formales, limitando la comunicación a expertos. Porque sin una formación formal sobre este tema, no serían capaces de comprender y expresar sus mensajes en el espacio geográfico (Quiroz, 2017, pág. 2).

- Representación de elementos u objetivos vectoriales

Las características geográficas representadas por vectores: puntos, rectas, polígonos, funciones, posiciones de elementos en el espacio geográfico y los fenómenos representados especificando elementos de este tipo, es decir, que sean definido geográficamente límites (Quiroz, 2017, pág. 4).

- Puntos como íconos

Los puntos son unidades geográficas demasiado pequeñas y precisas para ser representadas por líneas o polígonos, como ejemplo fuentes, postes telefónicos, estaciones meteorológicas y picos de montañas (Quiroz, 2017, pág. 4).

2.16 Modelamiento de nichos ecológicos

En general, los nombres modelo de nicho o modelo de distribución suelen usarse indistintamente en la literatura, e incluso conceptualmente pueden ser muy similares. El modelamiento de nicho ecológico se usa para desarrollar relaciones entre los valores ambientales y los datos de presencia, presencia–ausencia y muchas especies conocidas. Los modelos de distribución de especies, por otro lado, se relacionan las observaciones de campo de los taxones con variables ambientales predictivas asentadas en respuestas estadísticas o teóricas. (Illoldi y Escalante, 2008, pág. 8).

La base ecológica y evolutiva subyacente hace que los modelos de distribución de especies que utilizan nichos ecológicos como base teórica sean extremadamente útiles para resolver problemas de ecología aplicada, conservación y biogeografía. Se han desarrollado varios modelos para

ayudar a comprender algunos de los aspectos ambientales y ecológicos en los que se encuentran los taxones, particularmente aquellos relacionados con factores abióticos y bióticos (Illoldi y Escalante, 2008, pág. 8).

El desarrollo de algoritmos matemáticos permite cada vez más un modelado más preciso de los nichos ecológicos de los taxones entre los diversos algoritmos de modelado que existen, uno en particular es BIOCLIM y MAX-ENT. Cada uno de ellos representa un enfoque diferente al problema de la modelización de nichos ecológicos, ya sea basado en el uso de algoritmos de envoltura climática (BIOCLIM), algoritmos genéticos (GARP) o algoritmos de máxima entropía (Max-Ent) (Illoldi y Escalante, 2008, pág. 8).

2.16.1 Modelamiento de distribución de especies

La distribución de las especies y los factores bióticos y abióticos que las determinan son temas centrales en diversos campos de la biología, como la biogeografía, la ecología y la sistemática. Incluso Darwin, en 1859, dedicó gran parte de su trabajo a comprender la distribución de las especies e identificar los factores bióticos y abióticos que influían en ellas. Desde entonces, la investigación es centrada en comprender la distribución de las especies y a identificar factores causales bióticos y abióticos para delimitar áreas de distribución. Recientemente, ha habido un interés creciente en incluir y modelar estos factores para determinar la distribución potencial de especies desde una perspectiva de conservación (Sánchez et al., 2017, pág. 364).

Los métodos utilizados para modelar la distribución de especies son diversos y van desde la simple delimitación de áreas de distribución hasta el uso de métodos cuantitativos. Este método consiste en delimitar el área de distribución de una especie, considerando los sitios de recolección marginales registrados en especímenes de colecciones científicas. Este método supone que las especies están distribuidas uniformemente en toda el área geográfica de la región límite y que los esfuerzos de recolección son suficientes para determinar los límites de distribución de las especies (Sánchez et al., 2017, pág. 364).

La ventaja de este método es que representa con precisión la distribución de las especies. Sin embargo, un inconveniente importante es que la distribución de factores bióticos o abióticos no se tiene en cuenta al determinar el área de distribución de una especie. Por lo tanto, dentro de las áreas demarcadas, es muy probable que se produzca una sobreestimación, ya que no existen criterios cuantitativos para definir el área de distribución de una especie (Sánchez et al., 2017, pág. 364).

2.17 Escenarios bajo modelos SSP - RCP

Las trayectorias socioeconómicas compartidas (Shared Socioeconomic Pathways, SSP, por sus siglas en inglés) se elaboraron para complementar los RCP con distintos desafíos socioeconómicos de adaptación y mitigación. Describen tendencias de alternativas aceptables para la evolución de la sociedad y los sistemas naturales durante el siglo XXI. Los SSP son trayectorias de referencia en el sentido de que asumen que no existe cambio o impactos climáticos, ni nuevas políticas climáticas (Escoto et al., 2017, pág. 674).

Recientemente se han desarrollado SSPs que tiene el objetivo de facilitar el análisis de escenarios que toman en cuenta múltiples fuerzas impulsoras del desarrollo económico, social, tecnológico, uso de la tierra y cooperación internacional. Las SSPs presentan posibles escenarios futuros de sociedad que pueden ser útiles a distintas comunidades de la investigación (Ruiz, 2022, pág. 11).

Según Beyer y Milan, (2023, p. 19), las Vías Socioeconómicas Compartidas (SSP) abarcan 5 escenarios futuros demográficos, económicos y sociales alternativos: Sostenibilidad-Sustentabilidad: tomar la vía verde (SSP1), Mitad del camino o Nivel Medio de desafíos (SSP2), Fragmentación-Rivalidad regional: un camino rocoso (SSP3), Desigualdad: un camino dividido (SSP4) y Desarrollo impulsado o basado en combustibles fósiles: tomar la autopista (SSP5). Los escenarios demuestran distintos supuestos sobre el futuro crecimiento demográfico y económico, los patrones de consumo, la cooperación internacional y las desigualdades (Escoto et al., 2017, pág. 676).

El objetivo de los SSP es caracterizar la incertidumbre de la mitigación o de la adaptación a un nivel dado, por tal razón, se describen sus dimensiones: los desafíos que describen las condiciones socioeconómicas representarían para la adaptación, y los retos que representarían para la mitigación. Para garantizar que el conjunto de SSP abarque una gama de resultados que permitirían caracterizar la incertidumbre en la mitigación, adaptación e impactos, se define un espacio de resultados en el que los desafíos socioeconómico-ambientales están representados en dos ejes: el eje horizontal representa los desafíos relacionados con la adaptación y el vertical los de la mitigación (Escoto et al., 2017, págs. 274-276).

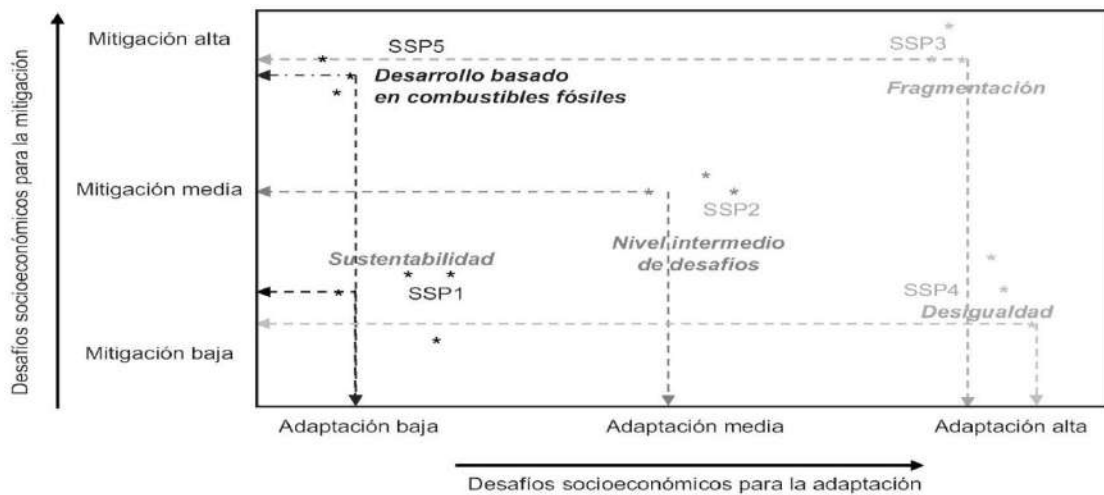


Ilustración 2-3: Espacios de desafíos para la mitigación y adaptación que identifican el dominio de los SSP.

Fuente: Escoto et al., 2017, pág. 675.

Las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas son formuladas como parte de una hipótesis de que las alteraciones de cambio climático pueden ser naturales o sociales. Especialmente se han estimado 3 tipos diferentes de escenarios: de emisiones de gases de efecto invernadero, clima y adaptación (Ruiz, 2022, pág. 11).

Para el futuro hay presagios sobre el clima que se exponen bajo cuatro trayectorias de concentración de gases de efecto invernadero distintos; 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5 (RCP son las vías de concentración representativas). El escenario más positivo es el 2.6 RCP y también el de menor cambio climático y 8.5RCP es el escenario más negativo y de mayor calentamiento global (Ruiz, 2022, pág. 11).

Las Vías de Concentración Representativas (RCP) contienen diversos escenarios futuros de concentración atmosférica de GEI, el factor determinante del calentamiento global. En los últimos años, las RCP se han constituido con las SSP para establecer escenarios futuros acoplados. Por ejemplo, SSP1-RCP2.6 afecta a un calentamiento global centro de $\sim 1,9^\circ$ para 2081-2100, con respecto a los niveles de 1850-1900, mientras que SSP3-RCP7.0, afecta a un calentamiento de $\sim 3,9^\circ$. Para estos escenarios se desarrollaron proyecciones globales futuras de peligros medioambientales relevantes para la movilidad humana, como olas de calor, sequías, riesgos de inundaciones y pérdidas de cosechas (Beyer y Milan, 2023, pág. 19).

Los RCP también incluyen un escenario de mitigación de GEI estricto, RCP2.6, y dos escenarios de mitigación intermedio RCP4.5 y RCP6.0. En los SRES los escenarios tuvieron historias

socioeconómicas, pero no incluyeron opciones de mitigación climática (Escoto et al., 2017, pág. 673-677).

2.18 Análisis estadístico

La deducción estadística procura dados ciertos datos, adquirir el conocimiento de los parámetros, del tipo de cálculos de probabilidades, que admisiblemente se adecue a dichos datos (Fernández y Guitart, 2005, pág. 1) (Ruiz, 2022, pág. 12). En varias investigaciones estadísticas uno de los fines principales es implantar relaciones que admitan predecir una o más variables en términos de otras. Por lo que se efectúa la toma de datos y se emplea recursos estadísticos de análisis para determinar cómo lo sabido se asocia con eventos a futuro (Ruiz, 2022, pág. 12).

El análisis estadístico recibe una gran importancia en la investigación, por ello, es relevante que los investigadores tomen conocimientos esenciales, sobre la estadística, esta ciencia accederá a la literatura profesional en su área de investigación puede ser en la revisión de estudios anteriores y otros documentos científicos de su interés; entender la lógica que implica la investigación; y finalmente realizar las labores antes y después de la investigación. Un conocimiento firme de que la estadística facilitará al investigador la formulación y desarrollo de proyectos de investigación factibles y congruentes, pues, como se mostró antes, el qué y para qué se investiga, están estrechamente conectados con el cómo investigar, fase en la que se describen los procesos estadísticos a utilizar para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos (León y Pérez, 2019, pág. 73).

2.19 Análisis de Clúster

El análisis de clúster o también llamado análisis de conglomerados es un tipo de muestreo no probabilístico que agrupa o forma clúster según su semejanza y distancia, este tipo de análisis incluye un dendrograma es una representación gráfica que es utilizada para agrupar y comparar los sujetos de estudio en una investigación (Tusell, 2023, pág. 41). El análisis de conglomerados es un método para examinar datos basados en similitudes de las muestras asociadas entre sí (DePauw University, 2022, pág. 2).

El análisis de clúster debe mostrar un alto grado de homogeneidad interna dentro de los conglomerados, a parte de un alto grado de heterogeneidad externa entre los conglomerados. En el análisis de conglomerados no existen grupos predeterminados, a diferencia del análisis discriminante, en el análisis factorial se agrupan variables, en los clústeres tienden a agrupar las

observaciones/casos. En la fase inicial se construye una matriz de distancias o similitudes, donde las filas y columnas son observaciones y las celdas son las medidas de similitud mutuamente. Estas similitudes pueden ser medidas de distintas formas, según por las correlaciones entre observaciones, distancias euclídeas, etc (Tusell, 2023, pág. 42).

2.20 Correlación de Spearman

Los métodos no paramétricos se pueden utilizar en escalas más débiles, como los nominales y ordinales. Sin embargo, los métodos no paramétricos son menos eficaces si al menos las observaciones se definen en una escala de intervalo y la población de interés de estudio se podría distribuir normalmente (Montes et al., 2021, pág. 1). Londres, 1863-1945 (citados en Mondragón, 2014, pág. 99) menciona que Charles Edward Spearman quién desarrolló el coeficiente de correlación ordinal que lleva su nombre, el cual permite correlacionar dos variables por rango en vez de medir el funcionamiento de cada variable por separado.

La correlación de Spearman es un método no paramétrico bivariado que es utilizado en situaciones en las que el investigador desea valorar la asociación entre variables cuantitativas, con el fin de poder determinar las similitudes o las diferencias entre variables e individuos (Montes et al., 2021, pág. 2).

2.20.1 Coeficiente de correlación por jerarquías de Spearman (*Rho de Spearman ρ_s*)

Es una dimensión de asociación lineal que utiliza intervalos, números ordinales por cada grupo de sujetos, y compara los intervalos. Este coeficiente es útil cuando número de pares de objetos de estudio que desea vincularse es pequeño, es decir, menos de 30. Al margen del grado de correlación entre dos variables y la ρ de Spearman, también es capaz de determinar la dependencia e independencia de dos variables aleatorias (Montes et al., 2021, pág. 2).

Para el valor de ρ del coeficiente de correlación de Spearman se debe considerar el valor de significación, por lo tanto, cuando el valor de ρ es 0.05, es posible concluir que presenta una relación de significancia (Montes et al., 2021, pág. 2).

2.21 Biplots

Es una herramienta gráfica que puede trazar paralelamente las variables y sus valores observados. Es una generalización del conocido diagrama de dispersión bivariado (Moreno, 2020, pág. 7). Los

biplots poseen varias características tales como: la distancia euclídea entre puntos en el plano es próximo igual a las distancias entre las observaciones originales, el ángulo entre los vectores expresa la correlación entre las variables y la posición del vector con relación al eje y su magnitud evidencian los coeficientes de las variables en los componentes (Moreno, 2020, pág. 12).

2.22 Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales se trata de una técnica de disminución de la dimensión, en el cual permite que el investigador analice el papel de cada variable en el fenómeno en estudio, ya que los componentes principales que genera no están correlacionados y, en consecuencia, pueden ordenarse según la información que albergan. Los biplots emplean la disminución por descomposición de valores singulares, un procedimiento que utiliza los valores singulares para trazar los componentes principales (Moreno, 2020, pág. 10-11).

El análisis de componentes principales es un método que convierte la información multidimensional en limitadas variables que describen la mayor parte de la variabilidad en las variables originales y sus interrelaciones (Gozá et al., 2020, pág. 6). PCA es uno de los métodos estadísticos multivariados más antiguos y populares en análisis de datos. Su principal interés es extraer y comprimir la información más importante de múltiples conjuntos de datos, manteniendo la información considerada importante, de tal manera, reduciendo datos. Esto es posible lograrlo convirtiendo las variables originales en componentes principales que no están correlacionados y pueden ser ordenados de modo que el componente primario mantenga la gran parte de fluctuación presente en las variables originales (Gozá et al., 2020, pág. 8).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la región Amazónica del Ecuador, específicamente en cultivos de pitahaya amarilla ubicados en diversas fincas, con un enfoque particular en el ecotipo "Palora". Los puntos de muestreo se seleccionaron en el Cantón Palora, perteneciente a la Provincia de Morona Santiago.

El Cantón Palora, conocido como el Edén de la Amazonía, se encuentra en el noroccidente de la Provincia de Morona Santiago. Representa el 5,9% del área total de la provincia, con una extensión de 145.670 hectáreas y su superficie es de 1.382 km². Se sitúa cerca del Parque Nacional Sangay, que abarca unas 70.000 hectáreas (Heras et al., 2023, pág. 76).

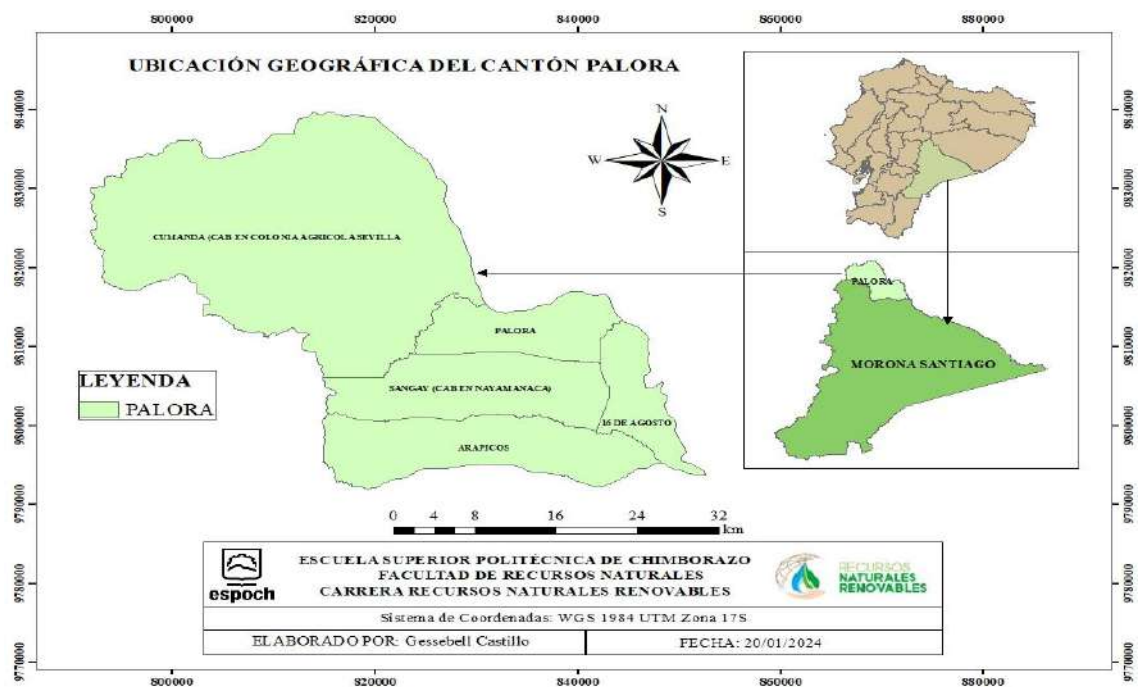


Ilustración 3-1: Mapa del área de estudio de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel).

Realizado por: Castillo G., 2024.

3.1.1 Coordenadas UTM

En el sistema de coordenadas de Universal Transversal de Mercator, sus coordenadas geográficas se plantearon en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Coordenadas UTM del cantón Palora.

Zona UTM	
X	170048
Y	9811699

Fuente: De Cervantes, 2024.

Realizado por: Castillo G., 2024.

3.1.2 Límites

Sus límites referenciales del cantón Palora se plantearon en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Límites del Cantón Palora.

Límites	Cantones
Norte	Baños y Mera
Sur	Huamboya y Pablo Sexto
Este	Puyo y Pastaza
Oeste	Parque Nacional Sangay

Fuente: Heras et al., 2023, pág. 76.

Realizado por: Castillo G., 2024.

3.1.3 División política

Sus parroquias rurales y urbana fueron citadas en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3: División política del Cantón Palora.

Cantón	Parroquias	
PALORA	Urbana	Palora
	Rural	Arapicos
		Cumandá
		Sangay
		16 de Agosto

Fuente: Heras et al., 2023, pág. 76.

Realizado por: Castillo G., 2024.

3.1.4 Características climáticas

Su clima varía, desde el tropical húmedo característico de la región Amazónica hasta el frío húmedo propio de la zona andina, especialmente en las proximidades del volcán Sangay (Heras et al., 2023, pág. 76). Las características climáticas específicas se detallan en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Características climáticas del Cantón Palora.

Variables climáticas	Cantón Palora
Temperatura	20 a 23 °C
Precipitación anual media	3000 hasta 4000 mm
Humedad relativa	85%

Fuente: Heras et al., 2023, pág. 76.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Las muestras del ecotipo “Palora”, diferenciadas del ecotipo Nacional, pertenecen a la especie *Hylocereus megalanthus*, conocida comúnmente como pitahaya amarilla en Palora. Estas muestras fueron caracterizadas morfológicamente en el Laboratorio de Producción Vegetal de la Facultad de Recursos Naturales, perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Esta institución se encuentra en la Av. Panamericana Sur km 1 ½ del Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, a una altitud de 2754 m.s.n.m., en las coordenadas 18°28’00” de longitud oeste y 01°38’02” de altitud sur (Ortiz, 2021, pág. 19).

3.2 Materiales

3.2.1 Material biológico

- Muestras de frutos de pitahaya amarilla llamada también, pero por su nombre científico *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. Ex Vaupel).

3.2.2 Equipos y materiales de laboratorio, campo y oficina

En la Tabla 3-5 los equipos, materiales de laboratorio oficina y campo que se usaron para el recolección y caracterización de la especie *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel).

Tabla 3-5: Materiales y equipos que se utilizaron en el proyecto.

	Rubro	Unidad	Cantidad
Equipos de laboratorio	Microscopio estereoscópico	Unidad	1

	Computadora	Unidad	1
	Calibrador	Unidad	1
	Medidor de pH portátil	Unidad	1
	Penetrómetro digital portátil para frutas	Unidad	1
	Medidor de Grados Brix	Unidad	1
Materiales de laboratorio	Vasos de precipitación	Unidad	2
	Tapas de cajas de Petri	Unidad	3
	Tarrinas	Unidad	3
	Pinzas de laboratorio	Unidad	3
	Vasos plásticos	Unidad	5
	Toallita de manos	Unidad	4
	Colador	Unidad	1
	Cuchillo de laboratorio	Unidad	1
	Toallas húmedas	Unidad	30
		Funda Ziploc	Unidad
Materiales de campo	Tijera podadora	Unidad	2
	Escoba de plástico	Unidad	1
	Par de guantes plásticos	Unidad	1
	Guante de nitrilo	Unidad	1
	Amarra cable	Unidad	100
		GPS Portátil de mano	Unidad
Equipos de campo	Esferos	Unidad	3
	Etiqueta	Unidad	2
	Tijera	Unidad	1
	Estilete	Unidad	2
	Hojas papel bond	Unidad	5
	Marcador permanente	Unidad	1
	Libreta	Unidad	
	Hojas de papel conta	Unidad	3
Equipos de oficina	Computador portátil	Unidad	1

Realizado por: Castillo G., 2024.

3.3 Métodos de evaluación de variables morfológicas

Para la correspondiente medición de los indicadores establecidos, se implementaron una o varias mediciones dependiendo el indicador.

3.3.1 *Diámetro Polar*

Se estableció el diámetro polar la cual es una línea perpendicular del fruto medido en milímetros (mm), esta medición se toma desde el ápice hasta el pedúnculo, se midió los 57 frutos en total con un calibrador digital.

3.3.2 *Diámetro Ecuatorial*

Se estableció el diámetro ecuatorial la cual es una línea horizontal del fruto, se midió en milímetros (mm), con un calibrador digital.

3.3.3 *Peso total del fruto*

Se pesó los frutos cosechados o tomados como muestra, se utilizó una balanza electrónica de precisión de marca RADWAG, modelo PS 1000.R2, la unidad de medida gramos (g).

3.3.4 *Número de brácteas*

Se contó el número de brácteas coloquialmente conocidas como mamilas presentes en el epicarpio de la pitahaya amarilla o por su nombre científico *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel).

3.3.5 *Distancia entre brácteas*

Se midió la distancia entre brácteas desde el ápice hasta el pedúnculo del fruto tomando de medición únicamente cuatro distancias es decir que interactuaban 8 brácteas, con un calibrador digital unidad de medida en milímetros (mm).

3.3.6 *Código de Munsell del epicarpio*

Se codificó mediante una tabla establecida en el Código de Munsell para determinar el color del epicarpio.

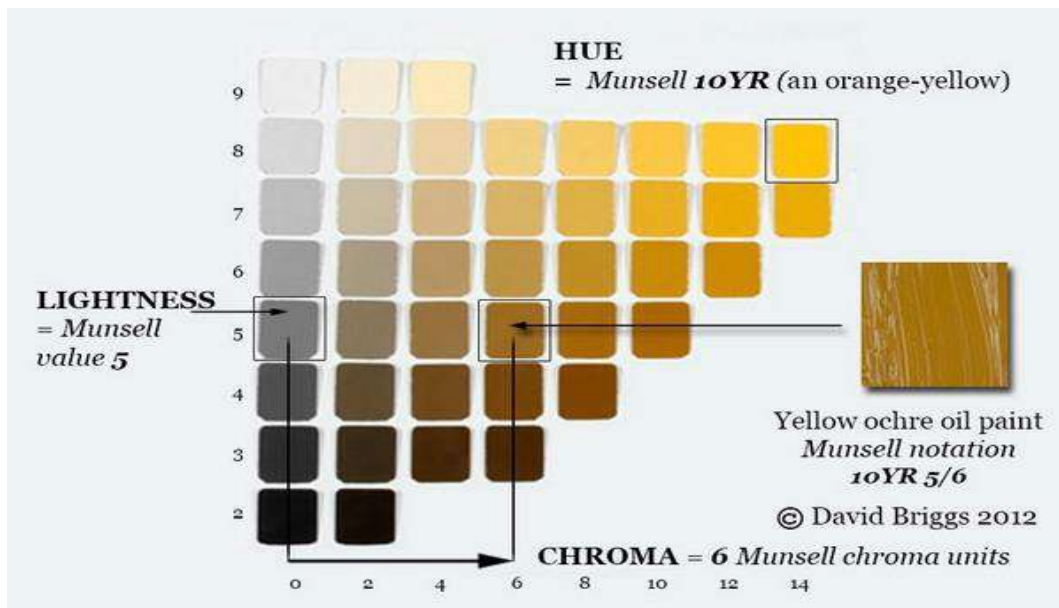


Ilustración 3-2: Código de Munsell se codificó el epicarpio del fruto de pitahaya amarilla.

Fuente: Briggs, 2012.

3.3.7 *Alveolo*

Se empezó a cortar a la mitad del fruto iniciando por el ápice hasta llegar al pedúnculo y se midió con el calibrador digital, unidad de medida milímetros (mm).

3.3.8 *Sabor del endocarpio*

Se estableció dos categorías para determinar su sabor del endocarpio coloquialmente conocido como la pulpa y las semillas, las cuales fueron: agradable y desagradable.

3.3.9 *Peso total del endocarpio*

Se pesó el total del endocarpio fueron sacadas del epicarpio y colocadas en un vaso de precipitación, anteriormente ya fue tarareado en la balanza electrónica de precisión de marca RADWAG. Modelo PS 1000.R2, unidad de medida gramos (g)

3.3.10 *Medición de Grados Brix*

Se colocó en el prisma principal del medidor de Grados Brix de 2 a 3 gotas de líquido de pitahaya, anteriormente se trituró el endocarpio en el vaso de precipitación, se observó en el medidor de grados Brix, el rango que marcó su escala.

3.3.11 Medición de pH

Se procedió a introducir el peachímetro en el endocarpio triturado del vaso de precipitación para la medición de pH, en una escala ácida, neutra y alcalina.

3.3.12 Peso total de semillas

Se procedió a lavar el triturado de endocarpio en agua con ayuda de un colador, con el fin de dejar únicamente las semillas, no obstante, con ayuda de las pinzas de laboratorio se procede a suprimir la pulpa que no fue liberada en su totalidad.

3.3.13 Peso de pulpa sin semillas

Se realizó un cálculo matemático detallado a continuación:

$$\text{Peso de pulpa sin semillas} = \text{Peso total del endocarpio} - \text{Peso total de semillas}$$

3.3.14 Medición de madurez

Se midió con el penetrómetro, unidad de medida Pascal (Pa), realizando tres presiones sobre la superficie del endocarpio, es decir se tomó tres medidas.

3.3.15 Peso del epicarpio

Se procedió a pesar en la balanza electrónica de precisión únicamente el epicarpio, una vez separado el endocarpio, unidad de medida gramos (g).

3.3.16 Grosor del epicarpio

Se midió el grosor del epicarpio con el calibrador digital, unidad de medida milímetros (mm).

3.3.17 Conteo de espinas

Se contó las espinas del fruto presentes en las brácteas antes de ser apartada y cortada de sus cladodios.

3.3.18 Código de Munsell del endocarpio

Se codificó con la misma tabla que el epicarpio del fruto, establecida en el Código de Munsell para determinar el color del endocarpo o la unión de la pulpa y las semillas.

3.3.19 Peso de diez semillas con mucílago

Se realizó el pesaje en la balanza electrónica de precisión de diez semillas con mucílago, escogidas al azar bajo características físicas distintas observadas a simple vista, unidad de medida gramos (g).

3.3.20 Peso de diez semillas sin mucílago

Se pesó en la balanza electrónica de precisión las diez semillas sin mucílago, anteriormente quitadas de cada una de las semillas el mucílago, unidad de medida gramos (g).

3.3.20.1 Observación de las diez semillas de cada muestra bajo microscopio estereoscópico

- Diámetro polar

Se observó bajo el microscopio estereoscópico, marca Leica S8 APO con óptica apocromática que permite conectar la cámara digital a una Laptop mediante el programa Leica se logró observar y se midió el diámetro polar de la semilla, unidad de medida milímetros (mm).

- Diámetro ecuatorial

Se visualizó bajo microscopio estereoscópico, mediante el programa mencionado anteriormente y se midió el diámetro ecuatorial de la semilla, su unidad de medida fue milímetros.

- Perímetro

Se visualizó bajo microscopio estereoscópico y se tomó las medidas del contorno de semilla y se sacó la medida del perímetro de esta.

- Ápice de la semilla

Se observó bajo microscopio estereoscópico y se tomó la medida del ápice de la semilla, es decir hasta donde empieza la curvatura pronunciada de la semilla.

3.4 Metodología

3.4.1 Caracterizar morfológicamente la especie *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora

- Campañas de muestreo

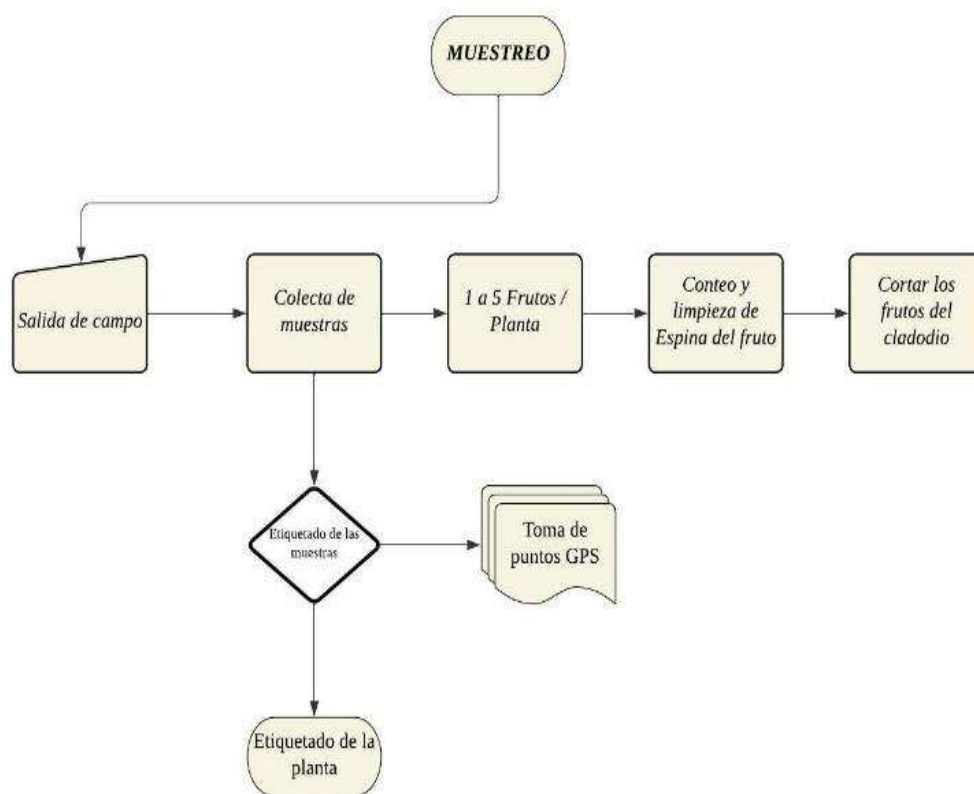


Ilustración 3-3: Fase I Campañas de muestreo.

Realizado por: Castillo G., 2024.

- Procesamiento de muestras

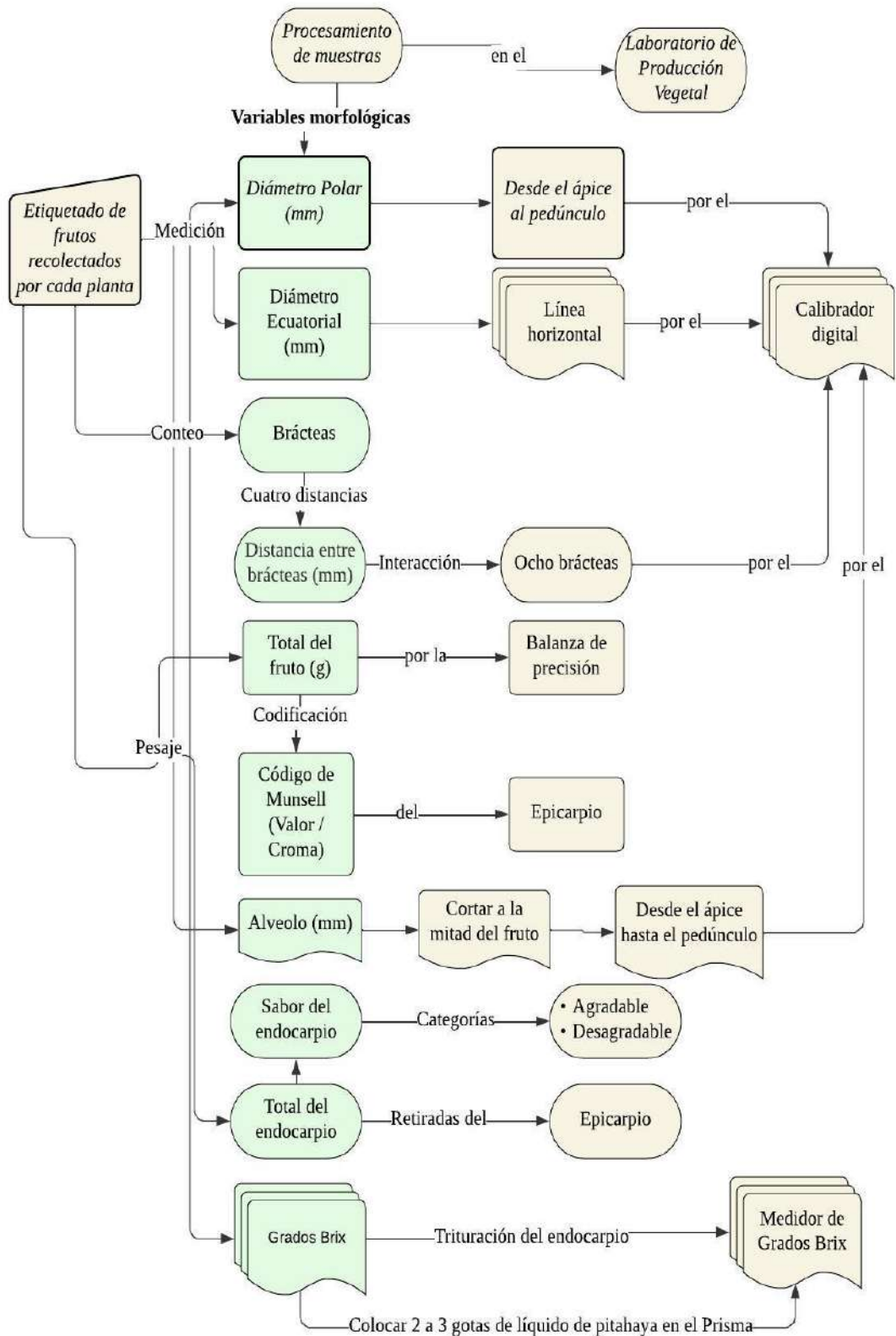


Ilustración 3-4: Fase II Parte 1 Procesamiento de las muestras en el laboratorio de Producción Vegetal.

Realizado por: Castillo G., 2024.

- Semillas

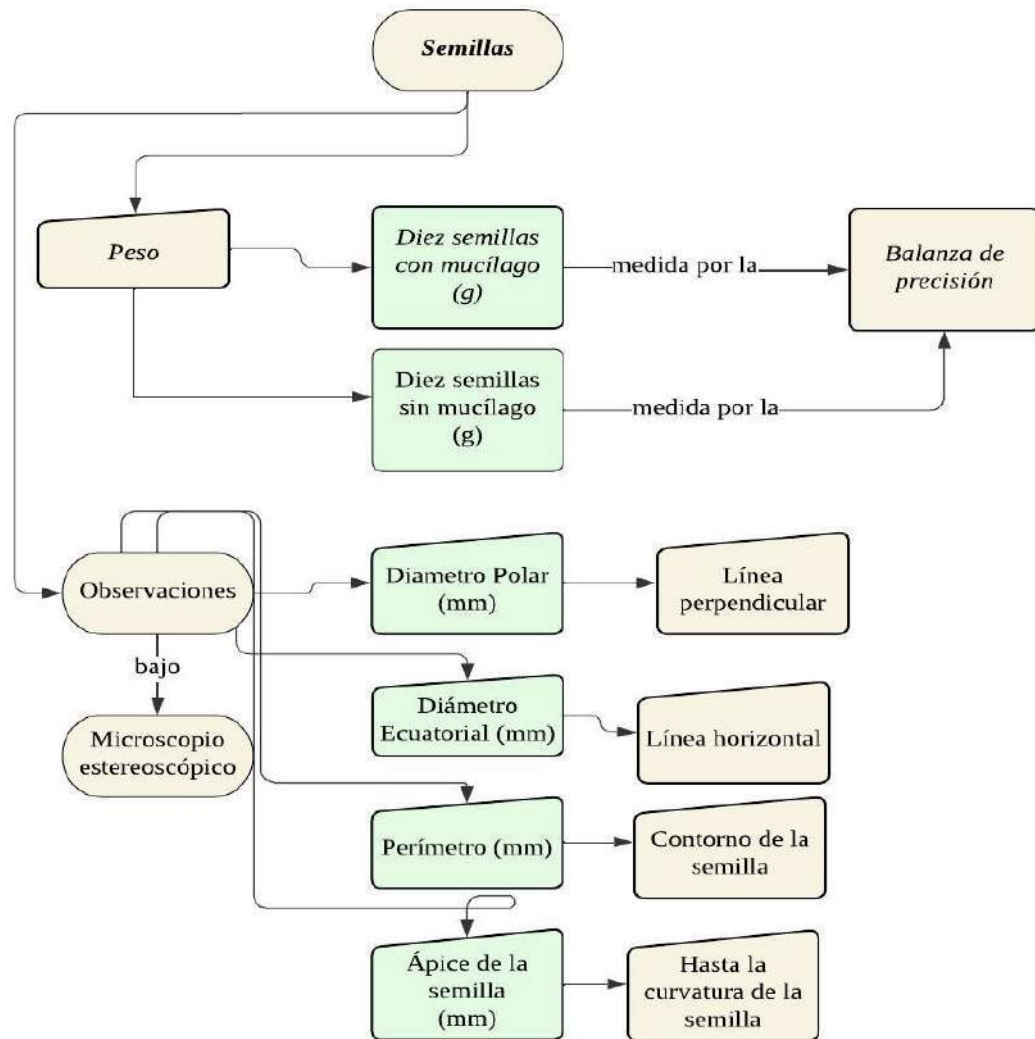


Ilustración 3-6: Variables morfológicas únicamente de las semillas.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Se creó una base de datos que incluye todas las variables cuantificadas en Excel para la caracterización morfológica de la especie *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) (ver Anexos A, B, C, D, E, F y G).

Posteriormente, se llevó a cabo la tabulación e interpretación de los resultados utilizando el software PRIMER 5 para el análisis de conglomerados, generando un dendrograma en función de las muestras y variables. Este software integra uno de los métodos de análisis multivariante, utilizando un muestreo no probabilístico. Se determinó el criterio de similitud genética y la distancia entre variables y muestras.

Finalmente, se realizaron análisis estadísticos utilizando el software R. Se llevó a cabo la correlación de Spearman con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Este análisis identificó las variables que presentan una mayor similitud entre sí. Para la interpretación de las pruebas de Spearman, se utilizaron rangos que van desde -1, reflejan una fuerte asociación negativa, hasta +1 indicando una fuerte asociación positiva. Un valor de 0 indica que no existe relación alguna (Montes et al., 2021, pág. 2).

Tabla 3-6: Grado de relación según el coeficiente de correlación Spearman.

RANGO	RELACIÓN
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.11 a -0.50	Correlación negativa media
-0.01 a -0.10	Correlación negativa débil
0.00	No existe correlación
+0.01 a +0.10	Correlación positiva débil
+0.11 a +0.50	Correlación positiva media
+0.51 a +0.75	Correlación positiva considerable
+0.76 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta

Fuente: Montes et al., 2021, pág. 2

Realizado por: Castillo G., 2024.

Se utilizó el software R para generar un análisis de Biplot de componentes principales, el cual abarcó el 52% de variabilidad total. Este tipo de análisis tiene como objetivo comprender el grado de asociación o variabilidad que exista entre dos o más variables.

3.4.2 Generar una línea base sobre la distribución actual de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora

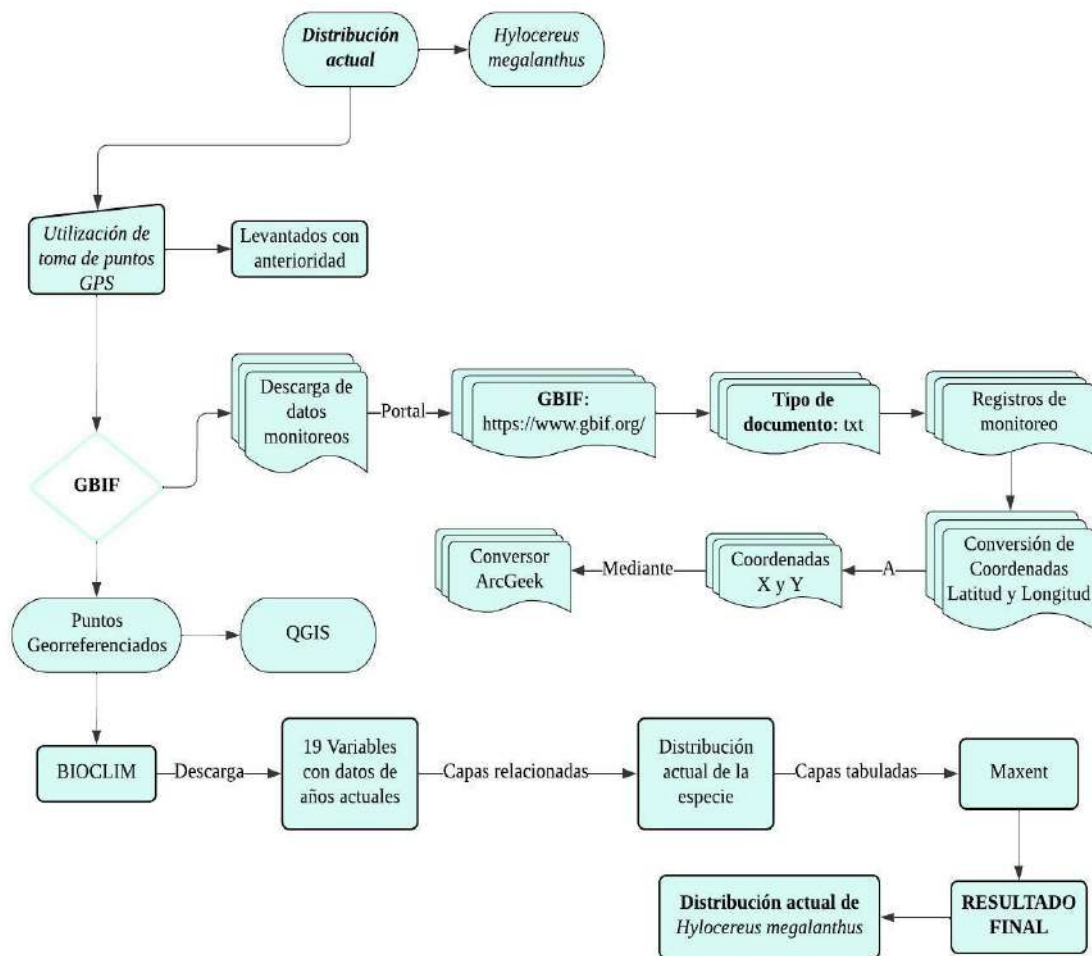


Ilustración 3-7: Procesamiento de puntos GPS para la elaboración de distribución actual en Max-Ent de *Hylocereus megalanthus*.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Luego de adquirir los datos de la plataforma WorldClim, estos fueron procesados en ArcMap v10.8. Las variables, inicialmente en formato .tif, fueron convertidas al formato .asc. Posteriormente, se utilizaron en el Software Max-Ent v3.4.1. Los datos se proyectaron en el sistema de coordenadas geográficas UTM WGS 1984. Max-Ent se empleó para realizar los modelos de nichos ecológicos, centrándose en la presencia de la especie. Se incluyeron 19 parámetros bioclimáticos, considerando los escenarios RCP 4.5 y 8.5, como se describe en Ruiz (2022, págs. 17-18).

Para modelar la distribución actual de la especie *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel), se utilizó el software Max-Ent.

3.4.3 Determinar la distribución potencial bajo escenarios de cambio climático para *Hylocereus megalanthus*

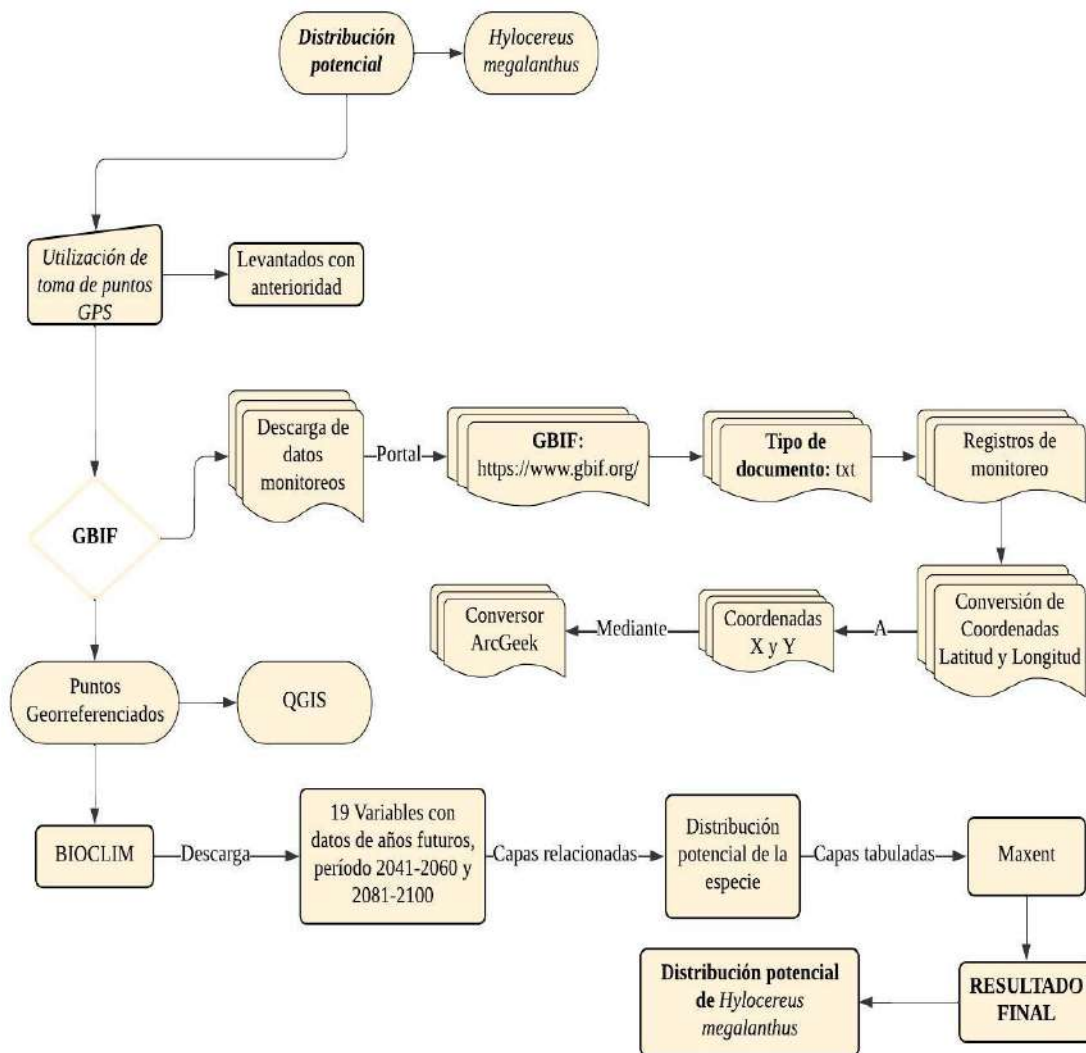


Ilustración 3-8: Procesamiento de puntos GPS para la elaboración de distribución potencial en Max-Ent de *Hylocereus megalanthus*.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Con el propósito establecido, se llevó a cabo la modelización de la distribución potencial utilizando el método de máxima entropía a través del software Max-Ent. Este enfoque permitió modelar el nicho ecológico y predecir la distribución de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel), como se detalla en el objetivo previo. Para cumplir con el objetivo dos, se procedió a seleccionar sitios de muestreo basados en criterios que identifican la presencia de las mejores variedades de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) en el Ecuador.

Tabla 3-7: Variables bioclimáticas utilizadas en Max-Ent.

Código	Variable
BIO1	Temperatura media anual
BIO2	Rango diurno medio (Media mensual de la; temperatura máxima – temperatura mínima)
BIO3	Isotermalidad (BIO1/BIO7)*100
BIO4	Estacionalidad de la temperatura (Coeficiente de variación)
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO7	Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)
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 (Coeficiente de variación)
BIO16	Precipitación del cuarto más húmedo
BIO17	Precipitación del cuarto más seco
BIO18	Precipitación del trimestre más cálido
BIO19	Precipitación del trimestre más frío

Fuente: Obtenido de <https://www.worldclim.org/data/bioclim.html>

Se desarrollaron modelos predictivos de distribución utilizando variables bioclimáticas obtenidas de WorldClim, puntos de presencia recolectados en campo, datos georreferenciados mediante fotointerpretación obtenidas en el software QGIS y datos descargados de GBIF. Estos modelos se elaboraron en el software MaxEnt, dividiendo el 70% de los registros de presencia como puntos de entrenamiento y el 30% como puntos de validación. En Max-Ent, se ingresaron las coordenadas geográficas de *Hylocereus megalanthus* en formato CSV y se especificaron las 19 capas para el primer entrenamiento, con el objetivo de seleccionar las variables más importantes para la ausencia o presencia de la especie y escoger solo las variables esenciales para la distribución potencial.

Los parámetros de máxima entropía se configuraron con un porcentaje aleatorio de prueba del 10% y el método de ejecución replicado fue Bootstrap. Se optó por las opciones que proporcionaban resultados más detallados, en este contexto son Write Plot Data, Create response curves, Do jackknife to measure variable importance. Se evaluaron los modelos bajo los escenarios 4.5 y 8.5 RCP para los años 2041-2060 década de los 50 y los años 2081-2100 década de los 90 para la distribución potencial.

Se examinó la capacidad de predicción de cada modelo mediante el área bajo la curva (AUC), que evalúa la capacidad de discriminación de una presencia llamada sensibilidad contra la capacidad de discriminación de una ausencia llamada especificidad. El formato de salida indica una idoneidad de hábitat relativa de cada píxel se transforma a unidades de km² para su interpretación. Se seleccionaron modelos destacados basados en criterios de error por omisión y cercanía a las áreas previamente identificadas como presencia de la especie (Ruiz, 2022, págs. 20-21).

Finalmente, se utilizó los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para los modelos resultantes de Max-Ent en formato tipo median.asc fueron importados al Software QGIS. Estos archivos de Max-Ent se transformaron de archivos ráster a vectoriales, para facilitar la clasificación en tres categorías de curvas de nivel, pasando de líneas a polígonos. Posteriormente, se calcularon las áreas de los polígonos y, por último, se exportó a archivos shapefile. En ArcMap v10.8, se elaboró el mapa de distribución, transformando de píxeles a kilómetros cuadrados, simbolizando en tres categorías de presencia de la especie por medio de escala de colores, las áreas con condiciones ambientales muy idóneas en rojo, las áreas medianamente idóneas en amarillo y las áreas con condiciones ambientales poco idóneas en verde para la existencia de *Hylocereus megalanthus*.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Caracterizar morfológicamente la especie *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora

4.1.1 Variedades de pitahaya amarilla *Hylocereus megalanthus*

Tabla 4-1: Cuadro comparativo de las dimensiones de las variedades de pitahaya en el cantón Palora, provincia de Morona Santiago.

Variedades	Forma	Diámetro polar		Diámetro ecuatorial (mm)	Brácteas	Peso (g)
		(mm)				
Amarilla Colombiana	Piña	M14_2	89,23	72,49	40	170,476
Amarilla Palora	Pelota	M4_2	116,36	106,35	35	596,470

Realizado por: Castillo G., 2024.

Con el propósito de evaluar los frutos y semillas de la planta cactácea pitahaya en el cantón Palora, se tomaron 25 puntos de muestreo. Cada una de las plantas de las cuales se recolectaron muestras fue georreferenciada, totalizando así 25 plantas cactáceas. Se obtuvieron de 1 a 5 frutos por planta, sumando un total de 57 frutos recolectados en el cantón Palora, provincia de Morona Santiago, de los cuales se visualizó bajo microscopio estereoscópico 10 semillas por cada fruto, sumando un total de 570 semillas de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados (Anexo A – Anexo B – Anexo C – Anexo D – Anexo E – Anexo F – Anexo G).

Según Cañar et al. (2014, pág. 77), en sus investigaciones se señala que la pitahaya amarilla colombiana presenta frutos con un peso de hasta 231,47 g, mientras que la pulpa presenta un peso de 143,68 g. La pitahaya amarilla es uno de los principales productos exóticos de exportación en Colombia.

Las condiciones edáficas y climáticas son los factores determinantes en la calidad del fruto. Se ha observado que la pitahaya de Palora presenta un mayor tamaño y peso, así como un gran contenido de grados Brix superior en comparación con la fruta colombiana (Jordán et al., 2009, pág. 5).

Tabla 4-2: Datos morfológicos obtenidos de los frutos de *Hylocereus megalanthus* recolectados y analizados correspondientes al cantón Palora, provincia Morona Santiago.

Variables	Provincia: Morona Santiago							
	Cantón: Palora							
	\bar{X}							
Frutos								
Diámetro polar (mm)	97,025							
Diámetro ecuatorial (mm)	77,305							
Brácteas	37							
Peso total (g)	285,691							
Alveolo (mm)	8,324							
Color Munsell del Epicarpio (Value/Chroma)	8/12=23	8/14=24	8/10=9	8/8=1				
Sabor (Agradable/Desagradable)	56/1							
Color Munsell del Endocarpio (Value/Chroma)	9/4=1	9/0=26	8/4=2	8/2=4	8/0=19	7/2=3	7/0=2	
Peso total del Mucílago de 10 Semillas (g)	0,561							
Peso total del Endocarpio (g)	184,437							
Grados Brix	16,5							
pH	4,764							
Peso del Endocarpio sin semilla (g)	132,562							
Madurez								
M1	M2	M3	1,816	1,793	1,747			
Peso del Epicarpio (g)	94,790							
Grosor del Epicarpio (mm)	4,971							
Distancia entre puntas de Brácteas (mm)	33,348	32,516	33,658	23,234				
D1	D2	D3	D4					
Espinas	10							
Semillas								
Peso total de Semillas (g)	53,684							
Peso de 10 Semillas sin mucílago (g)	0,104							
Peso de 10 Semillas con mucílago (g)	0,561							
Perímetro (mm)	16,673							
Diámetro Polar (mm)	6,373							
Diámetro Ecuatorial (mm)	3,709							
Ápice (mm)	2,384							

Realizado por: Castillo G., 2024.

En resumen, el peso promedio de los frutos de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) en el cantón Palora es de 285,691 g (Tabla 4-2). En el estudio, se identificó que la muestra M4_2 es la más destacada en cuanto al peso de sus frutos, con un valor de 596,470 g, seguida por la muestra M17_1 con 544,464 g y M5_1 con 510,405 g. También se registraron datos de peso muy bajos, como M20_2 con 66,271 g, M17_2 de 65,315 g, y finalmente M25_2 con 53,258 g (Ilustración 4-1).

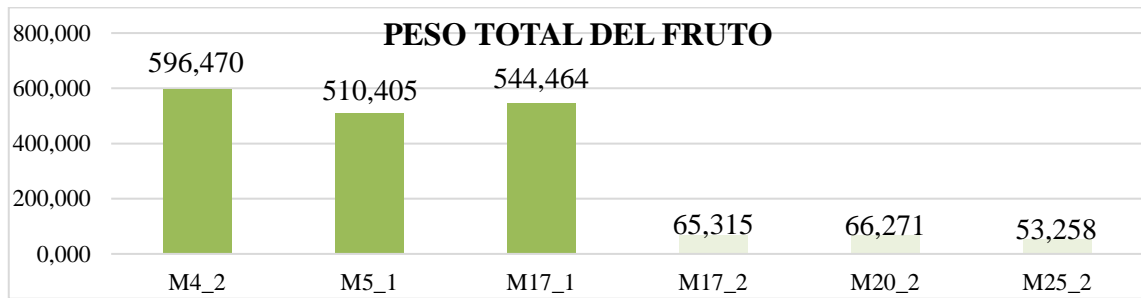


Ilustración 4-1: Comparación de muestras del peso total de los frutos de *Hylocereus megalanthus* del cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Al comparar los grados Brix (Ilustración 4-2), se concluye que los frutos recolectados en el cantón Palora presentaron los niveles más altos de azúcar en las muestras M8, M9, M11_2, M13_1, M22_2 y M24_1, con un valor de 19°. Las muestras M10_1, M16_2 y M17_1 les siguieron de cerca con 18,50°, mientras que las muestras M2_1 y M18_3 mostraron los valores más bajos de azúcar, con 13°. Estos resultados se relacionan con los hallazgos de Verona et al. (2020, pág. 445), quienes mencionan que *Hylocereus megalanthus* es la variedad más dulce de esta especie, con un promedio de 20,74° Brix.

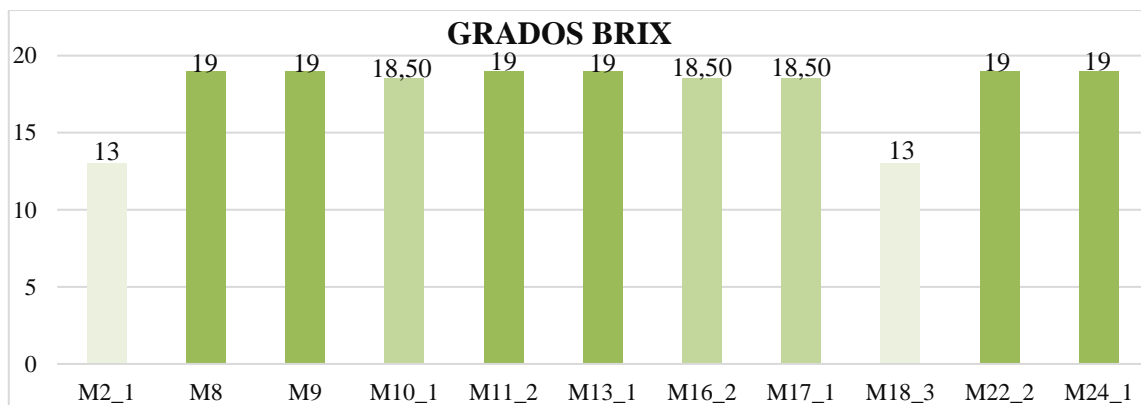


Ilustración 4-2: Comparación de muestras de los grados Brix de los frutos de *Hylocereus megalanthus* del cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

En correspondencia con los resultados de las dimensiones de los frutos estudiados en el cantón Palora (Ilustración 4-3), se obtuvieron valores significativos para las actividades comerciales, destacando frutos con un peso individual de hasta 597 g. Según el manual del cultivo de pitahaya para la Amazonía Ecuatoriana investigado por Vargas et al. (2020, pág. 36), los frutos se clasifican según los calibres establecidos en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 025, que van desde el calibre 5 al 9, con un rango de peso de 261 g a más de 500 g respectivamente.

Las muestras más representativas en términos de diámetros polares fueron M5_1 con 132,40 mm, M16_2 con 126,79 mm y M3_2 con 123,41 mm. Los frutos de menor tamaño en este aspecto se encontraron en las muestras M20_2 con 63,61 mm, M11_4 con 62,06 mm y M15_2 con 35,27 mm. En cuanto a los diámetros ecuatoriales, las muestras con mayores valores fueron M4_2 con 106,35 mm, M4_3 con 102,68 mm y M17_1 con 100,31 mm. Los valores inferiores se observaron en las muestras M11_4 con 50,34 mm, M20_2 con 49,83 mm y M12_4 con 49,36 mm.

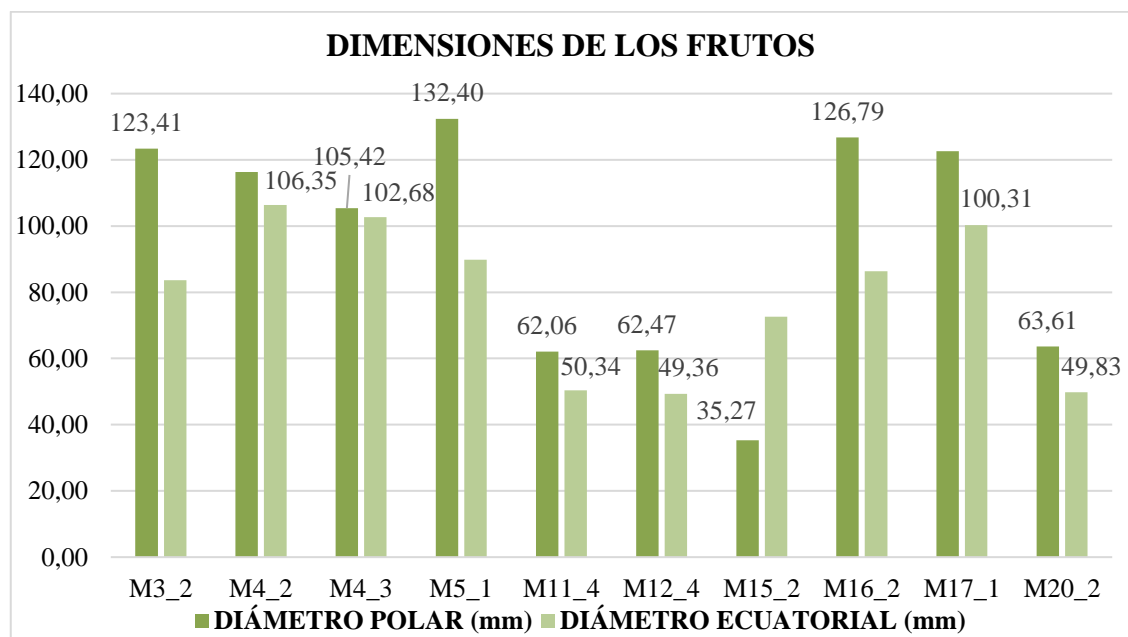


Ilustración 4-3: Comparación de muestras de las dimensiones de los frutos de *Hylocereus megalanthus* del cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

En relación con el conteo de las brácteas presentes en el epicarpio (Ilustración 4-4), la muestra M22_2 presentó la mayor cantidad con 56 brácteas, seguida por la muestra M22_1 con 50 brácteas, y la muestra M13_1 con 46 brácteas. Las muestras con menor cantidad de brácteas en el epicarpio fueron M15_2 con 28 brácteas, M5_1 con 26 brácteas, y M14_1 con 25 brácteas.

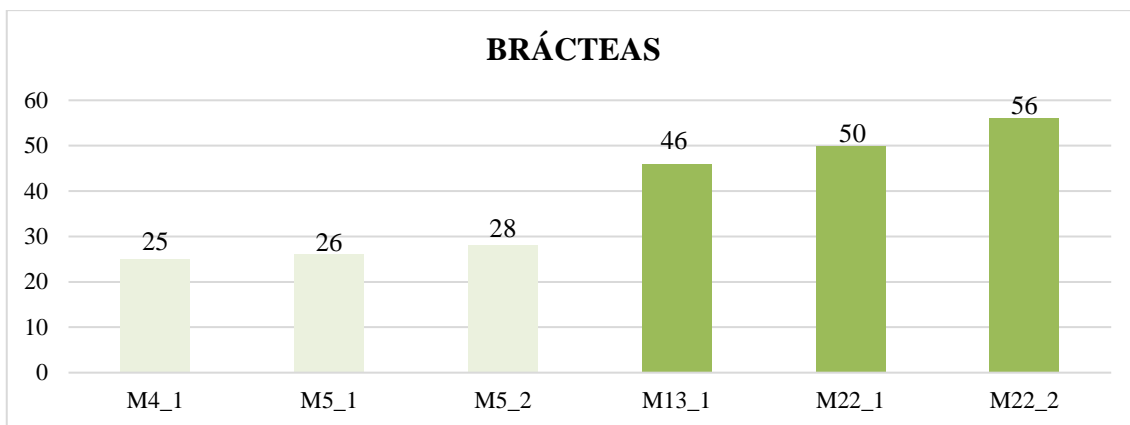


Ilustración 4-4: Comparación de muestras de las brácteas del fruto de *Hylocereus megalanthus* del cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Asimismo, cabe destacar que los alveolos más notables en los frutos (Ilustración 4-5) se observaron en la muestra M5_1 con 14,78 mm, seguida de la muestra M3_1 con 14,44 mm y la muestra M3_2 con 13,63 mm. Los alveolos menos notables se encontraron en las muestras M22_1 con 4,62 mm, M17_2 con 4,18 mm y M1_2 con 4,12 mm.

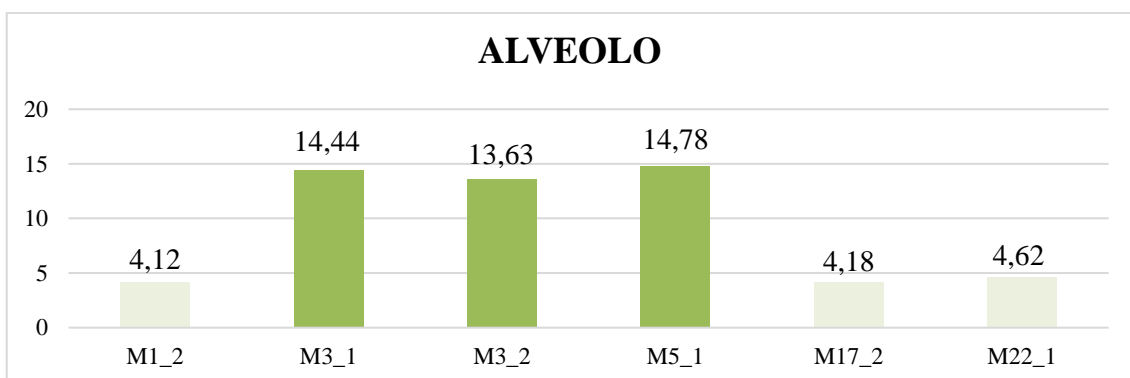


Ilustración 4-5: Comparación de muestras del alveolo en los frutos de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Siendo la pitahaya una especie conocida en el país con gran potencial en la industria agrícola, en 2019 Ecuador exportó pitahaya a 17 países diferentes. Los principales destinos de exportación fueron Estados Unidos y Hong Kong, representando aproximadamente el 51% y 36% respectivamente (Vargas et al., 2020, pág. 40). Se realizó un análisis del epicarpio utilizando las tablas de Munsell (Ilustración 4-6), donde se codificaron las escalas de valor y croma. El valor se codificó con una numeración de 8, mientras que el croma varió de 8 a 14, dependiendo del grado de maduración de la pitahaya amarilla en las 25 muestras.

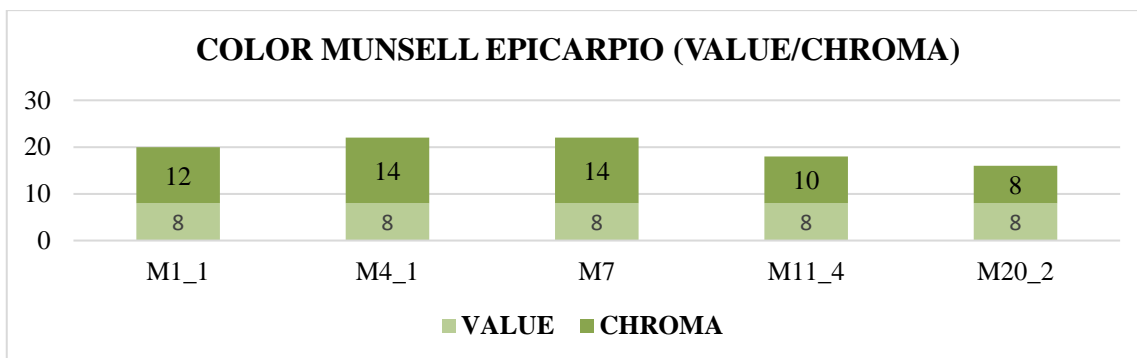


Ilustración 4-6: Comparación de muestras de la Tabla de Munsell del Epicarpio (Value/Chroma) en los frutos de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

En la valorización del sabor del endocarpio (Ilustración 4-7), se destacaron dos categorías: agradable y desagradable. La categoría “agradable” predominó en casi todas las muestras, específicamente en 24 de las 25 muestras, desde M1_1 hasta M25_2. La única excepción fue la muestra M11_4, que se clasificó con un sabor “desagradable”.

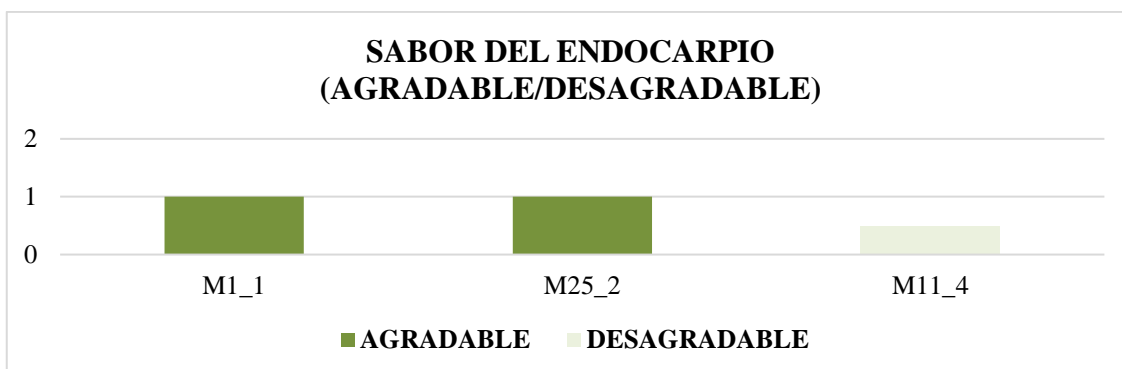


Ilustración 4-7: Comparación de muestras del sabor del Endocarpio (Agradable/Desagradable) en los frutos de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

La pitahaya amarilla presenta un endocarpio abundante, compuesto por pulpa y semillas. Se realizó un análisis utilizando las tablas de Munsell (Ilustración 4-8), que consisten en hojas representando cada una un matiz, y están organizadas en dos categorías: value (valor) en sentido vertical, representando la claridad, y chroma (croma) en sentido horizontal, representando la pureza (Flores et al., 2018, p. 1061). En la tabla de Munsell para el endocarpio, la categoría value se codificó con valores entre 7 y 9, mientras que la categoría chroma se codificó con valores entre 0 y 4, apareciendo recurrentemente en varias de las 25 muestras analizadas.

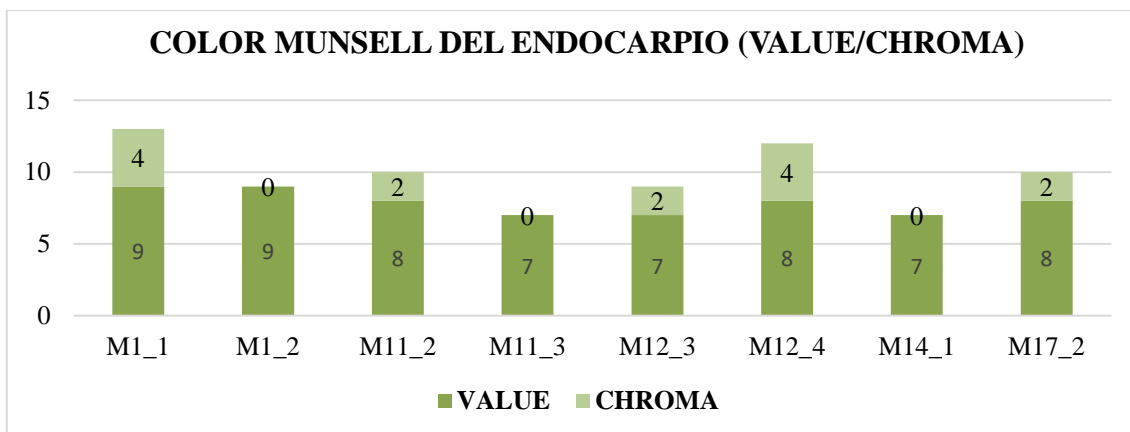


Ilustración 4-8: Comparación de muestras de la Tabla de Munsell del Endocarpio (Value/Chroma) en los frutos de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Por lo tanto, el peso promedio del endocarpio de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) en el cantón Palora es de 184,437 g (Tabla 4-2). El estudio reveló que la muestra M17_1 fue la más destacada en cuanto al peso total del endocarpio, alcanzando 375,578 g, seguida por M4_2 con 341,637 g y M7 con 333,554 g. También se registraron resultados con pesos muy bajos, como M12_4 con 39,357 g, M17_2 con 34,222 g y, finalmente M11_4 con 33,700 g (Ilustración 4-9).

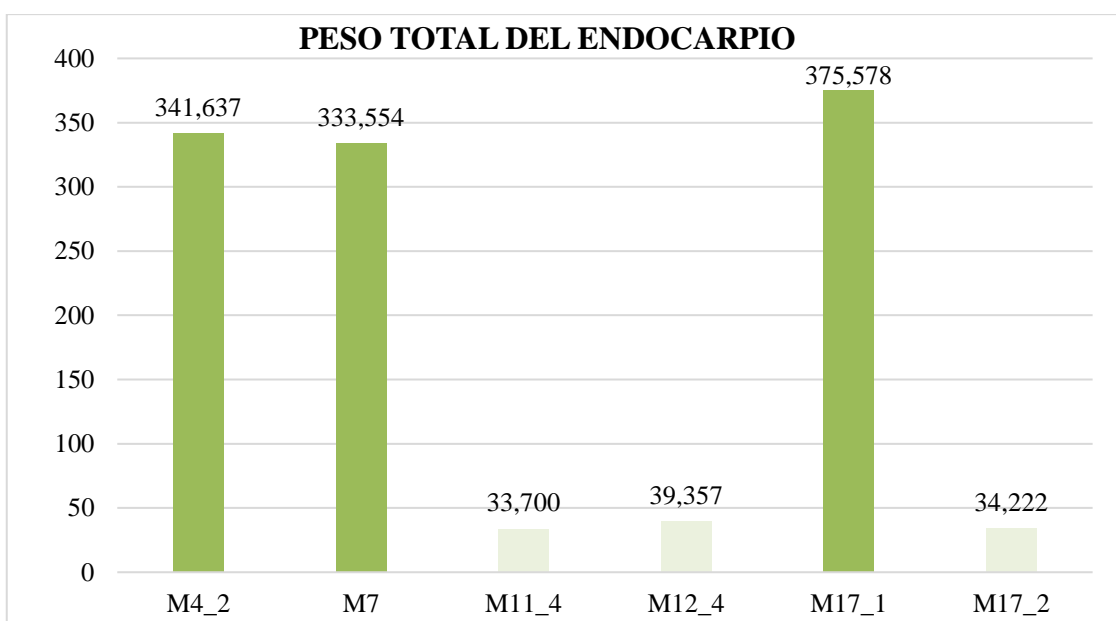


Ilustración 4-9: Comparación de muestras del peso total del endocarpio en los frutos de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

En cuanto a la acidez o alcalinidad de los frutos de pitahaya amarilla (Ilustración 4-10), se observó que los frutos recolectados en el cantón Palora tienden a tener un grado neutro, con un valor de 6,95 en la muestra M2_2, seguido por M7 con 6,84 y M6 con 6,66. Por otro lado, los frutos de las muestras M14_2, M12_4 y M10_1 mostraron una acidez moderada, con valores de 3,93; 3,90 y 3,88 respectivamente. Estos resultados se relacionan con estudios realizados por Verona et al. (2020, pág. 445), donde se encontró que el pH de la pitahaya amarilla varía de 4,3 a 4,7, y que las variedades agridulces presentan una acidez notable en el rango de 2,4 a 3,0.



Ilustración 4-10: Comparación de muestras del pH de los frutos de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

El estado de madurez de la pitahaya depende en gran medida del color codificado del epicarpio del fruto, que se presenta en una escala del 0 al 6 (Vargas et al., 2020, pág. 32). Los resultados promedio se obtuvieron a partir de tres mediciones de madurez (Ilustración 4-11), siendo la más representativa la muestra M1 con un valor de 1,8165, seguida de la M2 con 1,7933 y finalmente, la M3 con 1,7472.

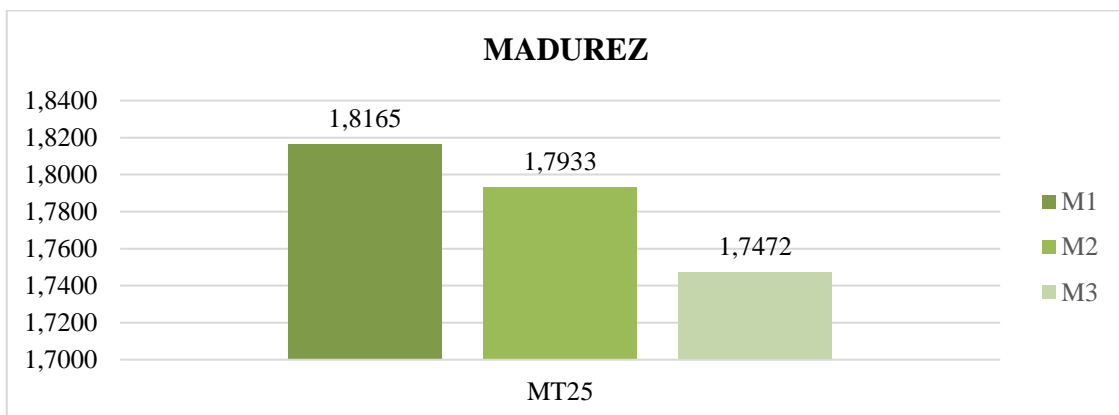


Ilustración 4-11: Comparación de muestras del grado de madurez de los frutos de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Por lo tanto, el valor promedio del peso del epicarpio de *Hylocereus megalanthus* del ecotipo “Palora” es de 94,790 g (Tabla 4-2). Los estudios demostraron que las muestras más sobresalientes en cuanto a su peso fueron la M10_1 con 173,263 g, seguida de la M4_2 con 163,903 g y la M3_2 con 163,068 g. En contraste, las muestras que menos destacan son la M12_4 con 30,680 g, seguida por la M17_2 con 30,525 g y, por último, M20_2 con 26,082 g (Ilustración 4-12).

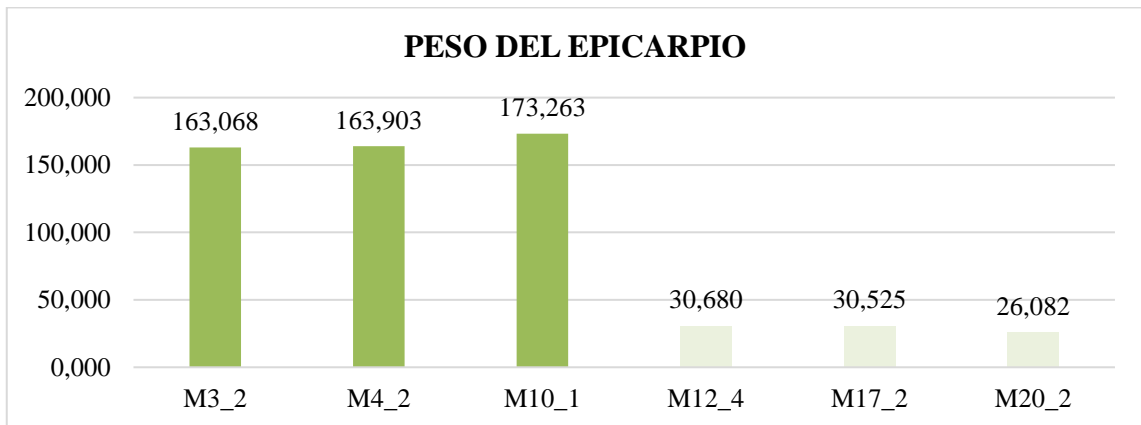


Ilustración 4-12: Comparación de muestras del peso del epicarpio de los frutos de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Los valores más representativos del grosor del epicarpio, según el estudio realizado, se encuentran en las muestras M10_1 con 8,33 mm, M4_3 con 7,55 mm y M3_2 con 7,46 mm. Por otro lado, se observaron los valores menos representativos en las muestras M2_1 con 3,53 mm, M12_4 con 3,36 mm y, finalmente, la M22_2 con 3,06 mm (Ilustración 4-13).

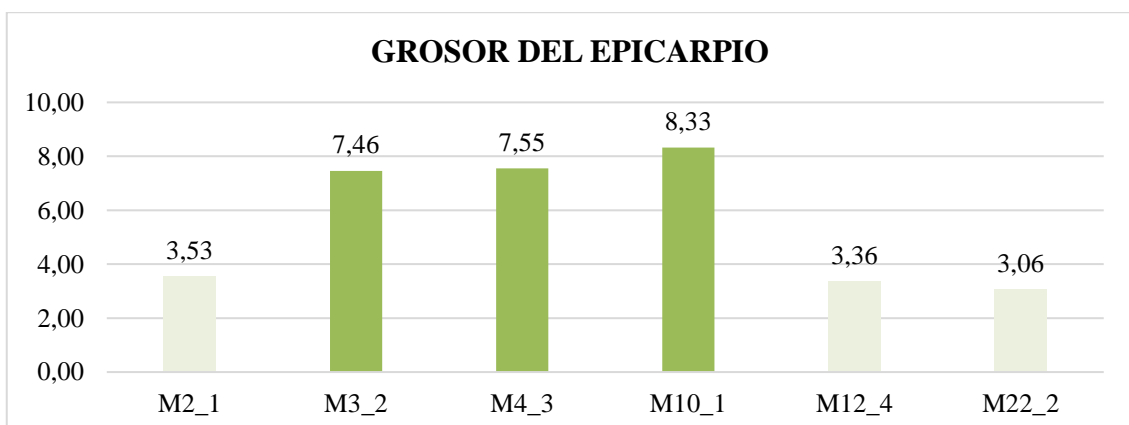


Ilustración 4-13: Comparación de muestras del grosor del epicarpio de los frutos de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Para evaluar las distancias entre puntas de brácteas, también conocidas como mamilas, desde el ápice hasta el pedúnculo, se tomaron los valores de las separaciones entre brácteas. Entre los promedios de estas distancias, la más sobresaliente es la D3 con 33,6575 mm, seguida por la D1 con 33,3477 mm. En tercer lugar, se encuentra la D2 con 32,5160 mm, y finalmente la D4 con 23,2335 mm (Ilustración 4-14).

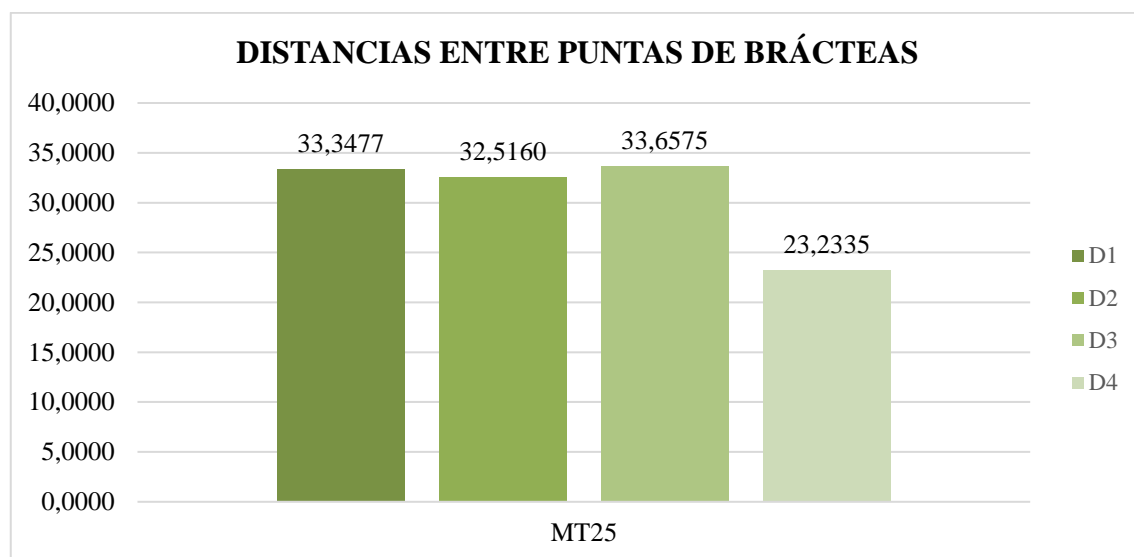


Ilustración 4-14: Comparación de muestras de las distancias entre puntas de las brácteas presentes en el epicarpio de los frutos de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

La familia Cactaceae comprende plantas suculentas que almacenan agua en sus tallos, específicamente en los tejidos parenquimáticos acuíferos. Estas plantas siguen un patrón metabólico conocido como metabolismo ácido de las Crassulaceae (CAM), lo que les permite adaptarse a entornos secos. Sus hojas, muchas veces reducidas al mínimo, se transforman en espinas (Jaime y Villaseñor, 2023, pág. 47), se trata de tejidos muertos que actúan como mecanismos de protección, o en algunos casos, las plantas carecen por completo de hojas (Colorado et al., 2002, pág. 75). Estas espinas emergen de una estructura llamada bráctea o areola (Rodríguez, 2022, pág. 79).

Por consiguiente, el número de espinas presentes en *Hylocereus megalanthus* varía en función del tamaño y la madurez del fruto, oscilando entre 7 y 14 espinas según las muestras, desde la M8 hasta la M25_2, como se observa en la ilustración 4-15. Es importante destacar que las muestras M1_1 hasta la M7 no presentan espinas, ya que la variable comenzó a ser cuantificable a partir de la M8 en adelante (Ilustración 4-15).

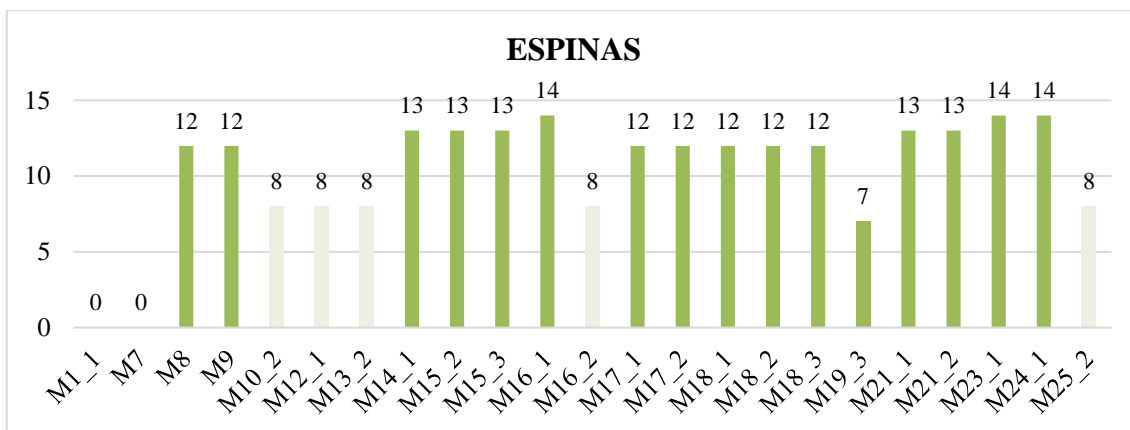


Ilustración 4-15: Comparación de muestras del número de espinas presentes en el epicarpio de los frutos de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Las semillas están dispersas dentro de la pulpa, formando así el endocarpio del fruto. Estas semillas pueden variar en color, siendo negro, rojo o una combinación de ambos, y son notablemente pequeñas y abundantes. Están recubiertas por una capa de mucílago, una sustancia gelatinosa que las protege.

El peso de diez semillas con mucílago mostró valores destacados en las muestras, siendo más notable en la M1_2 con 1,488 g, seguida por la M24_2 con 0,956 g y la M16_1 con 0,917 g. Por otro lado, se registraron resultados menos significativos en las muestras M11_4 con 0,460 g, M12_4 con 0,346 g y, finalmente, en la muestra M17_2 con 0,308 g (Ilustración 4-16).

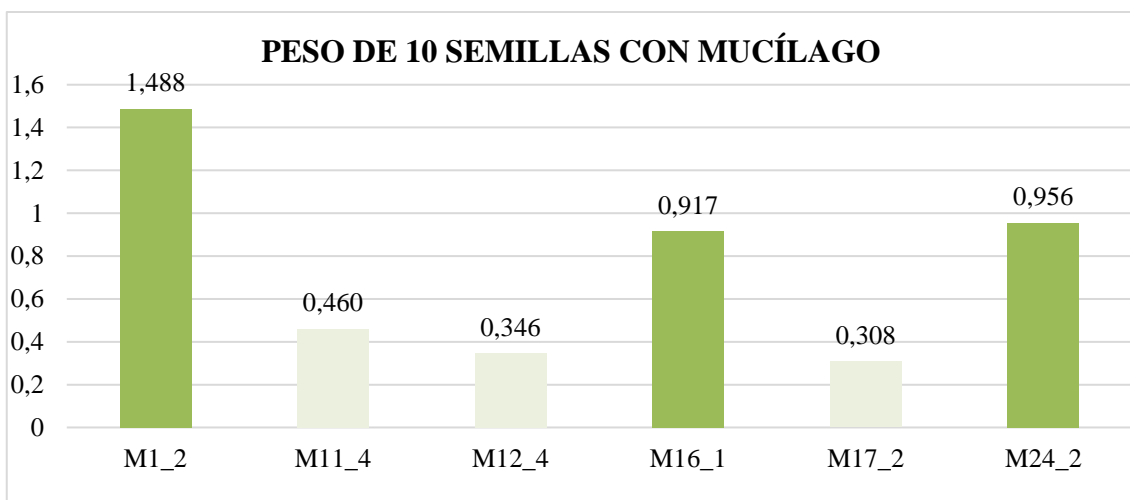


Ilustración 4-16: Comparación de muestras del peso de 10 semillas con mucílago de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Se procedió a medir el peso de diez semillas sin mucílago, destacándose los valores más notables en las muestras M14_1 con 0,134 g, seguida por la M13_3, que registra valores idénticos a la muestra M10_2 con 0,132 g y la M24_2 con 0,128 g. Por otro lado, se observaron valores menos significativos en las muestras M5_2 con 0,080 g, mientras que la M11_3 mostró valores equivalentes a la muestra M22_1 con 0,074 g, y finalmente, la muestra M4_2 con 0,073 g (Ilustración 4-17).

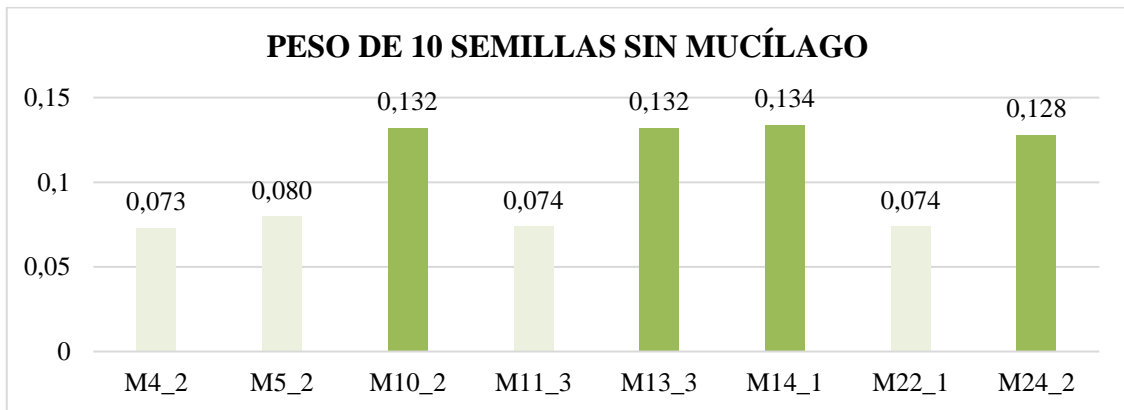


Ilustración 4-17: Comparación de muestras del peso de 10 semillas sin mucílago de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Para determinar el peso total del mucílago presente en las 10 semillas, se obtuvieron los siguientes resultados destacados: las muestras M1_2 con 1,374 g, M24_2 con 0,828 g y M16_1 con 0,808 g. Por otro lado, los resultados menos destacados correspondieron a las muestras M21_2 con 0,369 g, M12_4 con 0,249 g y finalmente M17_2 con 0,184 g (Ilustración 4-18).

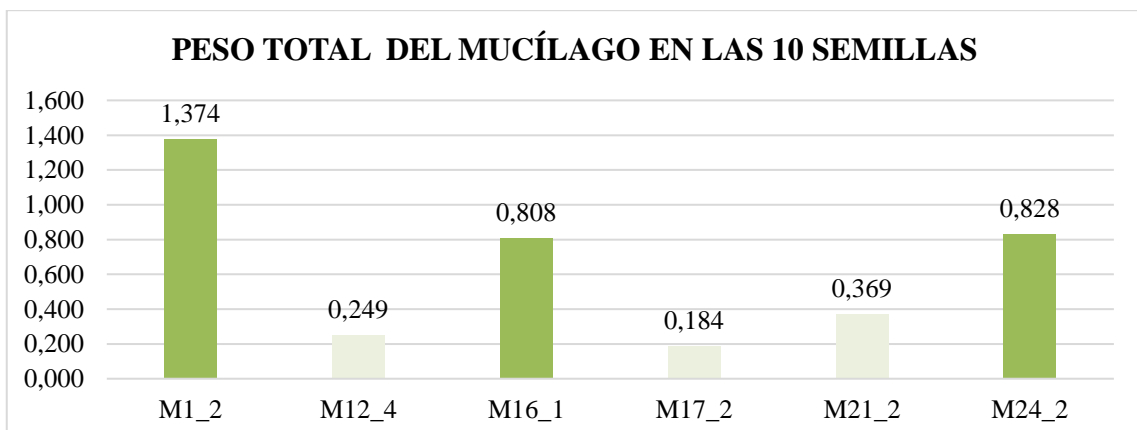


Ilustración 4-18: Comparación de muestras del peso total del mucílago en las 10 semillas de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Se procedió a determinar el perímetro de las semillas, observándose los valores más significativos en las muestras M15_3 con 17,6351 mm, M19_1 con 17,5707 mm y M17_1 con 17,5588 mm. Por otro lado, los valores menos destacados correspondieron a las muestras M1_2 con 14,7345 mm, M3_2 con 14,4449 mm y M4_1 con 11,9675 mm (Ilustración 4-19).

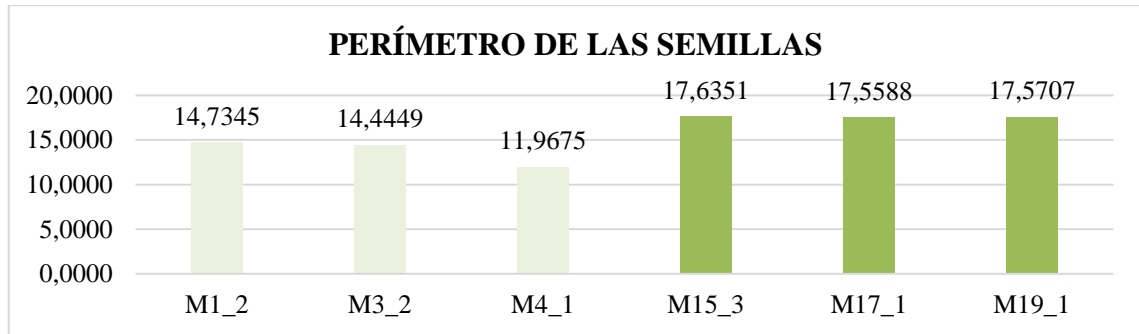


Ilustración 4-19: Comparación de muestras del perímetro de las semillas de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

En consecuencia, los valores promedio de los diámetros polares de las semillas más representativos son los siguientes: M19_1 con 6,7320 mm, M18_3 con 6,7030 mm y M15_3 con 6,6851 mm. Por otro lado, los datos menos representativos se observaron en las muestras M1_2 con 5,6694 mm, M3_2 con 5,5456 mm y M4_1 con 4,5323 mm. En cuanto a los diámetros ecuatoriales superiores, se destacaron las muestras M23_1 con 4,0938 mm, M12_4 con 4,0377 mm y M17_2 con 4,0288 mm. Por último, las semillas más pequeñas presentaron valores en las muestras M6 con 3,2358 mm, M1_2 con 3,0750 mm y M4_1 con 2,8454 mm (Ilustración 4-20).

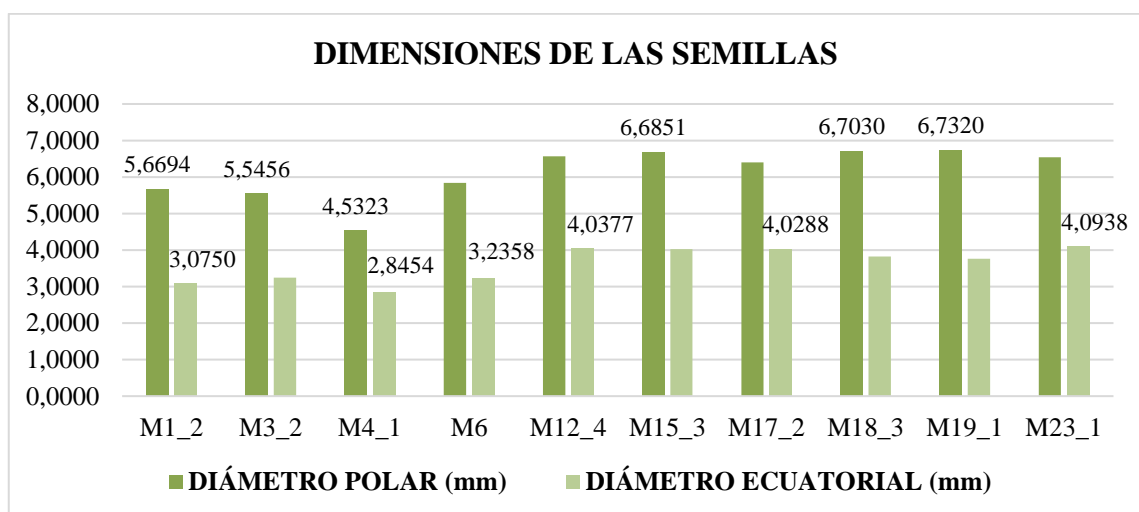


Ilustración 4-20: Comparación de muestras de las dimensiones de las semillas de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Debido a los resultados de las mediciones en el ápice o punta de las semillas de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), se identificaron los siguientes datos obtenidos bajo el microscopio estereoscópico: los valores superiores fueron registrados en las muestras M23_2 con 2,8626 mm, M19_2 con 2,7976 mm y M18_4 con 2,7666 mm. Por otro lado, los resultados inferiores se observaron en las muestras M1_1 con 1,8097 mm, M1_2 con 1,7147 mm y M4_1 con 1,6013 mm (Ilustración 4-21).

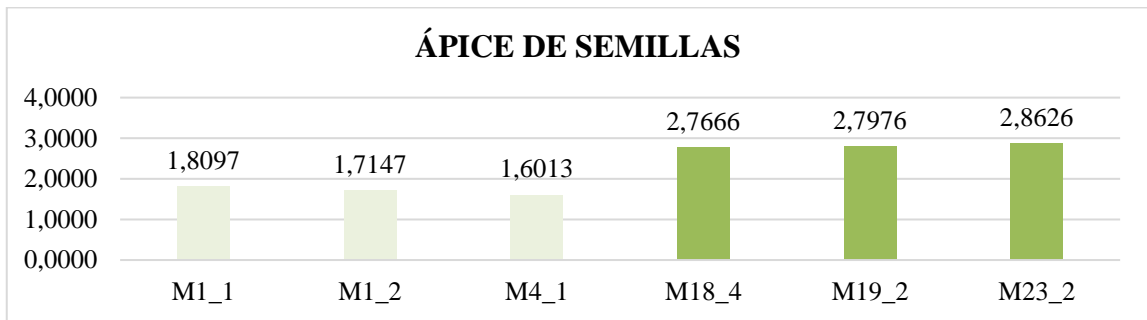


Ilustración 4-21: Comparación de muestras del ápice de semillas de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

El peso total del endocarpio sin semillas consiste principalmente en agua, y los resultados más destacados fueron registrados en las muestras M4_2 con 275,478 g, M5_1 con 266,248 g y M17_1 con 254,468 g. Por otro lado, los resultados menos satisfactorios se observaron en las muestras M20_2 con 32,869 g, M17_2 con 31,489 g y M11_4 con 27,100 g (Ilustración 4-22).

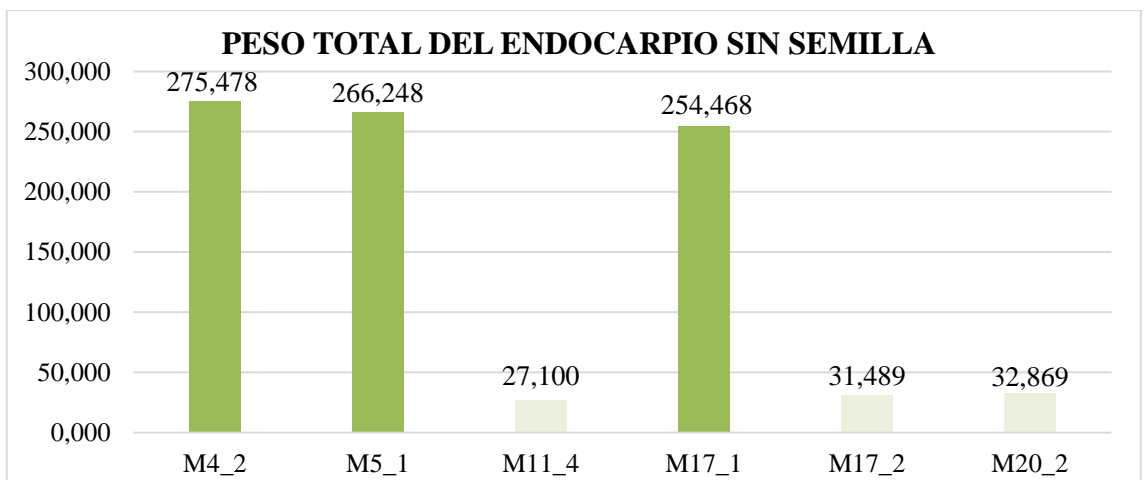


Ilustración 4-22: Comparación de muestras del peso total del endocarpio sin semillas de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

En resumen, el peso promedio total de semillas de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) en el cantón Palora es de 53,684 g (Tabla 4-2). El análisis reveló que la muestra M17_1 destacó con el mayor peso total de semillas dentro del endocarpio y, por ende, del fruto, registrando 121,110 g, seguida por M16_2 con 119,114 g y M16_1 con 117,872 g. Por otro lado, se encontraron datos de peso notablemente más bajos, como en el caso de M11_4 con 6,600 g, seguida por M12_4 con 5,439 g y finalmente M17_2 con 2,733 g (Ilustración 4-23).

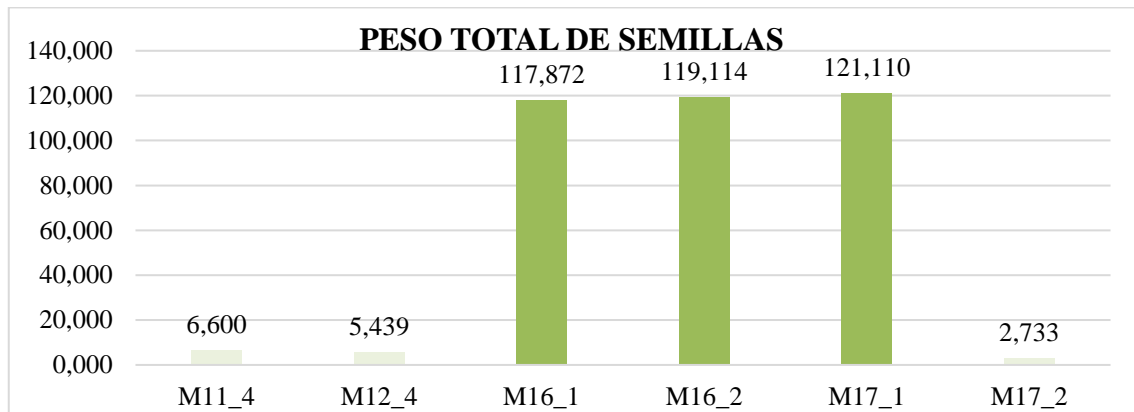


Ilustración 4-23: Comparación de muestras del peso total de semillas de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora en estudio.

Realizado por: Castillo G., 2024.

4.1.2 Análisis de Clúster de la especie *Hylocereus megalanthus*

La matriz de las muestras (Ilustración 4-24) exhibe las interrelaciones entre las diversas dimensiones geométricas de las muestras. El análisis de conglomerados revela relaciones intuitivas entre medidas perimétricas y diamétricas, junto con la importancia del diámetro polar en relación con la longitud del ápice. Estos criterios son especialmente valiosos en disciplinas como la botánica, la geología u otros campos donde la morfología y las mediciones físicas de los objetos resultan de interés.

Similarity				
	PERÍMETRO	DIÁMETRO	DIÁMETRO	ÁPICE (mm)
PERÍMETRO				
DIÁMETRO	76,422			
DIÁMETRO	64,126	86,568		
ÁPICE (mm)	55,084	76,134	89,22	

Ilustración 4-24: Matriz de distancias de similitud en función a las muestras de la especie *Hylocereus megalanthus*.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Perímetro y Ápice (mm) (55,084%): La similaridad más baja en la matriz sugiere que la longitud del ápice (quizás cómo de puntiagudo o alargado es el fruto en una dirección particular) tiene la relación más débil con el perímetro. Esto puede deberse a que el ápice afecta menos la medida del perímetro comparado con las dimensiones ecuatoriales o polares.

Perímetro y Diámetro Polar (mm) (64,126%): La similaridad es moderada, indicando una relación positiva pero menos directa que con el diámetro ecuatorial. Esto podría reflejar que el diámetro polar, aunque relacionado con el tamaño general del objeto, no varía en paralelo tan estrechamente con el perímetro como lo hace el diámetro ecuatorial.

Diámetro Ecuatorial y Ápice (mm) (76,134%): La alta similaridad sugiere que el tamaño del diámetro ecuatorial y la longitud del ápice están relacionados de manera significativa. Esto podría indicar que frutos más grandes o anchos en el Ecuador tienden a tener ápices más largos o pronunciados

Perímetro y Diámetro Ecuatorial (mm) (76,422%): Esta alta similaridad sugiere que el perímetro y el diámetro ecuatorial de los objetos estudiados tienden a aumentar juntos. Esto es lógico si consideramos que ambos reflejan dimensiones que se extienden a lo largo del plano ecuatorial del objeto.

Diámetro Ecuatorial y Diámetro Polar (mm) (86,568%): Esta es una alta similaridad, lo que indica que estos dos diámetros tienden a variar juntos. Si los objetos son esferoides, por ejemplo, un aumento en el diámetro ecuatorial probablemente se acompaña de un aumento en el diámetro polar, aunque esta relación puede no ser lineal dependiendo de la forma específica de los objetos.

En el análisis de pirámide de distancias entre las muestras estudiadas, se encontró la similitud y diferencia entre ellas. Por ejemplo, M2_1 y M1_1 no son semejantes, pero M1_1 con M1_2 presentan una similitud de 96,943%. Esta pirámide de distancias nos da como resultado el dendrograma de similitud entre muestras, que se puede observar en la Ilustración 4-25.

Similarity																						
	M1_1	M1_2	M2_1	M2_2	M3_1	M3_2	M4_1	M4_2	M4_3	M5_1	M5_2	M6	M7	M8	M8	M10_1	M10_2	M11_1	M11_2	M13_1	M13_2	
M1_1																						
M1_2	96.943																					
M2_1	96.608	96.875																				
M2_2	98.282	96.719	99.198																			
M3_1	98.634	96.084	99.200	99.259																		
M3_2	98.828	98.989	97.198	97.052	96.436																	
M4_1	92.789	95.637	92.721	92.636	91.933	95.514																
M4_2	98.016	98.530	99.346	98.225	97.554	98.927	94.369															
M4_3	98.516	99.434	98.46	98.385	97.658	98.316	94.264	99.300														
M5_1	97.844	99.121	96.754	99.152	97.961	98.443	93.962	99.55	99.293													
M5_2	98.341	99.203	98.671	98.95	97.879	98.502	94.644	98.535	99.724	99.519												
M6	98.225	99.426	99.448	98.363	97.656	98.593	94.266	99.049	99.203	99.936	99.22											
M7	99.408	96.761	99.184	99.745	99.223	97.084	92.688	98.232	98.337	98.236	96.997	98.329										
M8	98.899	99.713	98.472	99.419	99.089	98.028	91.564	97.192	97.287	97.59	97.938	97.295	99.671									
M9	98.298	99.414	99.517	98.622	99.329	99.736	91.267	96.893	96.988	97.299	97.205	96.986	98.655	99.471								
M10_1	98.456	99.542	98.685	98.791	99.457	99.864	91.294	97.012	97.116	97.419	97.337	97.114	98.779	99.442	99.643							
M10_2	98.282	99.297	98.38	99.465	99.172	99.579	91.111	96.726	96.821	97.134	97.091	96.829	98.492	99.244	99.769	99.714						
M11_1	98.314	99.593	99.676	98.761	99.468	99.676	91.405	97.022	97.327	97.43	97.347	97.126	98.789	99.591	99.671	99.767	99.517					
M11_2	98.078	99.169	99.291	98.377	99.083	99.491	91.823	96.630	96.742	97.045	96.963	96.74	98.405	99.278	99.333	99.474	99.204	99.539				
M11_3	98.456	99.679	98.405	98.352	99.023	98.002	91.531	97.149	97.254	97.557	97.474	97.252	98.685	99.793	99.285	99.296	99.099	99.485	99.362			
M11_4	98.188	99.134	99.256	98.342	99.049	99.496	98.989	96.603	96.708	97.011	96.929	96.706	98.37	99.4	99.65	99.691	99.572	99.569	99.256	99.164		
M12_1	98.21	99.47	99.177	98.124	98.795	99.792	91.323	96.34	97.044	97.347	97.295	97.042	98.376	99.05	99.153	99.115	98.954	99.259	99.575	99.771	99.095	
M12_2	97.916	94.863	97.985	98.07	98.777	99.185	98.719	96.332	96.436	96.739	96.657	96.434	98.098	99.099	99.428	99.319	99.457	99.309	99.529	99.161	99.573	99.329
M12_3	97.779	94.726	97.947	97.933	98.639	99.048	98.983	96.194	96.299	96.602	96.519	96.297	97.961	99.011	99.21	99.182	98.388	99.171	99.069	98.996	99.591	98.888
M12_4	97.333	94.879	98.001	98.087	98.793	99.201	98.736	96.349	96.452	96.755	96.673	96.451	98.115	99.025	99.464	99.336	99.621	99.194	99.084	98.81	99.626	98.892
M13_1	98.256	99.312	98.429	98.52	99.227	99.634	91.166	96.792	96.886	97.189	97.107	96.884	99.549	99.476	99.775	99.77	99.679	99.759	99.524	99.4	99.691	99.254
M13_2	98.406	99.376	98.499	98.984	99.188	98.698	91.23	96.846	96.99	97.253	97.171	96.948	99.969	99.272	99.643	99.663	99.683	99.998	99.306	99.127	99.643	98.981
M13_3	97.05	96.857	99.233	98.423	98.966	96.979	92.984	99.127	98.232	98.935	98.452	98.23	98.425	99.096	98.755	99.894	98.998	99.694	98.51	98.63	99.475	98.402
M14_1	98.415	99.562	98.685	98.771	99.477	99.884	91.414	97.032	97.136	97.439	97.397	97.134	98.799	99.472	99.825	99.937	99.67	99.891	99.475	99.359	99.571	99.178
M14_2	98.112	99.066	98.188	98.274	98.981	99.388	98.922	96.936	96.64	96.943	96.86	96.638	98.302	99.362	99.686	99.623	99.538	99.613	99.268	99.196	99.838	99.067
M15_1	99.243	99.189	99.311	99.267	99.103	99.511	91.643	96.699	96.762	97.865	96.903	96.76	98.425	99.341	99.489	99.487	99.411	99.444	99.196	99.125	99.726	99.997
M15_2	97.908	94.853	97.974	98.06	98.766	99.175	98.789	96.322	96.426	96.729	96.646	96.424	98.089	99.138	99.256	99.309	99.279	99.299	99.445	99.171	99.687	99.245

Ilustración 4-25: Matriz de distancias de similitud en función a las variables de la especie *Hylocereus megalanthus*.

Realizado por: Castillo G., 2024.

La Ilustración 4-26 muestra la similaridad entre las variables como ápice, diámetro ecuatorial, diámetro polar y perímetro de las semillas. Se observa que el 90% de similaridad se encuentra que el ápice y el diámetro ecuatorial de las semillas presentan un alto grado de relación. Al 80%, las variables diámetro ecuatorial, diámetro polar y ápice de las semillas están relacionadas, y finalmente, al 66% de similaridad, todas las variables en cuestión muestran una relación entre sí.

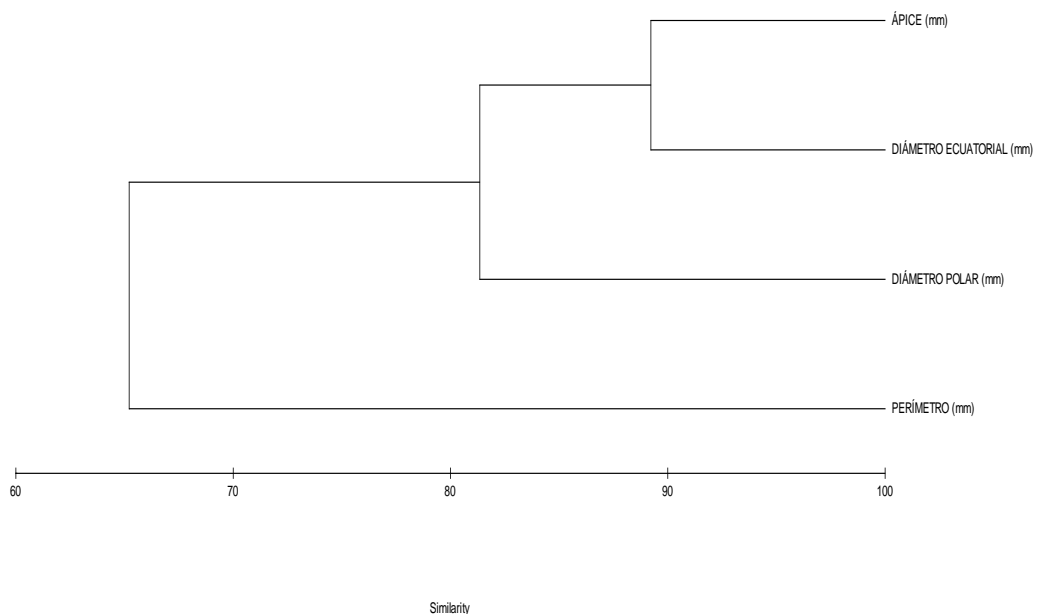


Ilustración 4-26: Dendrograma entre las muestras de la especie *Hylocereus megalanthus*.

Realizado por: Castillo G., 2024.

La caracterización morfológica de las muestras se basó en los valores promedios obtenidos de las mediciones cuantitativas. El análisis estadístico de correlación se llevó a cabo utilizando los datos de las variables, como se ilustra en la Ilustración 4-25. El dendrograma de similitud reveló que el clúster C, compuesto por las muestras M1_1, M2_2, M7, M3_1, M2_1 y M3_3, exhibe una similitud del 98% con el clúster A, que incluye las muestras M6, M4_3, M5_2, M4_2, M5_1, M1_2 y M3_2, identificando así dos grupos con características más similares.

Por otro lado, las muestras más comunes se agrupan en el clúster B, con un 96% de similitud entre todas ellas. La muestra M4_1, en cambio, difiere en un 91% de los clústeres A, B y C, es decir, que no garantiza que exista diversidad genética. Es importante destacar que los clústeres A y C difieren del clúster B, el más común. A medida que aumenta el nivel de similitud, se identifican grupos más homogéneos. Estos resultados se basan en las medias de todos los frutos analizados.

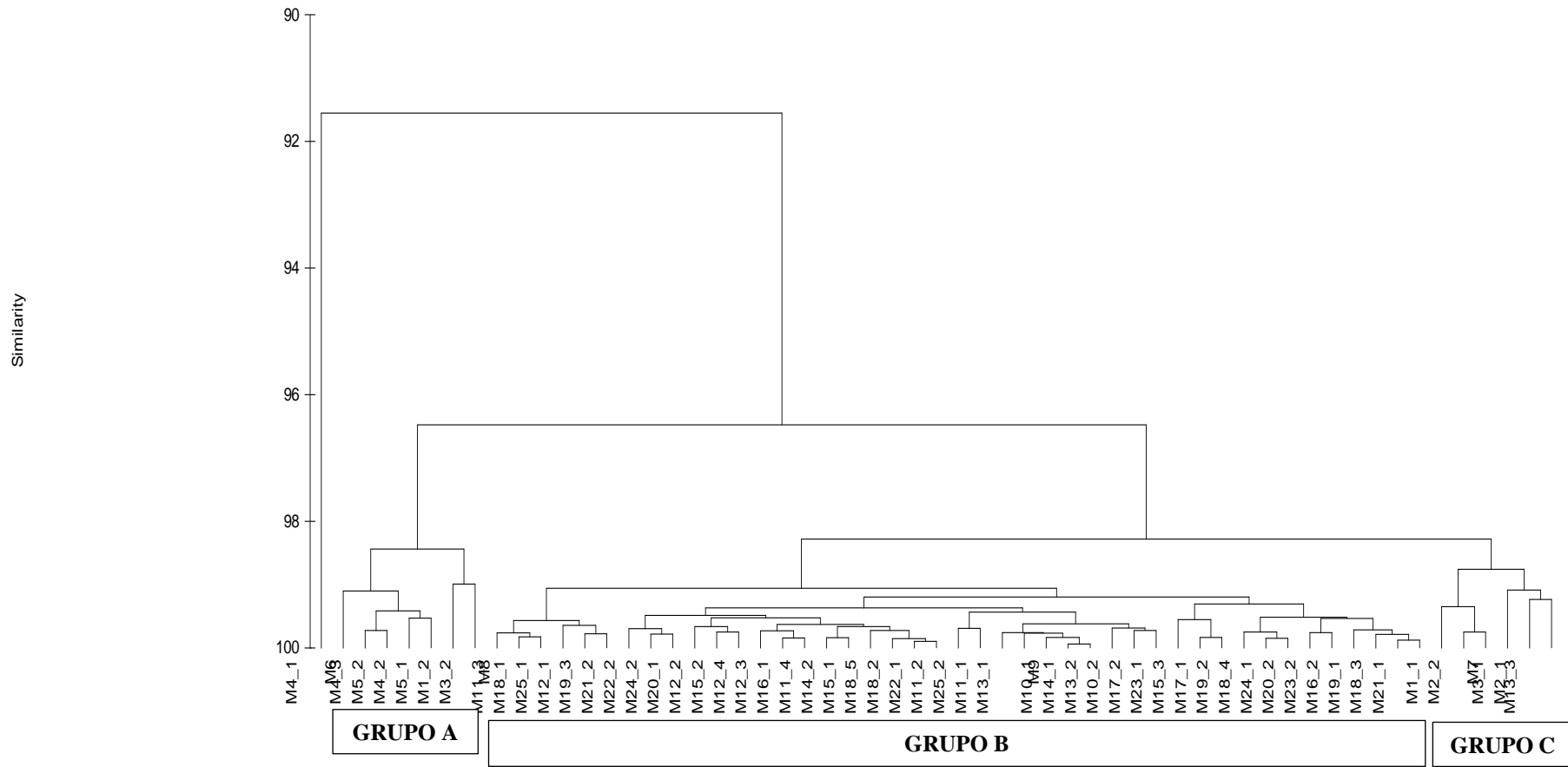


Ilustración 4-27: Dendrograma entre las variables de la especie *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel).

Realizado por: Castillo G., 2024.

4.1.3 Correlaciones de las variables morfológicas mediante pruebas estadísticas

Tabla 4-3: Correlaciones de las variables de las semillas y los frutos de *Hylocereus megalanthus*.

	DP	M	PTF	A	PS	PM	PRS	DPS	DES	TA	B	PH	PP	PTS	MA	PC	AC	DEM	
DP	1,00	-0,76	-0,61	0,78	-0,61	0,27	-0,69	-0,13	-0,66	-0,63	-0,21	0,63	0,95	0,78	-0,40	0,96	0,89	0,91	DP
M	-0,76	1,00	0,45	-0,94	0,36	-0,49	0,82	0,25	0,72	0,78	0,72	-0,76	-0,71	-0,41	0,33	-0,79	-0,80	-0,93	M
PTF	-0,61	0,45	1,00	-0,36	0,41	-0,33	0,40	-0,06	0,45	0,47	0,15	-0,52	-0,69	-0,72	0,14	-0,64	-0,50	-0,61	PTF
A	0,78	-0,94	-0,36	1,00	-0,39	0,49	-0,82	-0,22	-0,70	-0,73	-0,61	0,69	0,67	0,32	-0,35	0,80	0,85	0,90	A
PS	-0,61	0,36	0,41	-0,39	1,00	0,09	0,48	0,32	0,53	0,39	0,07	-0,45	-0,62	-0,38	0,10	-0,49	-0,45	-0,51	PS
PM	0,27	-0,49	-0,33	0,49	0,09	1,00	-0,62	0,40	-0,65	-0,65	-0,50	0,62	0,29	0,18	-0,54	0,42	0,44	0,48	PM
PRS	-0,69	0,82	0,40	-0,82	0,48	-0,62	1,00	0,18	0,96	0,97	0,74	-0,93	-0,74	-0,35	0,42	-0,77	-0,79	-0,86	PRS
DPS	-0,13	0,25	-0,06	-0,22	0,32	0,40	0,18	1,00	0,05	0,17	0,31	-0,15	-0,12	0,02	-0,18	-0,15	-0,19	-0,22	DPS
DES	-0,66	0,72	0,45	-0,70	0,53	-0,65	0,96	0,05	1,00	0,96	0,66	-0,95	-0,76	-0,43	0,47	-0,72	-0,70	-0,81	DES
TA	-0,63	0,78	0,47	-0,73	0,39	-0,65	0,97	0,17	0,96	1,00	0,77	-0,98	-0,72	-0,40	0,42	-0,72	-0,71	-0,83	TA
B	-0,21	0,72	0,15	-0,61	0,07	-0,50	0,74	0,31	0,66	0,77	1,00	-0,76	-0,28	0,08	0,16	-0,31	-0,37	-0,54	B
PH	0,63	-0,76	-0,52	0,69	-0,45	0,62	-0,93	-0,15	-0,95	-0,98	-0,76	1,00	0,73	0,43	-0,43	0,68	0,64	0,81	PH
PP	0,95	-0,71	-0,69	0,67	-0,62	0,29	-0,74	-0,12	-0,76	-0,72	-0,28	0,73	1,00	0,85	-0,43	0,93	0,82	0,89	PP
PTS	0,78	-0,41	-0,72	0,32	-0,38	0,18	-0,35	0,02	-0,43	-0,40	0,08	0,43	0,85	1,00	-0,40	0,76	0,58	0,65	PTS
MA	-0,40	0,33	0,14	-0,35	0,10	-0,54	0,42	-0,18	0,47	0,42	0,16	-0,43	-0,43	-0,40	1,00	-0,46	-0,43	-0,38	MA
PC	0,96	-0,79	-0,64	0,80	-0,49	0,42	-0,77	-0,15	-0,72	-0,72	-0,31	0,68	0,93	0,76	-0,46	1,00	0,97	0,94	PC
AC	0,89	-0,80	-0,50	0,85	-0,45	0,44	-0,79	-0,19	-0,70	-0,71	-0,37	0,64	0,82	0,58	-0,43	0,97	1,00	0,91	AC
DEM	0,91	-0,93	-0,61	0,90	-0,51	0,48	-0,86	-0,22	-0,81	-0,83	-0,54	0,81	0,89	0,65	-0,38	0,94	0,91	1,00	DEM

Fuente: Software R.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Sus codificaciones en cuanto a las variables cuantificadas son:

Tabla 4-4: Codificaciones de las variables cuantificadas.

Diámetro Polar del Fruto	DP
Diámetro Ecuatorial de Fruto	DE
Mamilas o Brácteas	M
Peso Total del Fruto	PTF
Alveolo	A
Peso de 10 Semillas con Mucílago	PS
Peso Total del Mucílago en 10 Semillas	PM
Perímetro de la Semilla	PRS
Diámetro Polar de la Semilla	DPS
Diámetro Ecuatorial de la Semilla	DES
Tamaño del Ápice de la Semilla	TA
Grados Brix	BR
pH	PH
Peso de la Pulpa o Endocarpio sin Semillas	PP
Peso Total de Semillas	PTS
Madurez	MA
Peso de la Cáscara o Epicarpio	PC
Grosor de la Cáscara o Epicarpio	AC
Distancia entre Puntas de Brácteas inicial	DEM
Distancia entre Puntas de Brácteas Final	DI

Realizado por: Castillo G., 2024.

4.1.4 *Correlación de Spearman*

La matriz de correlación identifica varias variables que muestran correlaciones significativas, lo que sugiere relaciones importantes entre las características morfológicas de la Pitahaya amarilla y las variables climáticas.

- Correlaciones Positivas:

Se observan correlaciones positivas significativas entre variables como el tamaño del fruto (DP, DE) y ciertas variables climáticas como la temperatura. Esto sugiere que a medida que la temperatura aumenta, es probable que el tamaño del fruto también aumente, lo que podría indicar adaptaciones de la especie a climas más cálidos.

Además, se encuentran correlaciones positivas entre ciertas características morfológicas de las semillas (TA, DES) y variables climáticas como la humedad. Esto sugiere que condiciones más húmedas pueden favorecer el desarrollo de semillas más grandes. Cabe mencionar que la correlación positiva perfecta está entre las variables (DE, PP) con un valor de 0,92.

- Correlaciones Negativas:

Por otro lado, se observan correlaciones negativas significativas entre el número de mamilas o brácteas (M, DEM) y ciertas variables climáticas como la precipitación. Esto podría indicar que, en áreas con altos niveles de precipitación, la planta podría producir menos mamilas o brácteas.

También se encuentran correlaciones negativas entre algunas variables morfológicas de las semillas (PH, DES) y la temperatura. Esto sugiere que las temperaturas más altas podrían estar asociadas con semillas más pequeñas. Cabe recalcar que la correlación negativa perfecta está entre las variables (TA, PH) con un valor de -0,87 (Ilustración 4-28).

En resumen, estas correlaciones indican que las características morfológicas de la Pitahaya amarilla están influenciadas por las condiciones climáticas, lo que sugiere una adaptación de la especie a su entorno. Las correlaciones positivas sugieren que características morfológicas aumentan según condiciones climáticas específicas, y las negativas sugieren adaptaciones de la especie para mitigar los efectos de ciertos climas. Estas conclusiones son importantes para comprender cómo la especie podría responder y adaptarse a futuros cambios climáticos en el Ecuador.

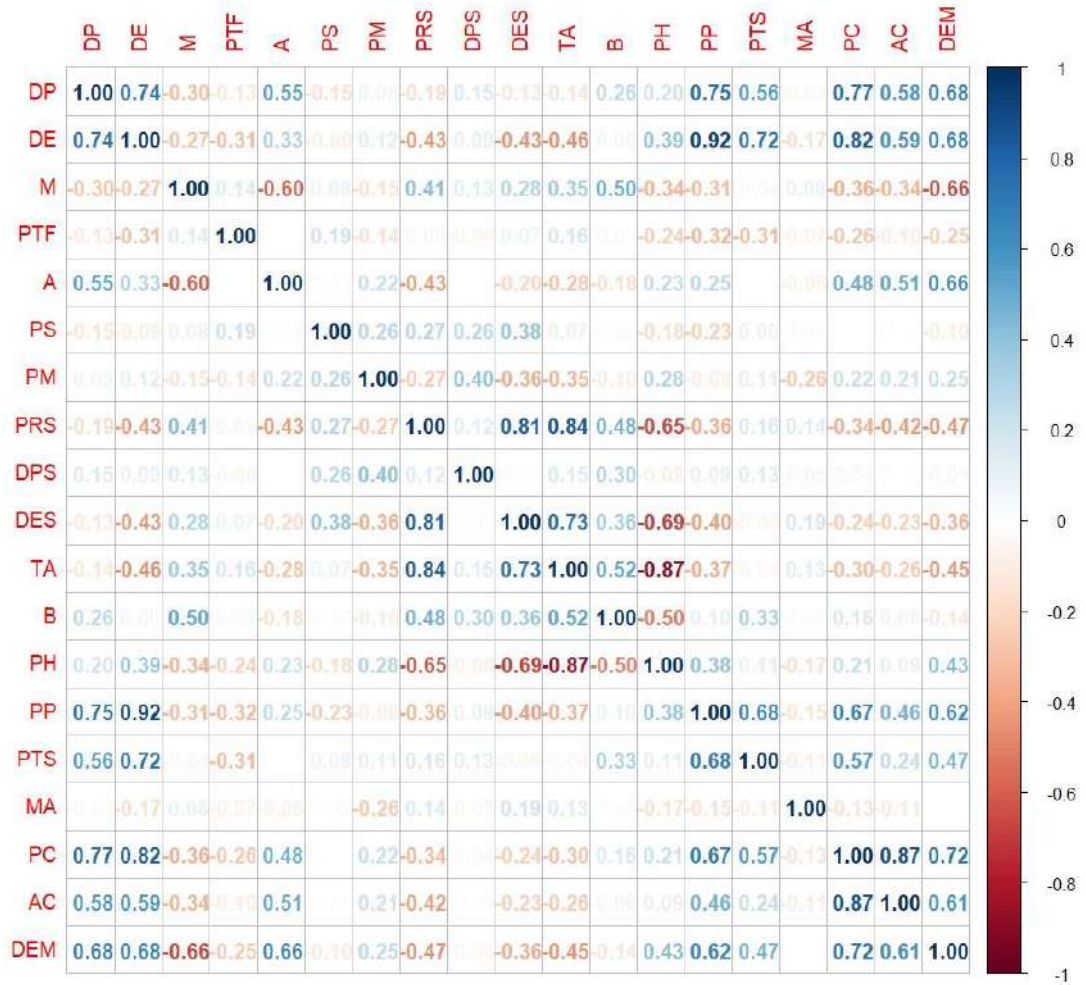


Ilustración 4-28: Correlación de Spearman de variables cuantificadas de frutos y semillas de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*).

Realizado por: Castillo G., 2024.

4.1.5 Correlación de Biplot de componentes principales

Tabla 4-5: Autovalores de la cantidad de varianza por cada componente principal.

Autovalores			
Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	6,68	0,35	0,35
2	3,25	0,17	0,52
3	1,71	0,09	0,61
4	1,69	0,09	0,7
5	1,15	0,06	0,76
6	0,96	0,05	0,81
7	0,88	0,05	0,86
8	0,76	0,04	0,9
9	0,51	0,03	0,93
10	0,44	0,02	0,95
11	0,25	0,01	0,96
12	0,23	0,01	0,97
13	0,14	0,01	0,98
14	0,12	0,01	0,99
15	0,08	4,40E-03	0,99
16	0,06	3,20E-03	1
17	0,04	1,90E-03	1
18	0,02	8,50E-04	1
19	0,01	6,40E-04	1

Fuente: Software R.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Los autovalores manifiestan la cantidad de varianza expresada por cada componente principal.

Primer Componente (Lambda 1): Explica el 35% de la varianza total. Esto significa que este componente por sí solo captura aproximadamente un tercio de la información contenida en los datos originales.

Segundo Componente (Lambda 2): Añade un 17% adicional de explicación, llevando la proporción acumulada a 52%

Hasta el Sexto Componente: Se necesitan seis componentes para explicar aproximadamente el 81% de la varianza total.

Componentes Restantes: Los siguientes componentes explican cada vez menos varianza, indicando que tienen menos contribución a la estructura subyacente de los datos.

Tabla 4-6: Autovectores para cada componente principal.

Autovectores		
Variab	e1	e2
DP	0,28	0,29
DE	0,33	0,18
M	-0,22	0,14
PTF	-0,12	-0,07
A	0,23	-0,02
PS	-0,07	0,09
PM	0,12	-0,1
PRS	-0,27	0,32
DPS	2,90E-03	0,16
DES	-0,24	0,29
TA	-0,26	0,33
B	-0,08	0,43
PH	0,24	-0,3
PP	0,31	0,19
PTS	0,18	0,35
MA	-0,07	0,04
PC	0,31	0,24
AC	0,26	0,14
DEM	0,33	0,06

Fuente: Software R.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Los autovectores representan la dirección en el espacio multidimensional para cada componente principal, con cada uno reflejando combinaciones lineales de las variables originales. Estos nos ayudan a entender qué características del fruto (por ejemplo, dimensiones, peso, calidad, etc.) están más asociadas con cada componente principal.

Los autovectores para los dos primeros componentes principales, que son los más significativos en términos de varianza explicada.

- Componente Principal 1 (e1)

En el componente principal 1, observamos que varias variables tienen cargas significativas:

DE (Diámetro ecuatorial del fruto), DEM (Distancia entre puntas de brácteas inicial), y PC (Peso del epicarpio) tienen las cargas más altas positivas. Esto sugiere que este componente podría estar capturando aspectos relacionados con el tamaño general y la estructura física externa del fruto.

M (Mamilas o brácteas), PRS (Perímetro de la semilla), TA (Tamaño del Ápice de la semilla), y DES (Diámetro ecuatorial de la semilla) muestran cargas negativas significativas, indicando que a medida que aumenta el valor de este componente principal, estas características disminuyen, sugiriendo una posible inversión de energía entre el desarrollo externo del fruto y ciertas características de las semillas.

- Componente Principal 2 (e2)

Para el componente principal 2, las variables con mayores cargas son:

BR (Grados Brix) y TA (Tamaño del ápice de la semilla) tienen las cargas más altas positivas, lo que podría indicar que este componente se asocia con la dulzura del fruto y características específicas de las semillas que podrían influir en su dispersión o germinación.

PH (pH) y PTF (Peso total del fruto) tienen cargas negativas, sugiriendo una relación inversa con la dulzura y posiblemente con el tamaño o madurez del fruto.

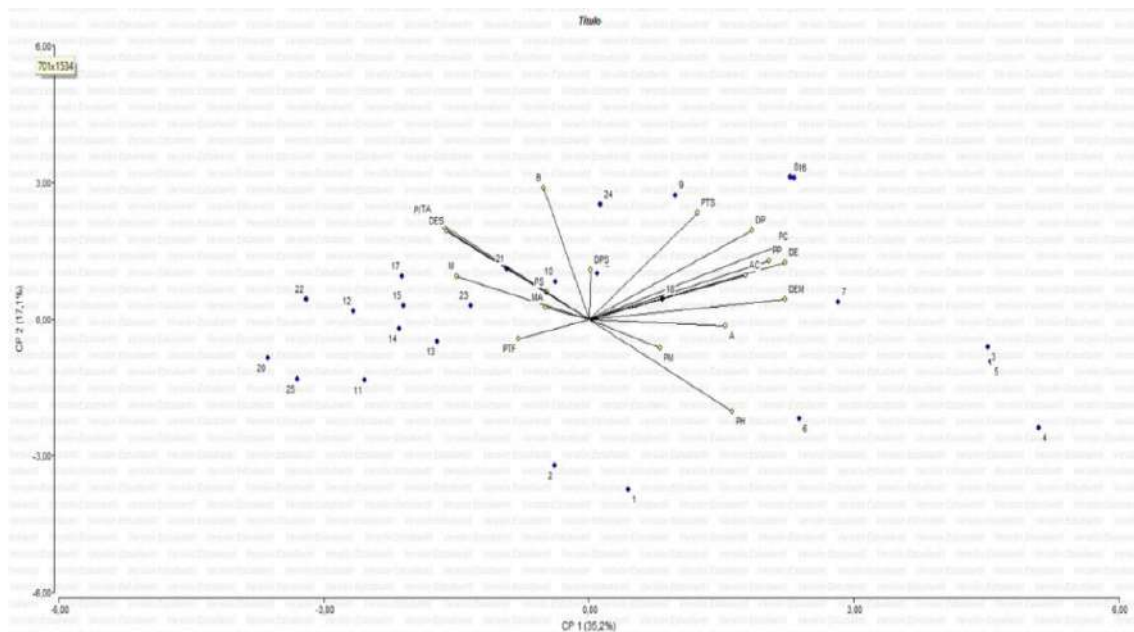


Ilustración 4-29: Correlación de Biplot de componentes principales de las variables cuantificadas.

Realizado por: Castillo G, 2024.

La Ilustración 4-29 de percepción explica un 52% de variabilidad, indica que el componente 1 parece estar más relacionado con el tamaño y la estructura física del fruto y sus semillas, posiblemente capturando variaciones en cómo las plantas invierten recursos en el desarrollo del fruto y la protección de las semillas, mientras que el componente 2 podría estar reflejando aspectos de la calidad del fruto, como la dulzura (indicada por los Grados Brix) y ciertas características bioquímicas (pH), así como la relación entre estas características y el tamaño o la madurez del fruto.

4.2 Modelo de Max-Ent de la distribución actual de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora

Hylocereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) se distribuye ampliamente en Palora, abarcando altitudes que van desde los 880 metros sobre el nivel del mar. Es importante destacar que la pitahaya está especialmente presente en las parroquias Sangay, Arapicos, 16 de agosto y Palora, donde se encuentra una abundante oferta de pitahayas de alta calidad en términos de tamaño y sabor de los frutos, como se evidencia en la Ilustración 4-30.

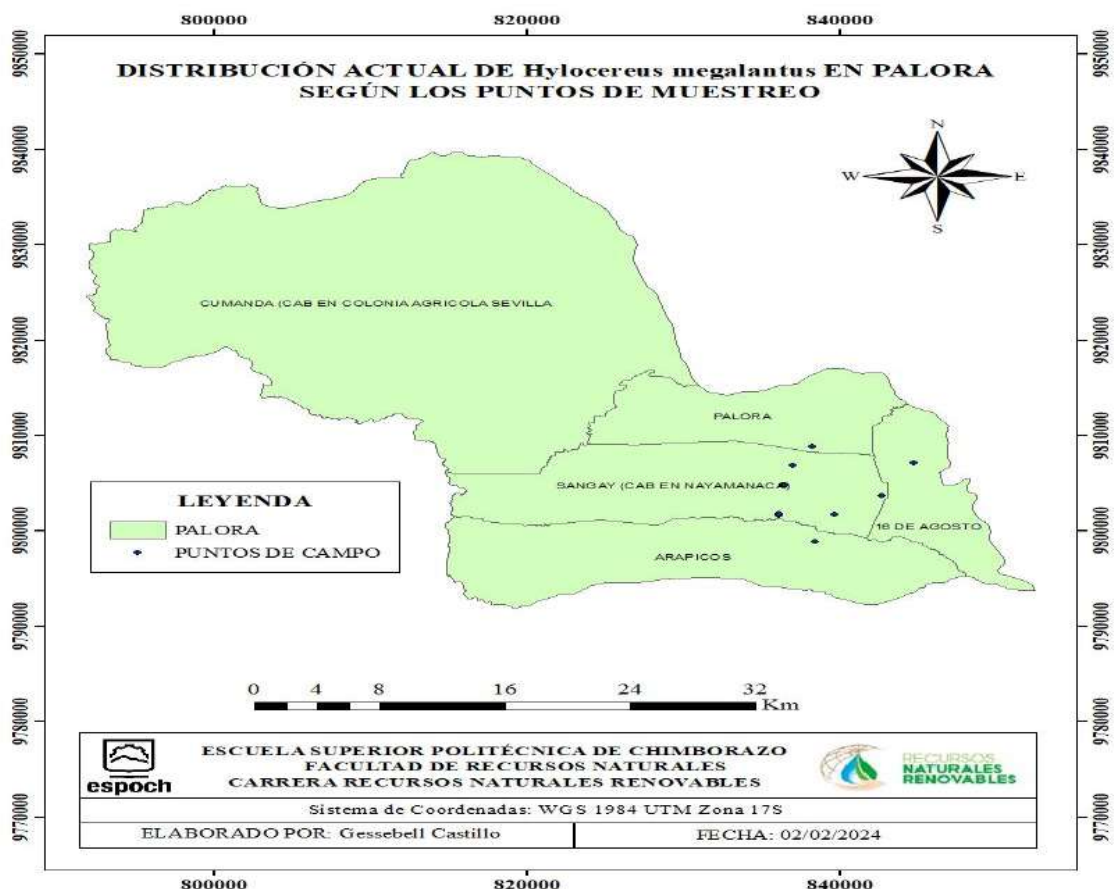


Ilustración 4-30: Puntos en campo de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) en Palora.

Realizado por: Castillo G., 2024.

GBIF.org (2024), es un portal significativo que sirve como la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF). Según esta plataforma, *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) se encuentra generalmente a altitudes que oscilan entre los 250 hasta 300 metros, y en Ecuador, se registra en las provincias de Napo y Morona Santiago.

La evaluación de los cultivos de pitahaya se llevó a cabo de dos maneras distintas: en primer lugar, mediante observaciones de campo, como se ilustra en la Ilustración 4-30; y en segundo lugar, a través de una revisión bibliográfica y fotointerpretación procesada en el software QGIS 3.34.3. Se identificaron los puntos de presencia de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel), conocida popularmente como pitahaya amarilla, en Ecuador. Estos puntos se encuentran distribuidos en las provincias de Esmeraldas, Santa Elena, Manabí, Morona Santiago y Pastaza. Dichos datos se utilizaron para modelar la distribución actual y potencial de esta especie mediante el software Max-Ent, como se puede apreciar en la Ilustración 4-31.

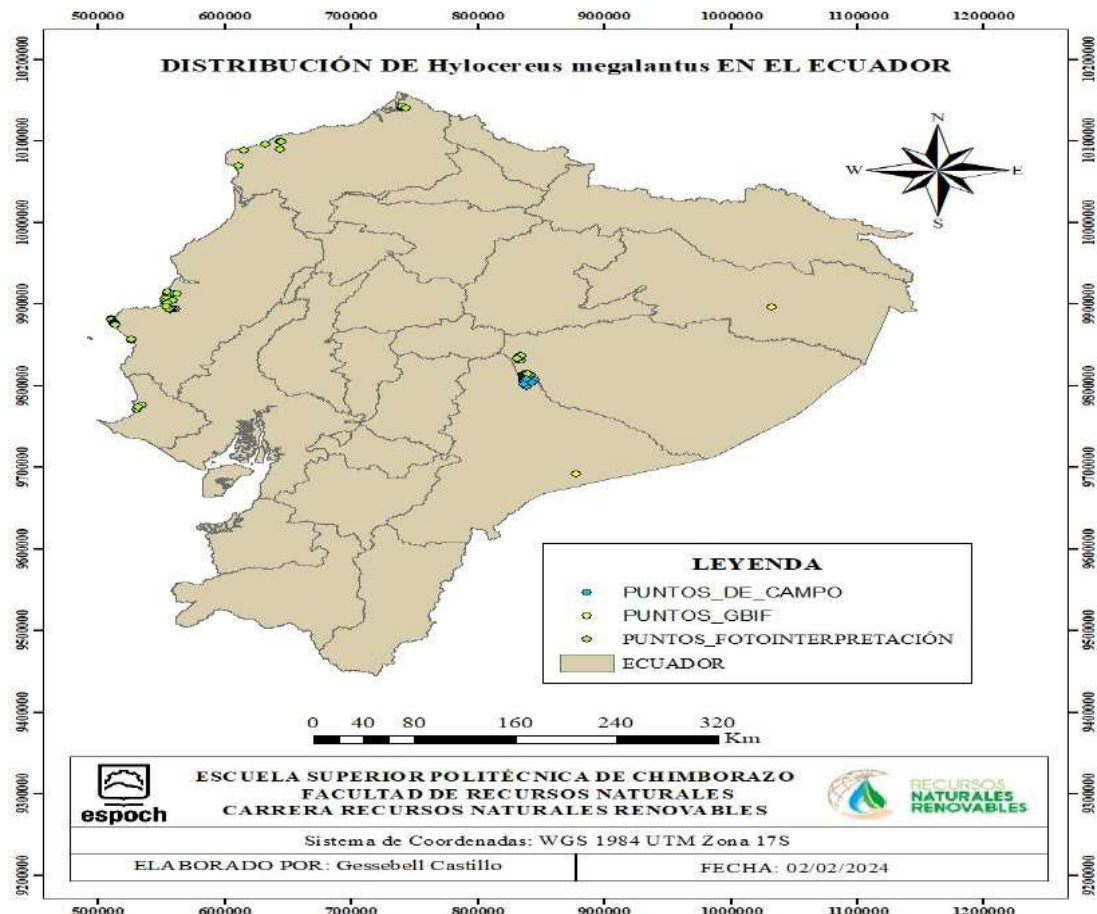


Ilustración 4-31: Distribución de *Hylocereus megalanthus* en el Ecuador mediante puntos levantados en campo y bibliográficamente.

Fuente: (GBIF.org, 2024) (QGIS 3.34.3).

Realizado por: Castillo G., 2024.

Los patrones de distribución de especies reflejan la idoneidad de un hábitat para el desarrollo poblacional de una especie o comunidad específica. Estos patrones se determinan mediante observaciones de campo y el análisis de diversas variables ambientales que actúan como predictores (Benito de Pando y Peñas de Giles, 2007, pág. 101). El modelado de nichos de especies implica el uso de algoritmos computacionales y datos que integran información sobre las especies y las variables ambientales. Este enfoque permite crear modelos precisos que representan las condiciones óptimas del hábitat y que influyen en la distribución de las especies (López et al., 2015, pág. 755).

4.2.1 Georreferenciación de *Hylocereus megalanthus* en el Ecuador.

Se seleccionaron aleatoriamente 25 plantas cactáceas de la especie *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora. De cada planta se recolectaron entre 1 y 5 frutos maduros aptos para el consumo, los cuales se almacenaron en bolsas ziploc etiquetadas para su posterior análisis. Las plantas cactáceas fueron elegidas por conveniencia y distribuidas de manera separada en diferentes parroquias de Palora. Luego, cada planta fue georreferenciada utilizando un GPS manual portátil para registrar sus coordenadas geográficas con el fin de facilitar estudios posteriores. Se identificaron 25 puntos de muestreo en el campo. Además, se descargaron 2 registros de la especie de la base de datos GBIF.org. Utilizando fotointerpretación en el software QGIS 3.34.3, se determinó la presencia de pitahaya en un total de 160 plantas cactáceas georreferenciadas.

4.2.2 Selección de variables bioclimáticas

Las variaciones en la composición de la flora en un área son el resultado de cambios dinámicos en la vegetación a lo largo del tiempo, influenciados por factores ambientales y antropogénicos. La alteración espacial de factores como la temperaturas, precipitación y humedad del suelo determina la dinámica y composición de las especies (Olthoff, et al., 2016, pág. 22). Se emplearon 19 variables bioclimáticas descargadas de WorldClim v2. 1 (www.worldclim.org), un repositorio abierto y gratuito de variables climáticas (Varela et al., 2015, pág. 89), para prever la distribución actual de *Hylocereus megalanthus*. Después del entrenamiento en Max-Ent, se seleccionaron 5 variables claves (Tabla 4-10), lo que significa que se eliminaron 14 variables menos relevantes y se enfocó en las 5 más significativas para elaborar los modelos predictivos de *Hylocereus megalanthus*.

Tabla 4-7: Contribución porcentual de las variables bioclimáticas de WorldClim más relevantes.

Variable	Nombre de la variable	Unidad	Contribución porcentual
Bio12	Precipitación anual	mm	27,3%
Bio17	Precipitación del cuarto más seco	mm	23,5%
Bio19	Precipitación del cuarto más frío	mm	11,8%
Bio4	Estacionalidad de la temperatura	° C	10,8%
Bio15	Estacionalidad de la precipitación	mm	8,3%

Fuente: Obtenido de <https://www.worldclim.org/data/bioclim.html>

Realizado por: Castillo G., 2024.

Max-Ent reveló que las variables que ejercen mayor influencia son la precipitación anual (Bio12), la precipitación del cuarto más seco (Bio 17), la precipitación de cuarto más frío (Bio19), la estacionalidad de la temperatura (Bio4) y la estacionalidad de la precipitación (Bio15), las cuales amplían la distribución de una especie en zonas tropicales y subtropicales. Según Chaquila (2018, pág. 14), la variable más relevante para la supervivencia actual y futura de una especie es la precipitación. Además, otra variable importante destacada es la estacionalidad de la temperatura.

4.2.3 Interpretación de ilustraciones de Max-Ent para la distribución actual

La Ilustración 4-32 exhibe la tasa media de omisión y el área prevista en relación con el umbral acumulativo; es importante destacar que tanto el área como la omisión media presentan un desvío estándar. La tasa de omisión se aproxima a la omisión prevista, según el umbral acumulativo, y se calcula tanto en los registros de presencia de entrenamiento como en los registros de prueba (Correia, 2019, pág. 10).

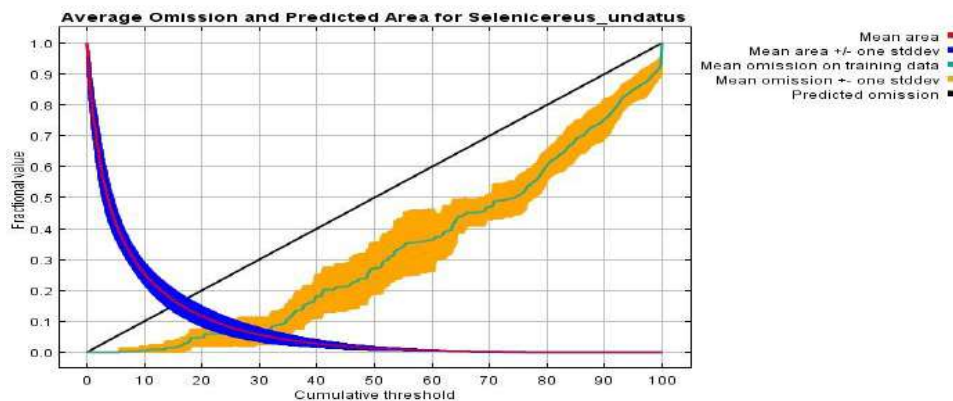


Ilustración 4-32: Área pronosticada en función del umbral acumulativo de *Hylocereus megalanthus*.

Realizado por: Castillo G., 2024.

En la Ilustración 4-33 se muestra el área bajo la curva (AUC), que mide la capacidad del modelo para discriminar una presencia de la especie determinada por sensibilidad y discriminar una ausencia de la especie determinada por especificidad. La Ilustración 4-34 presenta el AUC como un indicador del porcentaje de confianza del modelo de predicción. Los modelos desarrollados por Max-Ent para *Hylocereus megalanthus* se consideran altamente confiables o excelentes, ya que su AUC se encuentra en el rango más alto, que es > 0.9 . En específico, el AUC medio de entrenamiento es de 0.982, con una desviación estándar de 0,003, según Elith et al., 2006 (citados en Rivera et al., 2022, pág. 132) lo que corresponde a un modelo excelente. Esto es significativamente superior al umbral de 0.75 recomendado por la bibliografía científica.

Araujo et al., 2005 (citados en Correia, 2019, pág. 11) sugieren que los modelos de AUC deben interpretarse por intervalos: Excelente si $AUC > 0.90$, Bueno si $0.80 > AUC < 0.90$, Aceptable si $0.70 > AUC < 0.80$, Malo si $0.60 > AUC < 0.70$, y No válida si $0.50 > AUC < 0.60$. Valores de AUC cercanos a 1 indican una mayor capacidad predictiva (Ascencio y Vega, 2021, pág. 9).

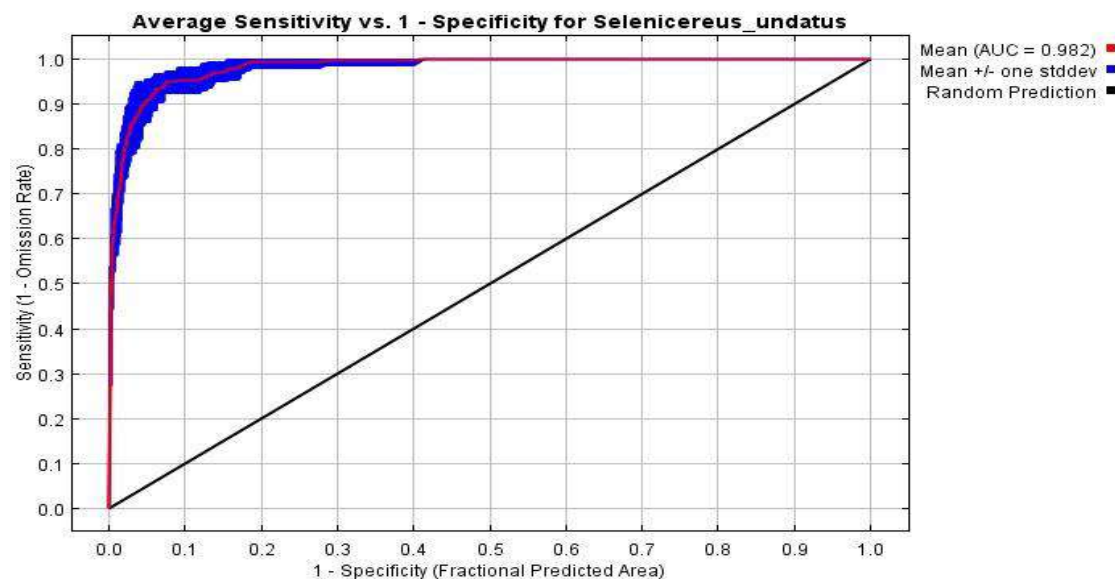


Ilustración 4-33: Sensibilidad media vs. Especificidad de *Hylocereus megalanthus*.

Realizado por: Castillo G., 2024.

En la Ilustración 4-34, se presenta una representación del modelo Max-Ent en ArcMap para la distribución de *Hylocereus megalanthus*. Al analizar la escala de colores, es crucial identificar los valores cercanos a 1, los cuales están representados por colores cálidos, ya que indican las condiciones bioclimáticas más favorables para la presencia de la especie. Por otro lado, los valores próximos a 0 se muestran en colores fríos, lo que sugiere una baja idoneidad.

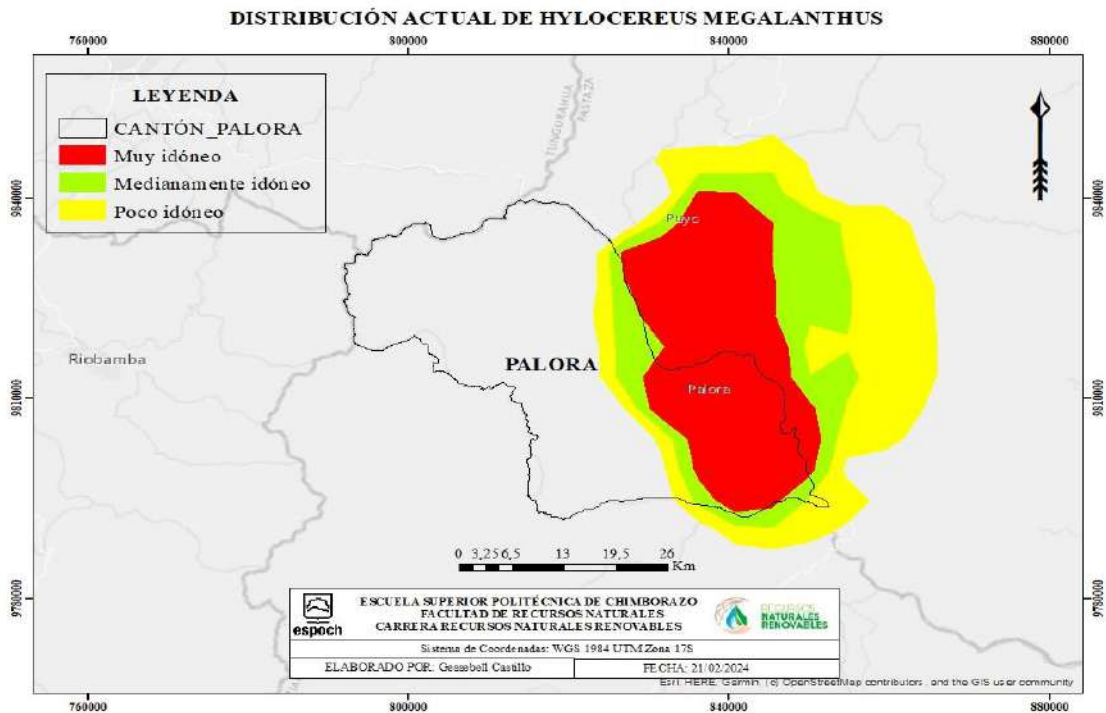


Ilustración 4-34: Distribución actual de *Hylocereus megalanthus* usando datos del software Max-Ent.

Realizado por: Castillo G., 2024.

En la Ilustración 4-35 se aprecia el resultado de la prueba de Jackknife, la cual ofrece datos sobre los bioclimas que son más útiles para el modelo cuando se trabaja de forma aislada. Es relevante destacar que la variable ambiental más significativa resulta ser la Bio17, lo que sugiere que esta variable contiene la información más relevante por sí sola para estimar la distribución actual de *Hylocereus megalanthus*.

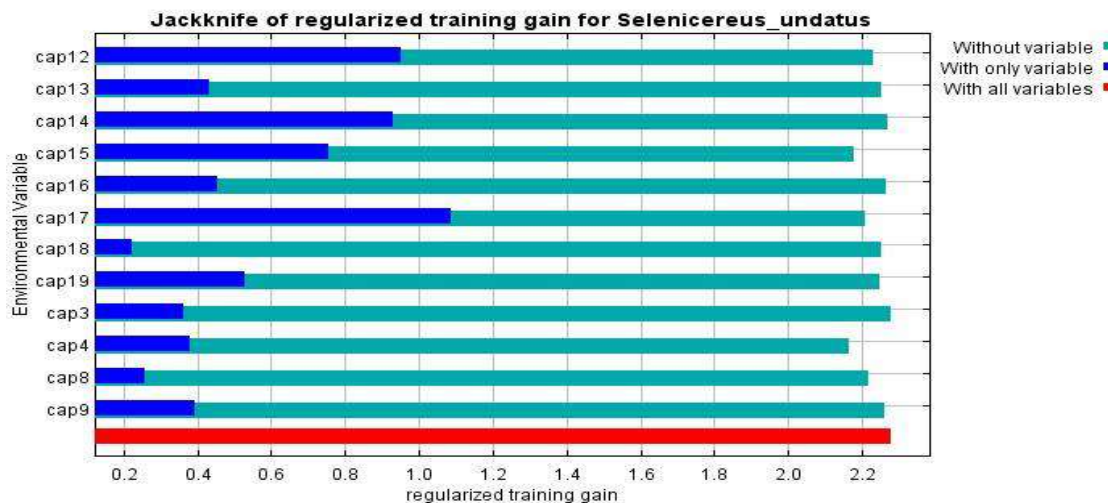


Ilustración 4-35: Jackknife de *Hylocereus megalanthus*.

Realizado por: Castillo G., 2024.

La variable ambiental que más afecta negativamente al rendimiento del modelo cuando se omite es la Bio4, ya que parece contener la mayor cantidad de información única no presente en las otras variables. Por otro lado, las demás variables bioclimáticas no parecen ser tan relevantes para la predicción del modelo de *Hylocereus megalanthus*.

4.2.3.1 Conversión de píxeles a kilómetro cuadrados

Se utilizó ArcMap para mapear la distribución actual de *Hylocereus megalanthus*, utilizando datos en formato ASC generados por Max-Ent. La información de píxeles se convierte a Km² para comprender las áreas potenciales de desarrollo de *Hylocereus megalanthus*. En la Ilustración 4-36 se representan los rangos de distribución en kilómetros cuadrados para el área total.

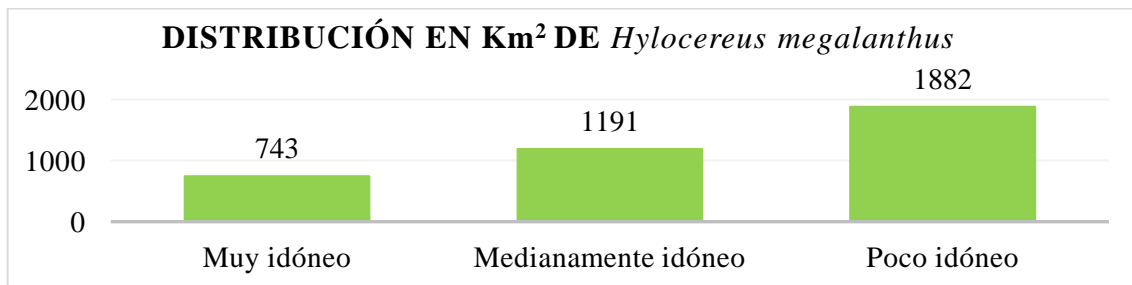


Ilustración 4-36: Distribución actual en Km² de *Hylocereus megalanthus* a través del software Max-Ent.

Realizado por: Castillo G., 2024.

4.3 Determinar la distribución potencial bajo escenarios de cambio climático para *Hylocereus megalanthus*.

4.3.1 Escenario 4.5 RCP para el período 2041-2060

4.3.1.1 Interpretación de ilustraciones de Max-Ent

La Ilustración 4-37 muestra la tasa de omisión de entrenamiento y el área prevista en función del umbral acumulativo, promediado sobre ejecuciones repetidas. La tasa de omisión prevista está representada por una línea recta de color negro en la ilustración. Idealmente, la tasa de omisión debe ser cercana a la omisión prevista (Cervin et al., 2021, pág. 35). En algunos casos, la línea de la tasa de omisión se encuentra por debajo de la línea de omisión prevista. Una razón común para esto es que los datos de entrenamiento y prueba no son independientes o que provienen de los mismos datos espacialmente correlacionados (Muñoz, 2018, pág. 28), como se observa en la ilustración de *Hylocereus megalanthus*.

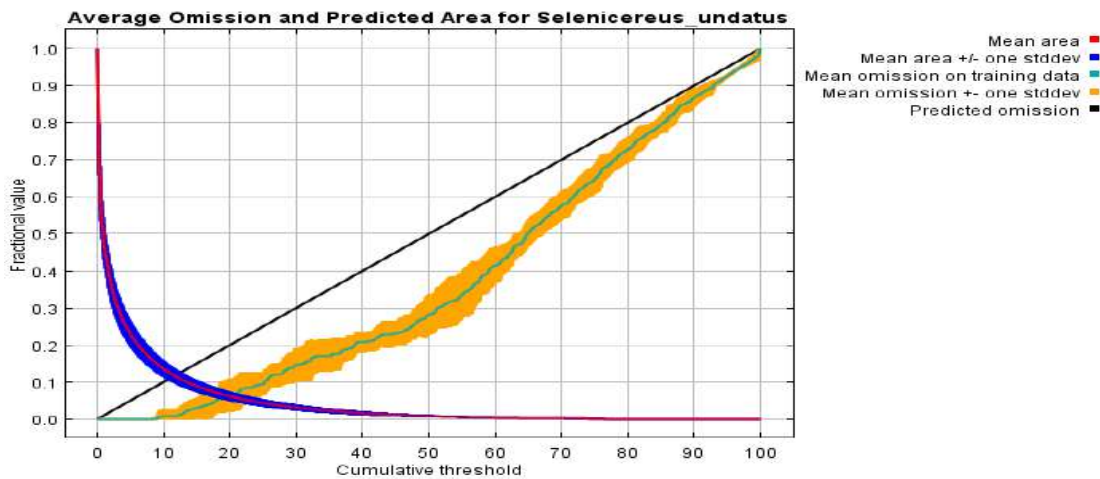


Ilustración 4-37: Área pronosticada en función al umbral para *Hylocereus megalanthus* para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5 RCP.

Realizado por: Castillo G., 2024.

La Ilustración 4-38 de Sensibilidad vs. Especificidad para *Hylocereus megalanthus* destaca que el modelo utilizado se ajusta de manera aceptable, con un valor AUC de entrenamiento promedio de 0.985 y una desviación estándar de 0.003. Estos resultados son casi coincidente con los estudios realizados por Muñoz (2018, pág. 30), donde se obtuvo un AUC de 0.964 en la prueba de Max-Ent, lo que lo clasifica dentro del rango de un modelo predictivo excelente.

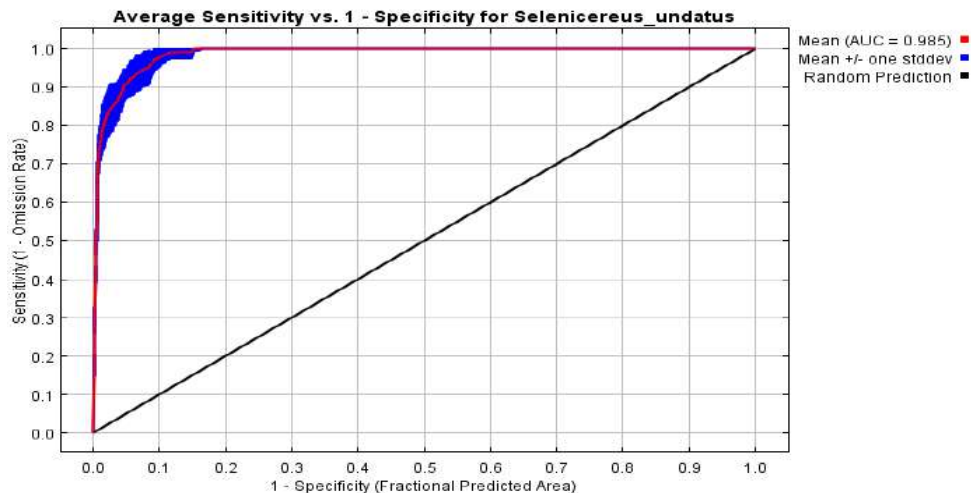


Ilustración 4-38: Sensibilidad vs. Especificidad para *Hylocereus megalanthus* para el período 2041-2600 bajo escenario 4.5 RCP.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Para proyectar la distribución potencial de *Hylocereus megalanthus*, se utilizó el modelo ráster en formato ASC obtenido de Max-Ent. Este modelo permitió generar curvas de nivel y convertir

la información de píxeles a kilómetros cuadrados, con el fin de comprender si los rangos de distribución potencial de *Hylocereus megalanthus* evolucionaron en relación con los rangos de los modelos de distribución actual. El mapa resultante, que muestra la distribución potencial de *Hylocereus megalanthus* para el período 2041-2060 bajo escenarios 4.5 RCP, utilizando el color rojo para representar las áreas más favorables para la especie, debido a sus condiciones ambientales destacadas, y el color verde para indicar las áreas menos favorables o donde la especie no podría existir. Esta representación se puede visualizar en la Ilustración 4-39.

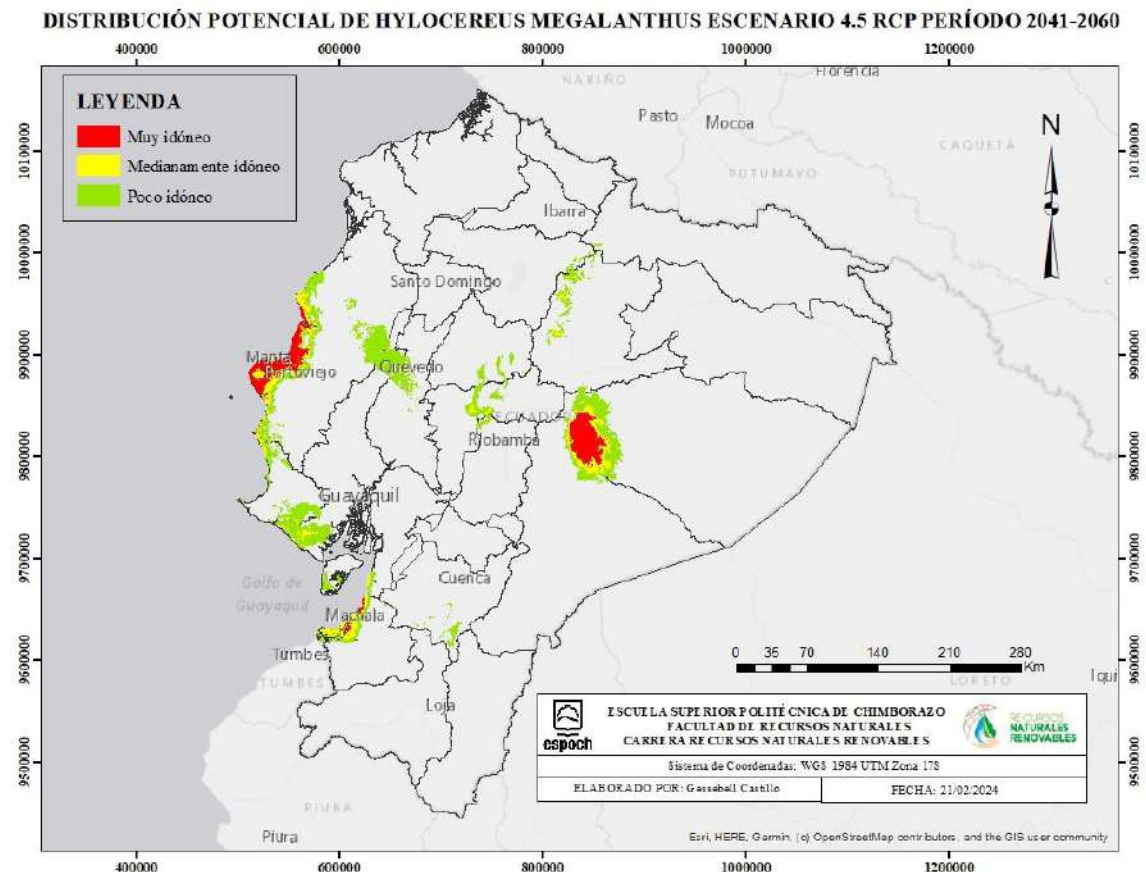


Ilustración 4-39: Distribución potencial de *Hylocereus megalanthus* usando datos del software Max-Ent bajo escenario 4.5 RCP para el período 2041-2060.

Realizado por: Castillo G., 2024.

La Ilustración 4-40 muestra los resultados de la prueba Jackknife, la cual evalúa la importancia de las variables ambientales. La variable ambiental con mayor ganancia al usarse de forma aislada es 1BIO14, indicando que contiene la información más útil por sí sola. Por otro lado, la variable ambiental cuya omisión reduce más la ganancia es 1BIO15, lo que sugiere que posee la mayor cantidad de información no presente en las demás variables.

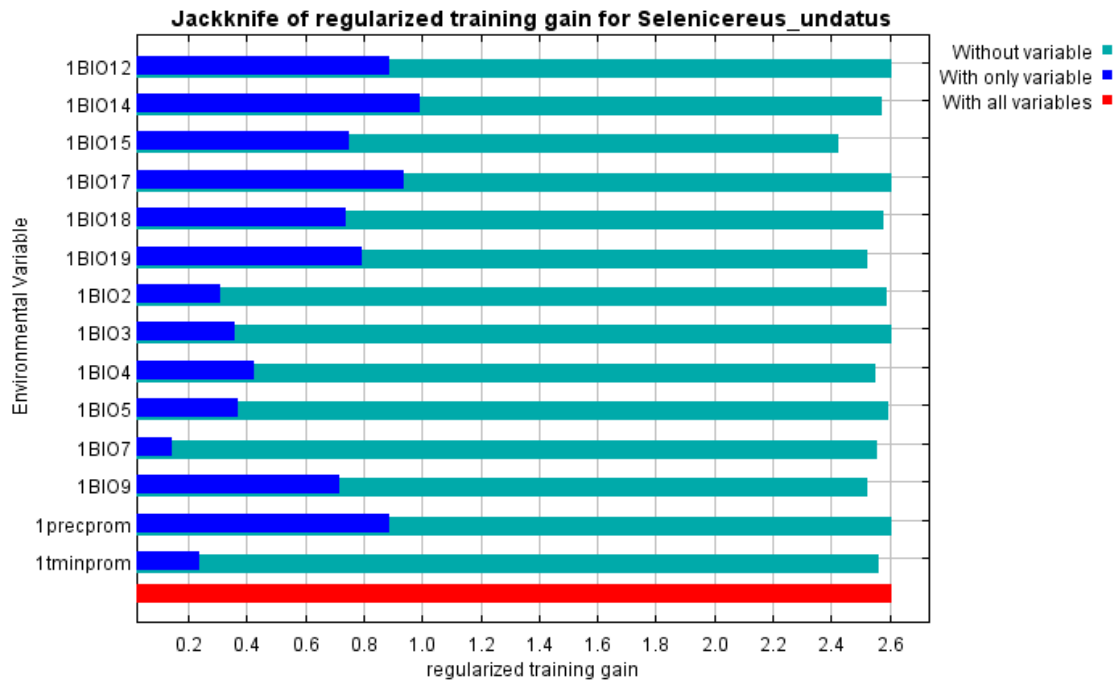


Ilustración 4-40: Jackknife de *Hylocereus megalanthus* para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5 RCP.

Realizado por: Castillo G., 2024.

- **Conversión de píxeles a kilómetros cuadrados**

En la Ilustración 4-41 se muestra la distribución potencial de *Hylocereus megalanthus* en Ecuador para el período 2041-2060 bajo escenario 4.5 RCP, representando cada píxel en kilómetros cuadrados.

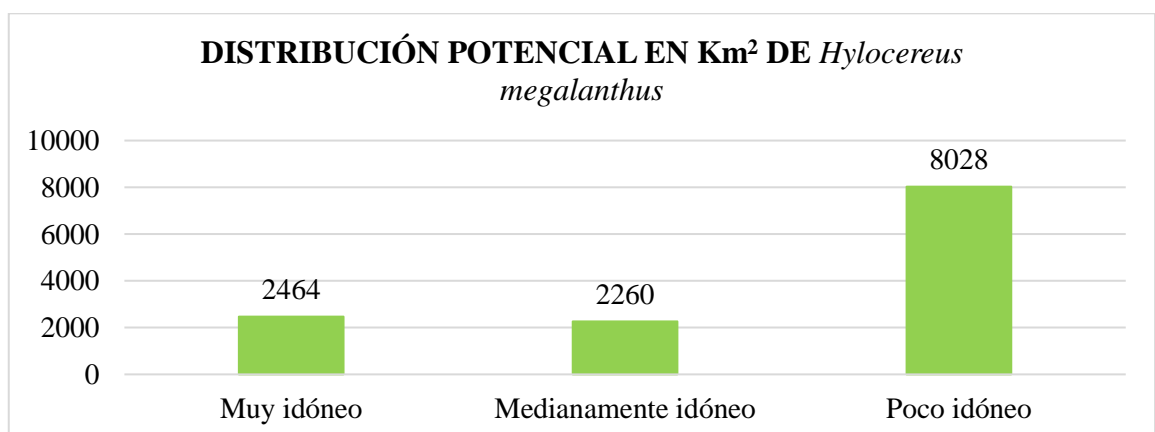


Ilustración 4-41: Distribución potencial en Km² de *Hylocereus megalanthus* a través del software Max-Ent bajo escenario 4.5 RCP para el período 2041-2060.

Realizado por: Castillo G., 2024.

4.3.2 Escenario 8.5 RCP para el período 2041-2060

4.3.2.1 Interpretación de ilustraciones de Max-Ent

La Ilustración 4-42 presenta la tasa de omisión de entrenamiento y el área prevista en función del umbral acumulativo. La tasa de omisión se calcula tanto en los registros de presencia como en los registros de prueba.

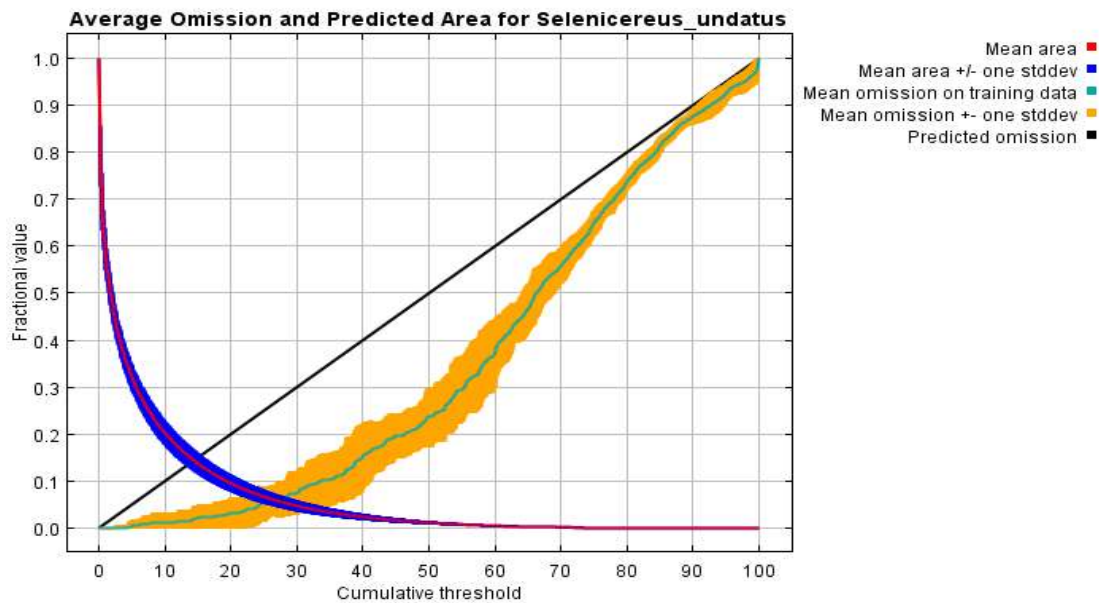


Ilustración 4-42: Área predicha en función al umbral de *Hylocereus megalanthus* para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5 RCP.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Según Correia (2019, pág. 10), la sensibilidad se define como la fracción de verdaderos positivos, representada en el eje de las ordenadas, que a su vez refleja el error de omisión, mientras que la especificidad corresponde a la fracción de verdaderos negativos, ubicada en el eje de las abscisas, representando el error de comisión (Muñoz, 2018, pág. 6).

En análisis previos realizados por Gómez (2018, pág. 27) bajo el escenario 8.5 RCP, se obtuvieron valores de AUC de 0.976, donde el grado de confiabilidad varía de 0 a 1, siendo el mínimo y máximo, respectivamente. Los modelos desarrollados para *Hylocereus megalanthus* bajo los escenarios 8.5 RCP se consideran de alta confiabilidad, dado que presentan un valor AUC de 0.984, con una desviación estándar es de 0.004, como se muestra en la Ilustración 4-43.

La Ilustración 4-45 presenta los resultados de la prueba Jackknife que evalúa la importancia de cada variable. Se observa que la variable ambiental que ofrece la mayor ganancia cuando se utiliza de forma aislada es 1precprom, lo que sugiere que esta variable proporciona la información más valiosa por sí sola. Por otro lado, la variable ambiental que causa la mayor reducción en la ganancia cuando se omite es 1bio4, lo que indica que esta variable contiene información que no está presente en las otras variables.

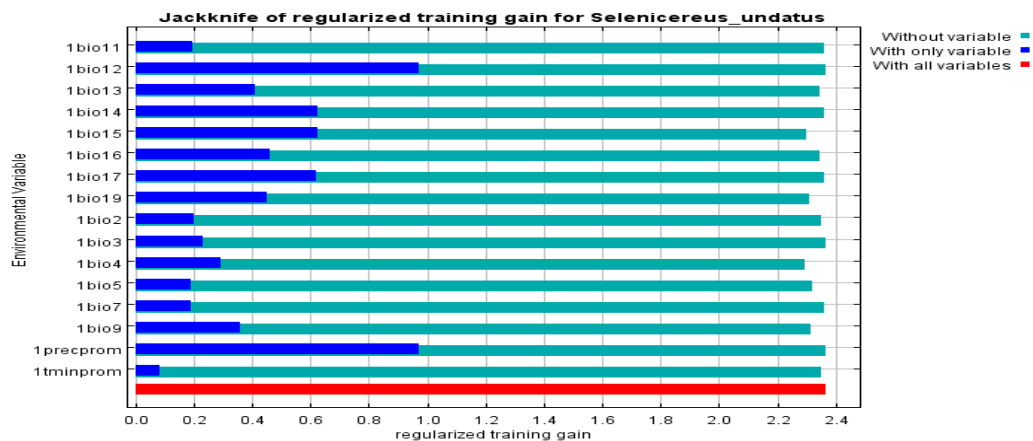


Ilustración 4-45: Jackknife de *Hylocereus megalanthus* para el período 2041-2060 bajo escenario 8.5 RCP.

Realizado por: Castillo G., 2024.

- **Conversión de píxeles a kilómetros cuadrados**

Del modelo generado en Max-Ent para *Hylocereus megalanthus* durante el período 2041-2060 bajo el escenario de cambio climático futuro 8.5 RCP, se obtuvieron los rangos de distribución para el área total en la que esta especie podría propagarse. Estos valores, desglosados en píxeles y convertidos a Km², se presentan en la Ilustración 4-46, ofreciendo una visualización detallada de la distribución potencial.

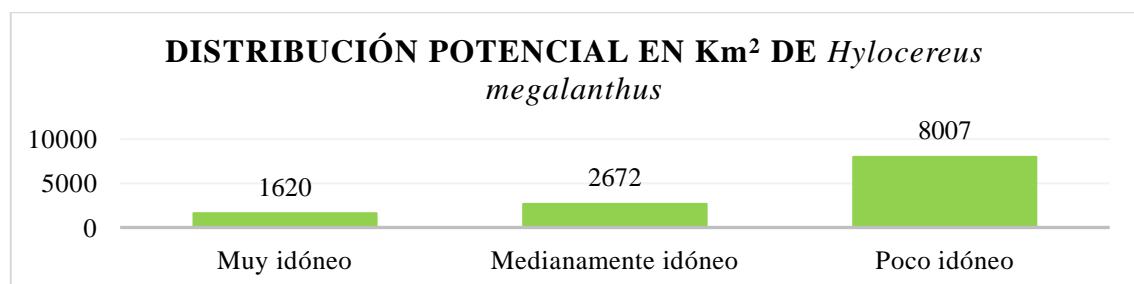


Ilustración 4-46: Distribución potencial en Km² de *Hylocereus megalanthus* a través del software Max-Ent bajo escenario 8.5 RCP para el período 2041-2060.

Realizado por: Castillo G., 2024.

4.3.3 Escenario 4.5 RCP para el período 2081-2100

4.3.3.1 Interpretación de ilustraciones de Max-Ent

La Ilustración 4-47 presenta la tasa de omisión de entrenamiento y el área prevista en función del umbral acumulativo, calculada mediante promedios de ejecuciones repetidas. Según Moreno y Reyes (2022, pág. 26), la omisión en los datos de entrenamiento indica que las puntuaciones menores ocurren fuera de la región potencial según el modelo Max-Ent, lo que delimita la zona de predicción bajo el umbral acumulativo.

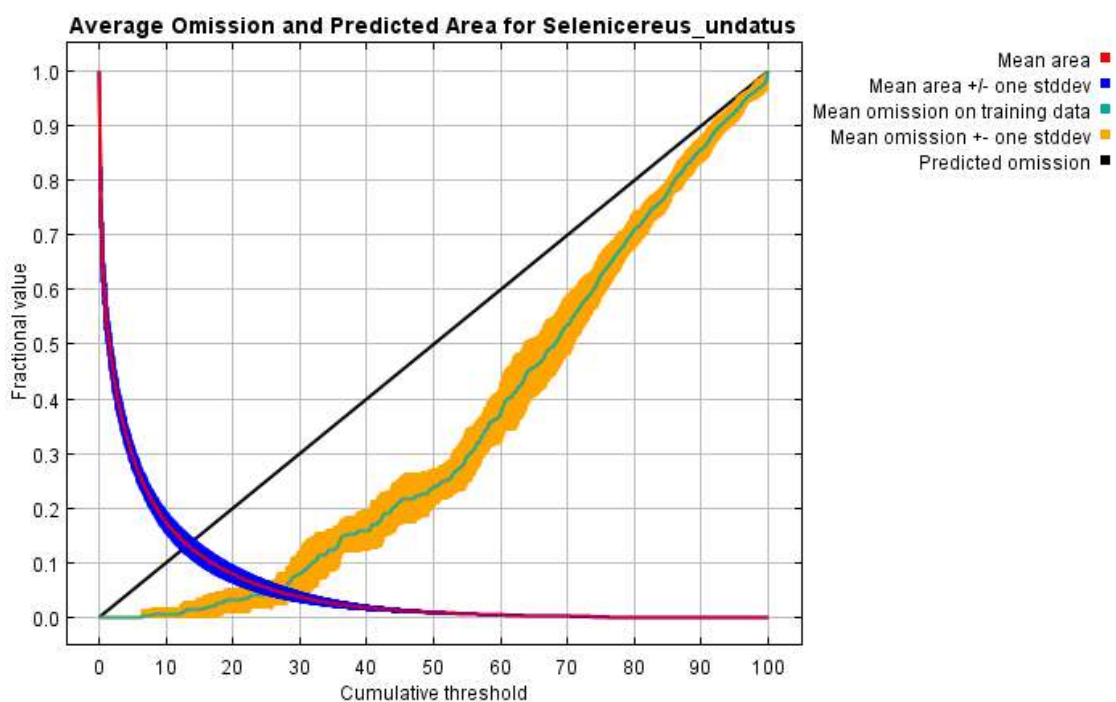


Ilustración 4-47: Área predicha en función del umbral acumulativo de *Hylocereus megalanthus* para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5 RCP.

Realizado por: Castillo G., 2024.

En la Ilustración 4-48 de Sensibilidad vs. Especificidad de *Hylocereus megalanthus*, los resultados indican que el modelo se ajusta adecuadamente, ya que se obtuvo un valor AUC de 0.987 y una desviación estándar de 0.004, lo cual es coherente con las investigaciones realizadas por Lozano (2020, pág. 48), quien obtuvo un valor de AUC de 0.995 en su estudio con Max-Ent, lo que respalda la validez del modelo obtenido. Además, según Inchaustegui y Limas (2023, pág. 44), en estudios previos se alcanzó un AUC de 0.9, lo que indica una excelente capacidad predictiva.

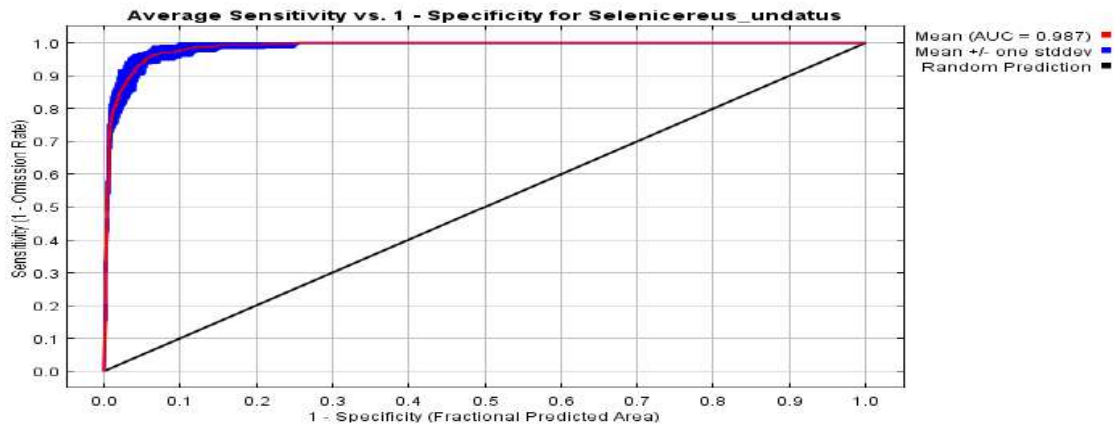


Ilustración 4-48: Sensibilidad vs. Especificidad para *Hylocereus megalanthus* para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5 RCP.

Realizado por: Castillo G., 2024.

La Ilustración 4-49 presenta un mapa cartográfico que muestra la distribución potencial de *Hylocereus megalanthus*, destacando las variaciones con respecto al período anterior de 2041-2060 bajo el escenario 4.5 RCP, ahora para el período de 2081-2100.

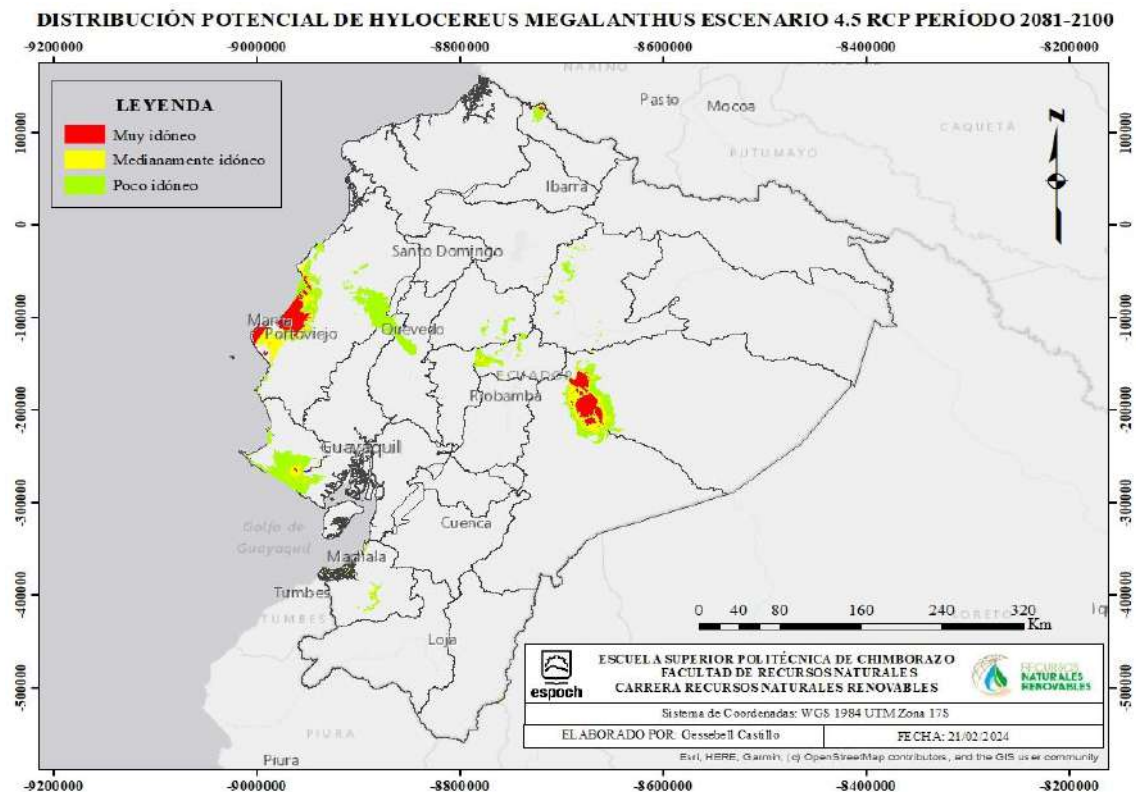


Ilustración 4-49: Distribución potencial de *Hylocereus megalanthus* usando datos del software Max-Ent bajo escenario 4.5 RCP para el período 2081-2100.

Realizado por: Castillo G., 2024.

La Ilustración 4-50 exhibe los resultados de la prueba Jackknife, revelando una variable de gran relevancia para la distribución de la especie. La variable ambiental que muestra la mayor ganancia cuando se emplea de forma aislada es 1BIO12, lo que sugiere que posee la información más valiosa por sí sola. Por otro lado, la variable ambiental que más disminuye la ganancia, excluyendo a 1BIO15, parece contener la mayor cantidad de información única en comparación con las otras variables.

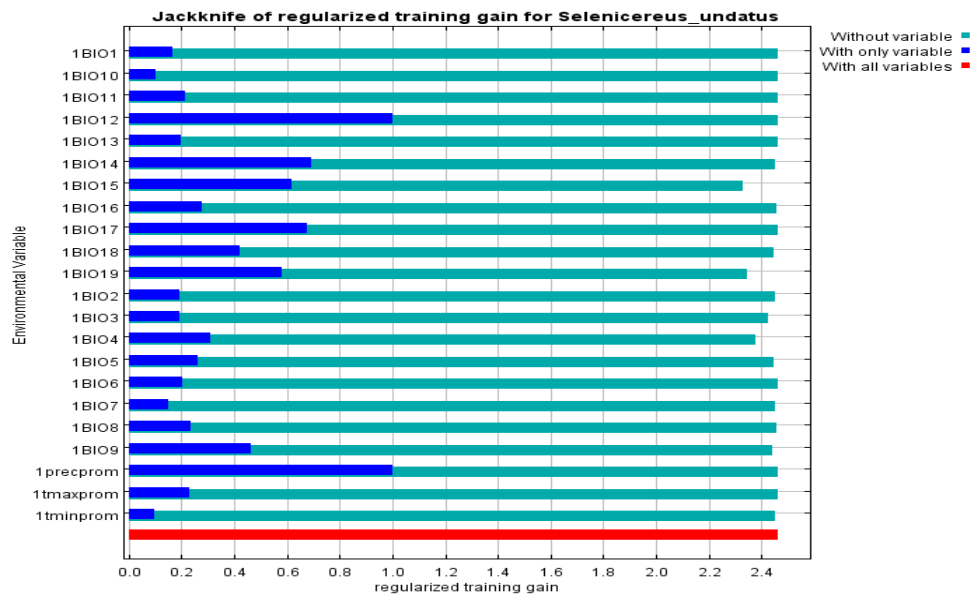


Ilustración 4-50: Jackknife de *Hylocereus megalanthus* para el período 2081-2100 bajo escenario 4.5 RCP.

Realizado por: Castillo G., 2024.

- **Conversión de píxeles a kilómetros cuadrados**

Para una mejor comprensión de los rangos de distribución potencial de *Hylocereus megalanthus*, se puede observar en la Ilustración 4-51 la representación de estos valores en unidades de Km².

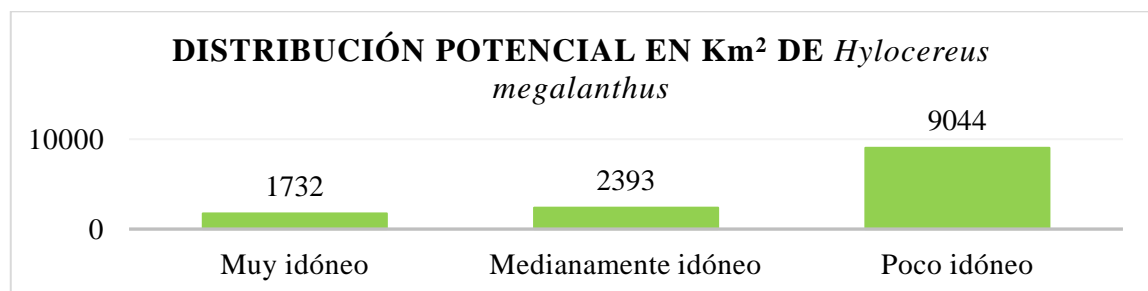


Ilustración 4-51: Distribución potencial en Km² de *Hylocereus megalanthus* a través del software Max-Ent bajo escenario 4.5 RCP para el período 2081-2100.

Realizado por: Castillo G., 2024.

4.3.4 Escenario 8.5 RCP para el período 2081-2100

4.3.4.1 Interpretación de ilustraciones de Max-Ent

La Ilustración 4-52 presenta la tasa de omisión de entrenamiento y el área prevista en función del umbral acumulado para el modelado predictivo de la especie *Hylocereus megalanthus* desarrollado en Max-Ent. Según Lozano (2020, pág. 31), esta ilustración muestra una curva que contrasta la omisión de valores de prueba con la omisión de valores de entrenamiento, lo que permite visualizar cómo varía el área de predicción según la selección de un umbral acumulado.

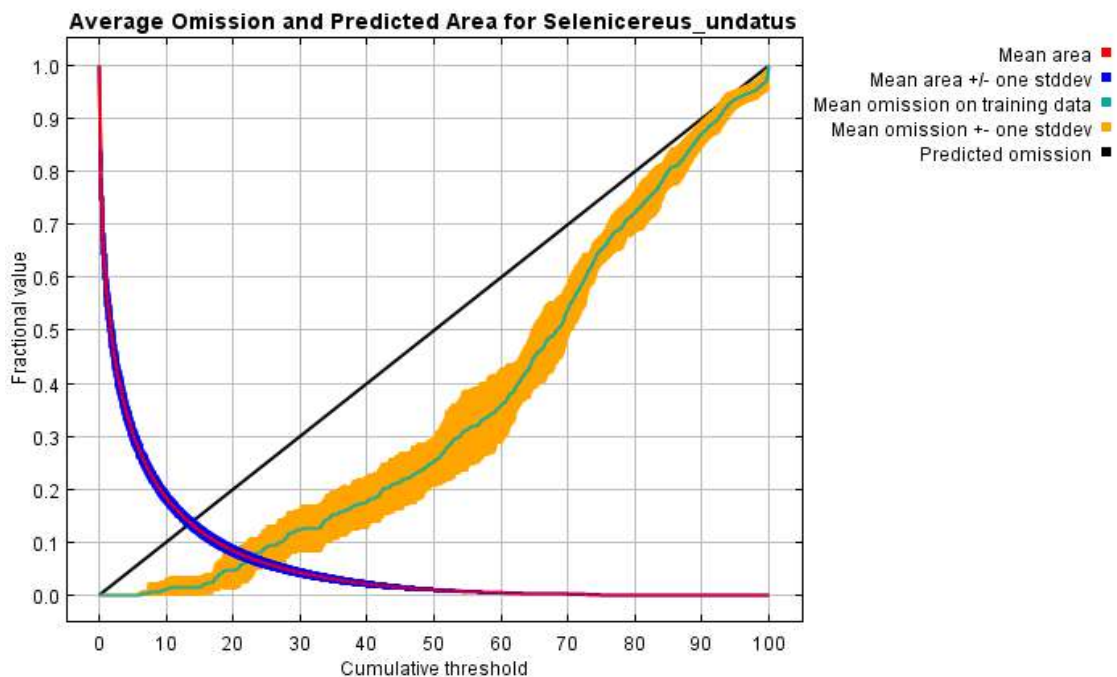


Ilustración 4-52: Área prevista en función del umbral acumulativo para *Hylocereus megalanthus* para el período 2081-2100 bajo escenario 8.5 RCP.

Realizado por: Castillo G., 2024.

En la Ilustración 4-53, se observa un valor de $AUC = 0.983$ con una desviación estándar de 0.004. Estos resultados sugieren que las predicciones están cerca del nivel considerado excelente. Según Estrada et al., (2022, pág. 66), en su investigación sobre el nicho ecológico del clima actual y los escenarios climáticos futuros, los datos de AUC arrojaron valores iguales o superiores a 0.95, lo que indica un rendimiento excelente en los modelos.

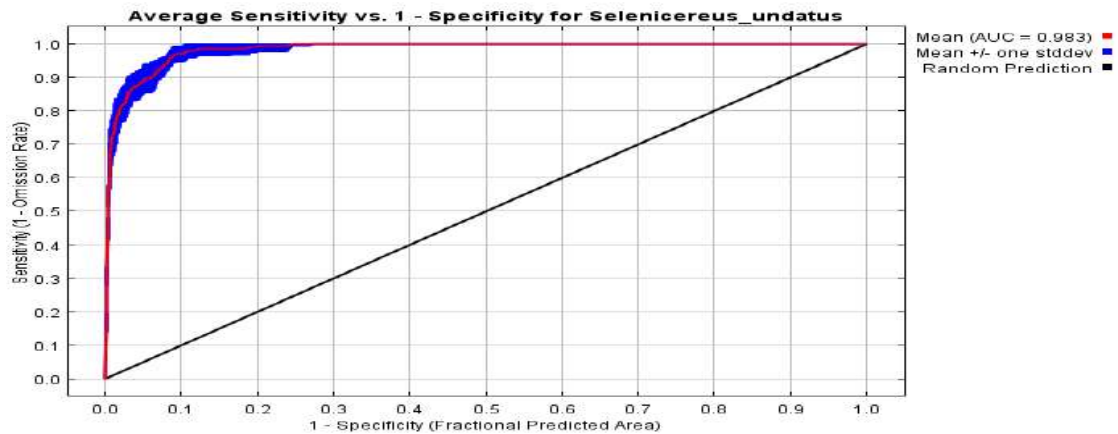


Ilustración 4-53: Sensibilidad vs. Especificidad de *Hylocereus megalanthus* para el período 2081-2100 bajo escenario 8.5 RCP.

Realizado por: Castillo G., 2024.

En la Ilustración 4-54, se presenta el mapa correspondiente a la Ilustración 4-62, el cual ofrece una visualización de la distribución geográfica del Ecuador. Este mapa destaca las áreas del país donde se identifican condiciones ambientales propicias para la distribución potencial de *Hylocereus megalanthus* durante el período 2081-2100 bajo el escenario 8.5 RCP. Los tonos cálidos indican zonas adecuadas o con condiciones ambientales favorables, mientras que los tonos más fríos señalan áreas no aptas o con condiciones ambientales menos idóneas.

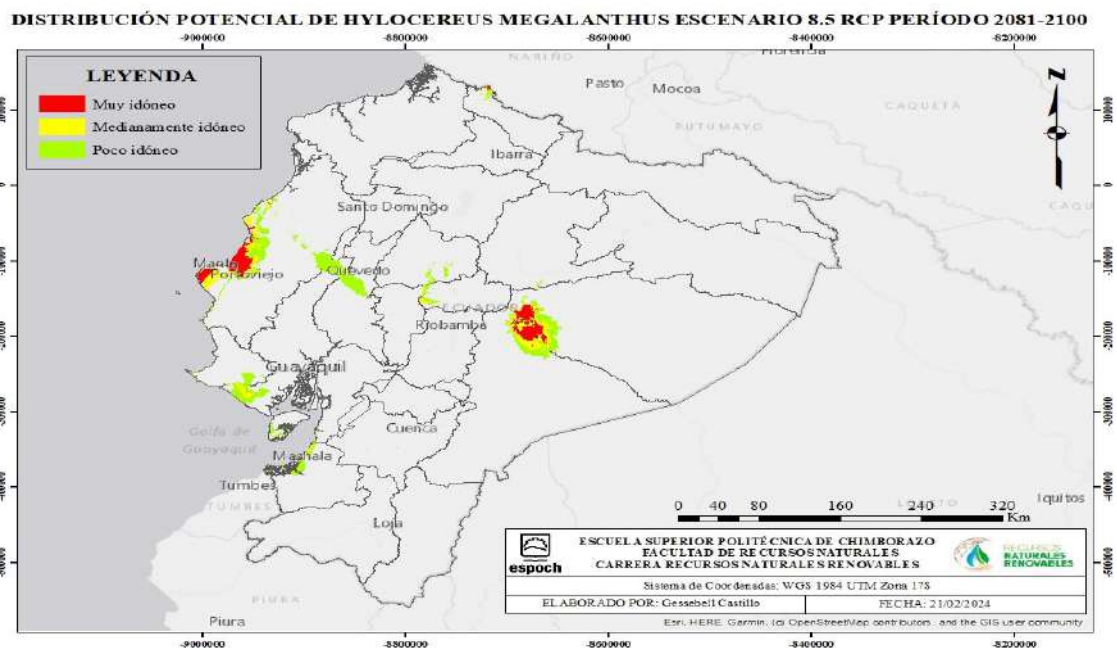


Ilustración 4-54: Distribución potencial de *Hylocereus megalanthus* usando datos del software Max-Ent bajo escenario 8.5 RCP para el período 2081-2100.

Realizado por: Castillo G., 2024.

En la prueba de Jackknife para *Hylocereus megalanthus* durante el período 2081-2100, correspondiente a la década de los 90 y bajo escenario 8.5 RCP, se destaca la importancia de una variable clave. Entre las variables ambientales evaluadas, aquella que muestra la mayor ganancia cuando se utiliza de manera aislada es 1Bio12 (1precprom), sugiriendo así que posee la información más relevante por sí sola. Por otro lado, la variable ambiental que más reduce esta ganancia es 1bio19, lo que indica que posiblemente contenga información única no presente en las otras variables. Estos hallazgos se presentan visualmente en la Ilustración 4-55.



Ilustración 4-55: Jackknife de *Hylocereus megalanthus* para el período 2081-2100 bajo escenario 8.5 RCP.

Realizado por: Castillo G., 2024.

- **Conversión de píxeles a kilómetros cuadrados**

Para una comprensión precisa de los rangos de distribución derivados del modelo de Max-Ent para *Hylocereus megalanthus*, se proporciona la Ilustración 4-56. En esta representación, se presenta los rangos calculados en Km², permitiendo una visualización clara de la extensión geográfica potencial de la especie.

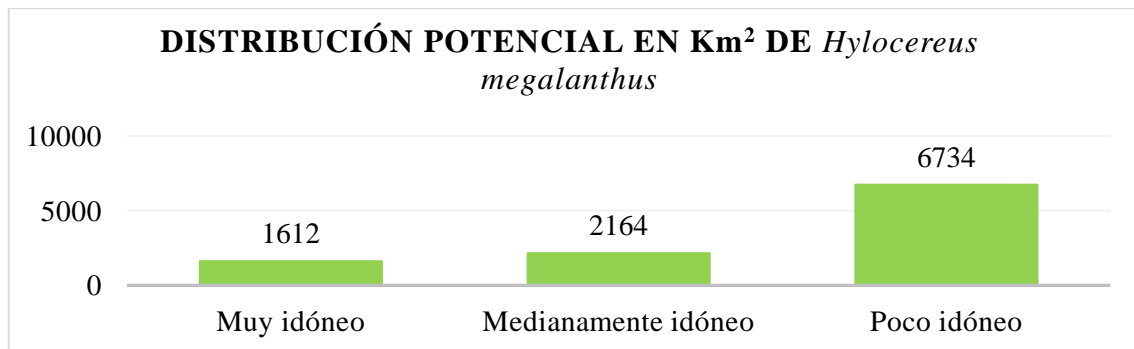


Ilustración 4-56: Distribución potencial en Km² de *Hylocereus megalanthus* a través del software Max-Ent bajo escenario 8.5 RCP para el período 2081-2100.

Realizado por: Castillo G., 2024.

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

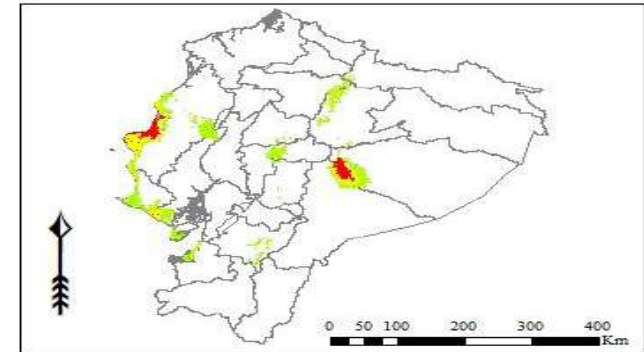
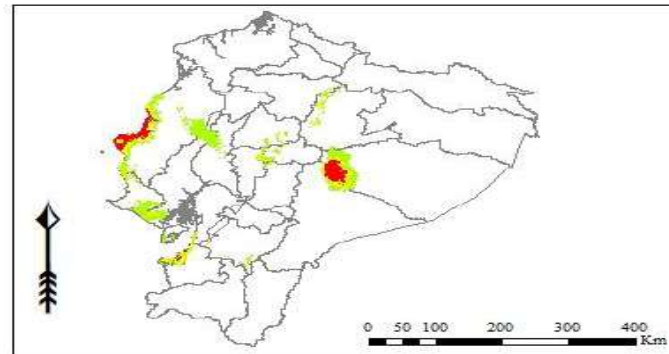
En el análisis final, se combinaron los mapas desarrollados para las décadas comprendidas entre los años 2041-2060 (década 50) y los años 2081-2100 (década 90) bajo los distintos escenarios, con el fin de evaluar el crecimiento o reducción de los diferentes rangos de distribución y sus causas. En la ilustración 4-57 se presenta un collage de estos mapas cartográficos y sus categorías, representadas en Km² en la ilustración 4-58. Es importante mencionar que en la distribución actual se han alcanzado valores de 3.816 Km² en el área de estudio, específicamente en el cantón Palora.

Para la década de los 50, comprendida entre los años 2041 – 2060, se observó un aumento en los valores de distribución en los dos escenarios analizados. En el escenario 4.5 RCP, los valores se incrementan a 12.752 Km², mientras que en el escenario 8.5 RCP alcanzan los 12.299 Km². En el escenario 4.5 RCP para la década de los 50, las ubicaciones geográficas más idóneas para la distribución de la especie en el Ecuador serán: en la provincia de Morona Santiago, los cantones Palora y Huamboya; en Pastaza, los cantones Mera y Pastaza; en Manabí, los cantones Manta, Montecristi, Jaramijó, Jipijapa, Puerto López, Portoviejo, Rocafuerte, San Vicente y Sucre; en El Oro, los cantones Machala, Santa Rosa y El Guabo. Sin embargo, en el escenario 8.5 RCP difiere del escenario 4.5 RCP, las áreas más idóneas incluyen la provincia del Guayas cantón Playas y Santa Elena cantón Salinas, además de mantener la idoneidad del hábitat en las provincias de Manabí, Pastaza y Morona Santiago.

Paredes (2021, pág. 9) destaca que la pitahaya amarilla puede sobrevivir en épocas de sequía y se desarrolla al nivel del mar desde los 308 hasta 1850 m.s.n.m., con una temperatura que oscilan entre los 18 a 26 °C y una precipitación anual de 650 a 1500 mm.

Los rangos de distribución potencial en el escenario 8.5 RCP persiguen las trayectorias donde las emisiones de CO₂ son persistentes (González, 2023, pág. 29). Esto sugiere que la pitahaya amarilla se adapta a zonas subtropicales y tropicales y es moderadamente tolerante tanto a la sombra como a la luz solar, requiriendo una exposición parcial a la luz solar y aproximadamente un 30% de sombra (Cedeño y Zambrano 2023, pág. 6). Según Santos (2022, pág. 18), la especie *Hylocereus megalanthus* se desarrolla tanto en entornos urbanos como cultivados en Ecuador, siendo los ecosistemas subtropicales de las regiones Amazónica, Costa y algunas partes de la Sierra ideales para su cultivo.

PERÍODO 2041 - 2060



LEYENDA

- Muy idóneo
- Medianamente idóneo
- Poco idóneo

PERÍODO 2081 - 2100

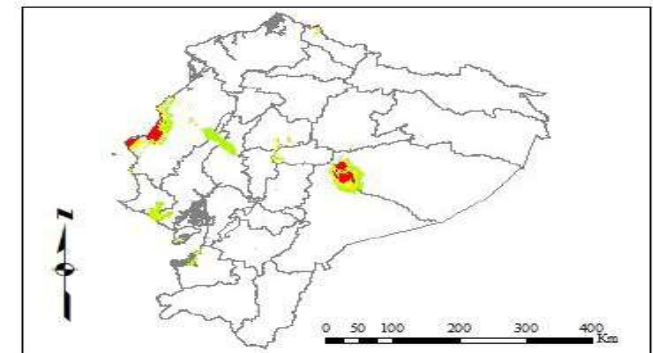
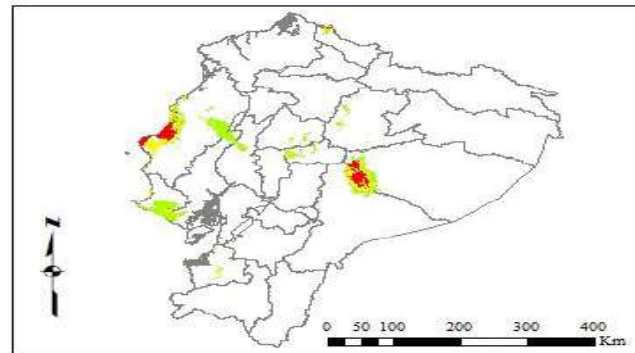


Ilustración 4-57: Comparación de la distribución potencial de *Hylocereus megalanthus* bajo los diferentes escenarios analizados.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Carrera (2023, pág. 24) destaca que la luz desempeña un rol esencial en la producción de pitahaya, ya que influye directamente en la floración, la asimilación de nutrientes presentes en el suelo y el rendimiento de la planta. Además, es crucial contar un excelente sistema de drenaje para evitar la dispersión de las enfermedades debido a la acumulación de agua.

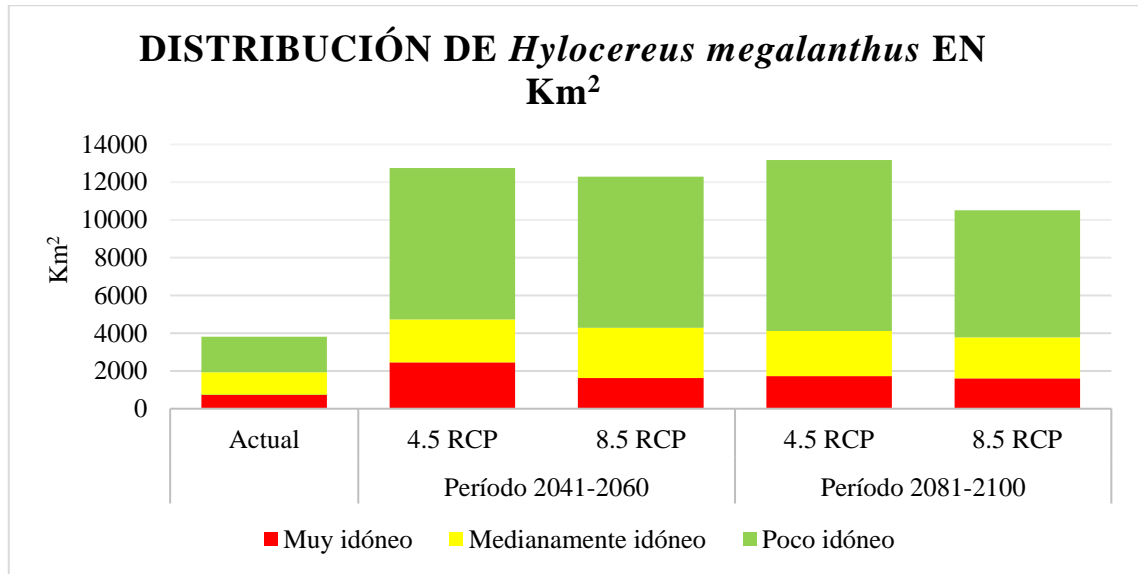


Ilustración 4-58: Comparación de los rangos de distribución actual y potencial para *Hylocereus megalanthus*.

Realizado por: Castillo G., 2024.

Para la década de los 90, comprendida entre los años 2081 – 2100, se observó una disminución en los valores de distribución de *Hylocereus megalanthus* en los dos escenarios estudiados. Las zonas más idóneas para su distribución se encuentran en las provincias de Morona Santiago y Pastaza, aunque con una extensión de área reducida. En el escenario 4.5 RCP, los valores aumentan a 13.169 Km², sugiriendo que en el futuro esta planta podría adaptarse y extenderse a una pequeña área de la cabecera cantonal de Santa Elena y a la provincia del Carchi, específicamente en el cantón Tulcán. Las zonas de proyección en Manabí, Pastaza y Morona Santiago también se mantienen. En contraste, en el escenario 8.5 RCP, el área posible de distribución disminuye a 10.510 Km² debido al cambio climático, que provoca un aumento de temperatura, el nivel de mar y otros efectos derivados de las actividades antropogénicas. Para este escenario, desaparece la proyección de distribución en la cabecera cantonal de Santa Elena y en los cantones de Puerto López, Jipijapa en Manabí. Esto coincide con los estudios de González (2023, pág. 9), que indica que, a largo plazo, el aumento de la temperatura proyectado en el escenario RCP 8.5 reducirá significativamente los hábitats idóneos y podría llevar a la extinción de especies debido a su limitada capacidad de dispersión. Sin embargo, persiste la proyección de distribución en Morona Santiago, Pastaza y Carchi, extendiéndose al margen de la frontera con Colombia.

El cambio climático se manifiesta en la Tierra a través de condiciones ambientales variables, provocando alteraciones negativas en sus propiedades fisicoquímicas y biológicas. Entre estos efectos se incluyen olas de calor más frecuentes, aumento de temperatura, aumento del nivel del mar, disminución de la temperatura y acidificación (González, 2023, pág. 11). En otra investigación, Alvarado (2014, pág. 18) menciona que esta especie crece predominantemente en climas cálidos subhúmedos y puede adaptarse a climas secos, pero no tolera bajas temperaturas (Gomez, 2023, pág. 7).

CAPÍTULO VI

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La caracterización morfológica de los frutos y semillas de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) nos permitió concluir que la variedad Palora cumple con los estándares comerciales y de exportación debido a su tamaño y peso idóneos. Sin embargo, la variedad colombiana, aunque presenta características similares, no cumple con los estándares comerciales regulados en Ecuador. El Análisis de Clúster de las variables morfológicas de las semillas destacó una mayor similitud entre el ápice y el diámetro ecuatorial de la semilla, con un 90 %. Además, se observó que las variables diámetro ecuatorial, polar y ápice de la semilla están relacionadas entre sí al 80%, y todas las variables poseen una similitud del 66%. Por otro lado, el Análisis Clúster basado en las variables determinó que todas las muestras están relacionadas al 96%, mientras que el clúster A y C están relacionados al 98%. Hubo una diferencia del 91% entre la muestra M4_1 del clúster A, B y C.

Los análisis de correlación de Spearman revelaron correlaciones positivas significativas entre el diámetro polar (DP) y diámetro ecuatorial (DE) con 0.74, tamaño del ápice de la semilla (TA) y diámetro ecuatorial de la semilla (DES) con 0.73, diámetro ecuatorial (DE) y peso del endocarpio sin semillas (PP) con 0.92, lo que indica una correlación positiva perfecta. El Análisis de Componentes Principales concluyó con el 52% de variabilidad, indicando que el componente 1 aparenta estar relacionado con el tamaño y estructura física del fruto y las semillas, mientras que el componente 2 podría estar reflejando aspectos en la calidad del fruto, grados Brix, pH, dimensiones y la madurez del fruto.

El modelamiento actual con el software Max-Ent reveló un área total de 3.816 Km², con un área muy idónea de 743 Km² que abarca las provincias de Morona Santiago (cantones Palora y Huamboya) y Pastaza (cantones Mera y Pastaza). Además, se identificó un área medianamente idónea de 1191 Km², donde el único cantón que difiere de la zona muy idónea es el cantón Pablo Sexto, perteneciente a la provincia de Morona Santiago. Por otro lado, el área poco idónea abarca 1882 Km².

En función a los escenarios para la distribución de la especie en el período 2041-2060, la trayectoria 4.5 RCP proyecta una extensión de 12.752 Km², mientras que la trayectoria 8.5 RCP

muestra una extensión de 12.299 Km². Sin embargo, en el período 2081-2100, la trayectoria 4.5 RCP proyecta una extensión de 13.169 Km² y la trayectoria 8.5 RCP de 10.510 Km². Este análisis sugiere que *Hylocereus megalanthus* podría expandirse a provincias como Santa Elena, Manabí, El Oro y Guayas durante el período 2041-2060. Sin embargo, para el período 2081-2100, esta expansión no se mantendría debido a la desaparición de ciertas áreas de distribución. En contraste, en el período 2081-2100 se proyecta la presencia de esta especie en Carchi, lo cual no ocurre en el período anterior. Esto indica una correlación de la pitahaya amarilla con zonas subtropicales y tropicales caracterizadas por alta humedad y temperatura.

5.2 Recomendaciones

Implementar nuevos modelos de distribución potencial para *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) que abarquen todas las trayectorias socioeconómicas con el fin de obtener resultados más precisos a lo largo del tiempo.

Establecer un sistema de gestión ambiental dirigido a los productores de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) con el propósito de conservar la variedad ecotipo “Palora”, preservando sus características botánicas distintivas y fomentando la economía nacional a través de su exportación.

Ampliar la cantidad de puntos de muestreo en diferentes lugares del Ecuador donde se cultiva la pitahaya amarilla, con el objetivo de desarrollar un modelamiento más homogéneo.

Realizar un análisis genético de la muestra M4_1 para determinar su grado de similitud y discernir si corresponde a una variedad, subespecie o especie diferente de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel). En caso de identificarse como una especie distinta, llevar a cabo su caracterización botánica correspondiente.

Recomendar la formulación de estrategias de adaptación para la especie en base a las proyecciones obtenidas de los modelos, dado que las zonas idóneas de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) se ven reducidas en el futuro bajo el escenario 8.5 RCP.

GLOSARIO

Polimorfismo: es un fenómeno muy común en la naturaleza y consiste en diferentes morfologías dentro de una misma especie, es decir, diferencias morfológicas muy claras entre los individuos de una misma población. Esto sucede principalmente a nivel genético, donde los genes responsables de la expresión de características morfológicas (colores, formas, tamaños, entre otros) se vuelven notables de diferentes formas entre los individuos de la población (Mederos, 2017).

Diversidad genética: es el factor más fundamental de la biodiversidad y se refiere a las modificaciones hereditarias que suceden dentro de cualquier organismo, entre individuos dentro de una población y entre poblaciones dentro de una especie bajo condiciones ambientales, estas condiciones deben ser más o menos inalterables. En este contexto, la genética y evolución de poblaciones son conceptos que se encargan de comprender, describir y proporcionar normas para la protección y conservación de la biodiversidad (Rimieri, 2017, pág. 8).

Cambio climático: es la variabilidad del sistema climático moderada por el intercambio de materia y energía entre la atmósfera, la litosfera y la biosfera, que provoca modificar a lo largo del tiempo los patrones climáticos que representan a diferentes regiones del mundo (González, 2023, pág. 11).

Nicho ecológico: es una cualidad directa de las especies y significa todas las condiciones idóneas tanto abióticas como bióticas, en la cual, se trata de la relación que existe entre los recursos naturales y la interacción con otras especies, para lograr desarrollarse y sobrevivir (Mota et al., 2019, pág. 43).

Características fenotípicas: son las diferentes características observables o rasgos físicos presentes en un individuo, tales como los diámetros, el color del epicarpio y endocarpo, entre otros. Cuyas características son consecuencia de la correlación entre los genes heredados y el ambiente en que se desarrolla el individuo (Aguilar, 2021).

Dendrograma: es un diagrama de árbol que destaca los tipos, procesos y espacios con cualidades comunes que se han utilizado recientemente en las ciencias sociales, no obstante, fomentan un diálogo entre la realidad social y la teoría, generando nuevos desafíos y estos se convierten en herramientas analíticas, siendo un concepto difícil impuesto a la realidad objeto de estudio (Tusell, 2023, pág. 42).

BIBLIOGRAFÍA

1. **ABIRAMI, K., SWAIN, S., BASKARAN, V., VENKATESAN, K., SAKTHIVEL, K. y BOMMAYASAMY, N.**, 2021. Distinguishing three Dragon fruit (*Hylocereus* spp.) species grown in Andaman and Nicobar Islands of India using morphological, biochemical and molecular traits. *Scientific Reports*, vol. 11, no. 1, ISSN 2045-2322. DOI 10.1038/s41598-021-81682-x.
2. **AGUILAR, B.**, 2021. Identificación humana: características fenotípicas y genotípicas. *Sociedad de Ciencias Forenses en Baja California* [en línea]. [consulta: 28 febrero 2024]. Disponible en: <https://socifobc.org/2021/03/08/identificacion-humana-caracteristicas-fenotipicas-y-genotipicas/>.
3. **ALVARADO, J.**, 2014. *Caracterización poscosecha de la calidad del fruto de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus undatus*)*. [en línea]. Proyecto de Investigación. Guayaquil - Ecuador: Universidad de Guayaquil. [consulta: 28 febrero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ug.edu.ec/items/6c4e41a8-2a49-4594-b356-6927db3d1efe>.
4. **ASCENCIO, J. y VEGA, L.**, 2021. *Evaluación de “*Sternula Lorata*” en la Reserva de Paracas mediante el modelo de dispersión de especies Maxent y Divagis* [en línea]. Proyecto de Investigación. Lima: Universidad Peruana Unión. [consulta: 19 febrero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/5004>.
5. **BAQUERO, F., CUESTA, F., FREILE, J.F., MERINO VITERI, A., MURIEL, P., PERALVO, M. y TORRES, O.**, 2015. Escenarios de impacto del cambio climático sobre la biodiversidad en el Ecuador continental y sus implicaciones en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. *INFOANDINA* [en línea]. [consulta: 21 enero 2024]. Disponible en: <http://infoandina.org/infoandina/node/65163>.
6. **BENITO DE PANDO, B. y PEÑAS DE GILES, J.**, 2007. Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica. En: *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, GeoFocus. International Review of Geographical Information Science and Technology*, no. 7, ISSN 1578-5157.
7. **BEYER, R. y MILAN, A.**, 2023. Cambio climático y movilidad humana - Datos cuantitativos sobre tendencias históricas mundiales y proyecciones futuras. En: ONU - Oficina Regional para Centroamérica Norteamérica y el Caribe. PRM - Población, Refugiados y Migración del Departamento de Estado de los Estados Unidos. [en línea]. Informativo - Cambio Climático y Movilidad Humana. Centroamérica Norteamérica y el Caribe: OIM. [consulta: 28 enero 2024]. 1. Disponible en:

<https://rosanjose.iom.int/es/resources/cambio-climatico-y-movilidad-humana-datos-cuantitativos-sobre-tendencias-historicas-mundiales-y-proyecciones-futuras>.

8. **BONILLA, H., LÓPEZ, A., CARBAJAL, Y. y SILES, M.,** 2016. Morphometric analysis in «tara» fruits from Yauyos and Ayacucho to identify traits of agromorphological interest. *Scientia Agropecuaria*, vol. 7, no. 3, ISSN 2077-9917. DOI 10.17268/sci.agropecu.2016.03.01.
9. **BRIGGS, D.,** 2012. The Dimensions of Colour. *The Dimensions of Colour* [en línea]. [consulta: 5 febrero 2024]. Disponible en: <http://www.huevaluechroma.com/121.php>.
10. **BRIONES, M., LAVARIEGA, M. y LIRA, I.,** 2012. Distribución actual y potencial del jaguar (*Panthera onca*) en Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 83, no. 1, ISSN 1870-3453.
11. **CAÑAR, D., CAETANO, C. y BONILLA, M.,** 2014. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y PROXIMAL DEL FRUTO DE PITAHAYA AMARILLA [*Selenicereus megalanthus* (K. SCHUM. EX VAUPEL) MORAN] CULTIVADA EN COLOMBIA. *Agronomía*, vol. 22, no. 1, ISSN 0568-3076.
12. **CARRERA, E.,** 2023. *Efectos de microorganismos eficientes (EM) en el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya (Hylocereus undatus)* [en línea]. Proyecto de Investigación. Lima - Perú: Universidad Científica del Sur. [consulta: 28 febrero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/3139>.
13. **CARRILLO, I. y MANDUJANO, M. del C.,** 2011. Patrones de distribución espacial en plantas clonales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, no. 89, ISSN 0366-2128.
14. **CEDEÑO, J. y ZAMBRANO, V.,** 2023. *Efecto de un bioestimulante proveniente de la industria azucarera sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus)* [en línea]. bachelorThesis. CALCETA - MANABÍ - ECUADOR: ESPAM MFL. [consulta: 27 febrero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2262>.
15. **CERVIN, G., SALAS, C. y OLIVARES, C.,** 2021. “*Modelo predictivo para la identificación de sitios potenciales de ocultamiento de desaparecidos en la zona centro y sur de Veracruz, México*” [en línea]. Documento de trabajo. Veracruz - México: Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial. Especialidad en Geomática. [consulta: 19 febrero 2024]. Disponible en: <http://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/324>.
16. **CEVALLOS, K.,** 2022. *Caracterización morfológica en el cultivo de pitahaya (Hylocereus spp) en el Ecuador* [en línea]. bachelorThesis. Babahoyo - Los Ríos - Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. [consulta: 23 enero 2024]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11373>.

17. **CHAQUILA, M.**, 2018. MODELAMIENTO DE ESPECIES CON MAXENT Phascolarctos Cinereus (Koala). En: Facultad de Letras y Ciencias Humanas Especialidad: Geografía y Medio Ambiente, *Potificia Univerisdad Católica del Perú*,
18. **COLORADO, F., MANJARRÉS, S., INFANTE, S. y CAMACHO, G.**, 2002. Evaluación del efecto de podas y fertilización con potasio en la inducción floral en pitahaya amarilla {*Selenicereus megalanthus* Schumman). En: Accepted: 2020-01-23T15:51:35Z, *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 5, no. 1, ISSN 0123-4226.
19. **CORREIA DA SILVA, A. de C.**, 2014. *Pitaya: melhoramento e produção de mudas* [en línea]. Proyecto de Investigación. Jaboticabal: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP. [consulta: 3 marzo 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11449/113995>.
20. **CORREIA, M.**, 2019. *CRITERIOS CONFIABLES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE MÁXIMA ENTROPÍA (MAXENT) ORIENTADOS A LA PESQUERÍA CON RED DE CERCO EN EL PACÍFICO ORIENTAL* [en línea]. Caracas - Venezuela: s.n. Boletín COFA convivencia pesquera, vol. 24. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/332383183>.
21. **CRUZ, A., TOVAR, Y. y MORILLO, Y.**, 2016. Morphological Characterization of *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran in the Province of Lengupá. *Ciencia en Desarrollo*, vol. 7, no. 2, ISSN 0121-7488.
22. **DE CERVANTES, M.**, 2024. Las coordenadas geográficas de Palora. La latitud, la longitud y la altitud sobre el nivel del mar de Palora, Ecuador. *DATEANDTIME.INFO* [en línea]. [consulta: 5 febrero 2024]. Disponible en: <https://dateandtime.info/es/citycoordinates.php?id=3653523>.
23. **DE LUNA, E.**, 2020. Integrando análisis morfométricos y filogenéticos: de la sistemática fenética a la morfometría filogenética. *Acta botánica mexicana*, no. 127, ISSN 0187-7151. DOI 10.21829/abm127.2020.1640.
24. **DEPAUW UNIVERSITY**, 2022. Análisis de conglomerados. En: Universidad de California Davis, Universidad del Estado de California y Merlot, Fundación Nacional de Ciencias, *LibreTexts ESPAÑOL* [en línea]. [consulta: 2 marzo 2024]. Disponible en: <https://espanol.libretexts.org/@go/page/69323>.
25. **DESIDERIO, J. y GONZÁLEZ, A.**, 2023. *Estudio fitoquímico y farmacognóstico del extracto hidroalcohólico de la pulpa de la Pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus)* [en línea]. Guayaquil - Ecuador: Universidad de Guayaquil. [consulta: 23 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/65547>.
26. **ESCALONA, M., JIMÉNEZ, M. y SANCHO, J.**, 2017. Modelo cartográfico del cambio espacial de suelo por subcuencas en Texcoco, Estado de México: 1977-2000. *Revista*

mexicana de ciencias agrícolas, vol. 8, no. SPE18, ISSN 2007-0934. DOI 10.29312/remexca.v8i18.222.

27. **ESCOTO, A., SÁNCHEZ, L. y GACHUZ, S.**, 2017. Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP): nuevas maneras de comprender el cambio climático y social. *Estudios demográficos y urbanos*, vol. 32, no. 3, ISSN 0186-7210; e-ISSN 2448-6515; DOI 10.24201/edu.v32i3.1684.
28. **ESTRADA, J., ROMERO, U., BECERRA, J., CZAJA, A., LÓPEZ, H., REYES, J., ÁVILA, V., CARDOZA, G. y ESTRADA, J.**, 2022. Análisis del nicho climático de *Coryphantha durangensis* (Runge ex Schum.) Britton y Rose, 1923 e identificación de zonas potenciales para su conservación ante el cambio climático. *Biotecnia*, vol. 24, no. 3, ISSN 1665-1456. DOI 10.18633/biotecnia.v24i3.1698.
29. **FERNÁNDEZ, D. y GUITART, M.**, 2005. *ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA Y ANÁLISIS DE DATOS* [en línea]. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. [consulta: 28 enero 2024]. Disponible en: <http://www1.frm.utn.edu.ar/estadistica/documentos/ed&ad.pdf>.
30. **FLORES, V., RUIZ, L., PÉREZ, G., FRUTOS, B., PRIETO, E. y MARTÍN, F.**, 2018. *Determining the patina colors applied UV-Vis-NIR spectroscopy and munsell systems in the main façade of the cathedral of Santo Domingo, Dominican Republic* [en línea]. Caceres, Spain: Universidad de Cantabria. [consulta: 17 febrero 2024]. ISBN 978-84-697-7032-0. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/211821>.
31. **GBIF.ORG**, 2024. Descargar. *GBIF* [en línea]. [consulta: 2 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.gbif.org/es/occurrence/download/0000753-240202131308920>.
32. **GÓMEZ, E., ALVARADO, G., BENÍTEZ, G., CERDÁN, C. y ESTRADA, I.**, 2021. Distribución potencial actual y futura de *Coffea arabica* L. en la subcuenca Decozalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, vol. 27, no. 2, ISSN 2448-7597, 1405-0471. DOI 10.21829/myb.2021.2722070.
33. **GÓMEZ, L.**, 2018. *Distribución potencial de Lepidópteros (Lepidoptera: Nymphalidae), bajo tres escenarios de cambio climático y un modelo de perturbación antropogénico en Colombia* [en línea]. Proyecto de Investigación. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [consulta: 20 febrero 2024]. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14978>.
34. **GOMEZ, L.**, 2023. *Dosis de ROOT-HOR, tamaño de esquejes y sustratos en la propagación vegetativa de pitahaya (Hylocereus spp.) variedad physical graffiti en condiciones controladas de la irrigación Majes* [en línea]. Proyecto de Investigación. Arequipa - Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. [consulta: 28 febrero 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12773/16809>.

35. **GONZÁLEZ, R.**, 2023. *Potenciales cambios en la distribución del caracol endémico antártico *Neobuccinum eatoni* (E.A. Smith, 1875), ante un océano cambiante.* [en línea]. Proyecto de Investigación. Concepción - Chile: Universidad de Concepción. [consulta: 28 febrero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/11517>.
36. **GOZÁ, O., FERNÁNDEZ, M., RODRÍGUEZ, R. y OJITO, E.**, 2020. Aplicación del Análisis de Componentes Principales en el proceso de purificación de un biofármaco. *Vaccimonitor*, vol. 29, no. 1, ISSN 1025-028X.
37. **GREENPEACE**, 2018. *IMÁGENES Y DATOS: Así nos afecta el cambio climático.* En: GREENPEACE [en línea]. Polonia: [consulta: 24 enero 2024]. Disponible en: <https://es.greenpeace.org/es/sala-de-prensa/informes/informe-asi-nos-afecta-el-cambio-climatico/>.
38. **HERAS, M., BARRERA, M., QUEVEDO, D. y LANDÍVAR, M.**, 2023. Potencial etnobotánico de especies forestales de interés medicinal. En: FUNDACIÓN KOINONIA (F.K). Santa Ana de Coro. Venezuela., *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, vol. 8, no. 15, ISSN 2542-3088. DOI 10.35381/r.k.v8i15.2427.
39. **HUAMANI, D. y PAUCAR, P.**, 2018. *Determinación del Contenido de Ácido Ascórbico y Capacidad Antioxidante del Fruto Liofilizado de Pitahaya Amarilla (*Hylocereus megalanthus*) y Pitahaya Roja (*Hylocereus undatus*)* [en línea]. Arequipa - Perú: Universidad Católica de Santa María. [consulta: 23 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/8275>.
40. **ILLOLDI, P. y ESCALANTE, T.**, 2008. De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. , vol. 3, no. January,
41. **INCHAUSTEGUI, R. y LIMAS, C.**, 2023. *Modelado de distribución potencial de la sachavaca (*Tapirus terrestris*) con el algoritmo MAXENT en el Parque Nacional Sierra del Divisor, departamento de Ucayali y Loreto - 2021.* [en línea]. Proyecto de Investigación. Pucallpa - Perú: Universidad Nacional de Ucayali. [consulta: 21 febrero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/6488>.
42. **JAIME, E. y VILLASEÑOR, R.**, 2023. Cactáceas en la quebrada El Coipo y sus alrededores: identificación, usos y propuesta de recuperación, Chile. En: Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE)Facultad de Ciencias Forestales, *Revista de Ciencias Forestales*, vol. 31, no. 1,2, ISSN 0328 - 0543.
43. **JIMÉNEZ, J.**, 2022. *EVALUACIÓN IN VITRO DE AISLADOS DE *Trichoderma* spp. SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Alternaria* sp., EN *Selenicereus* sp. (PITAHAYA), EN LA JOYA DE LOS SACHAS.* [en línea]. Proyecto de Investigación. El Coca - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). [consulta: 21 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5826>.

44. **JORDÁN, D., VÁSCONEZ, J., VELIZ, C. y GONZALEZ, V.,** 2009. Producción Y Exportación De La Fruta Pitahaya Hacia El Mercado Europeo. En: Facultad de Economía y Negocios, *Escuela Superior Politécnica del Litoral*,
45. **LEÓN, A. y PÉREZ, C.,** 2019. Análisis estadístico en investigaciones positivistas: medidas de tendencia central. *ORBIS: Revista Científica Electrónica de Ciencias Humanas*, vol. 15, no. 43, ISSN 1856-1594.
46. **LEOPARDI, C. y DUNO, R.,** 2010. LA ESPECIE, SU CONCEPTO Y LA MÁS RECIENTE DE LAS PROPUESTAS. *A. C.*, vol. 2, no. 130,
47. **LÓPEZ, E., LÓPEZ, A., GIL, A., MOSTACERO, J., DE LA CRUZ, A.J. y VILLENA, L.,** 2020. Fruit and seed morphometry of “ají mochero” *Capsicum chinense* Jacq. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* [en línea], vol. 21, no. 3, [consulta: 25 enero 2024]. ISSN 0122-8706. DOI 10.21930/rcta.vol21_num3_art:1598. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0122-87062020000300014&lng=en&nrm=iso&tlng=en.
48. **LÓPEZ, J., LÓPEZ, L., CRUZ, G., VIBRANS, H., VARGAS, O. y MARTÍNEZ, M.,** 2015. Modelado de los factores ambientales que determinan la distribución de especies sinantrópicas de *Physalis*. En: *ECOLOGÍA, Botanical Sciences*, vol. 93, no. 4, ISSN 2007-4476, 2007-4298. DOI 10.17129/botsci.192.
49. **LÓPEZ, S., MENDOZA, C., LÓPEZ, A., CAICEDO, M., GIL, A. y PAZOS, A.,** 2017. Caracterización morfométrica de frutos y semillas de charalina, *Casimiroa edulis* (Rutaceae). *REBIOL*, vol. 37, no. 1, ISSN 2313-3171.
50. **LOZANO, M.,** 2020. “*MODELAMIENTO ESPACIAL DE NICHOS ECOLÓGICOS PARA EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE Cedrela odorata, Cedrela montana y Cedrelinga cateniformis - AMAZONAS*” [en línea]. Proyecto de Investigación. Jaén - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. [consulta: 21 febrero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3766>.
51. **MAASS, M.,** 2003. PRINCIPIOS GENERALES SOBRE MANEJO DE ECOSISTEMAS. En: UNAM, *Centro de Investigaciones en Ecosistemas*, vol. 27, no. 3, ISSN 50890.
52. **MAATE,** 2012. *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito: Ministerio del Ambiente.
53. **MAATE,** 2023. *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Ecuador (2023 - 2027)* [en línea]. 2023. S.l.: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). [consulta: 24 enero 2024]. Disponible en: <https://www.undp.org/es/ecuador/publicaciones/plan-de-adaptacion-al-cambio-climatico-del-ecuador-2023-2027>.

54. **MACEDO, M.**, 2023. *Actividad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de *Hylocereus megalanthus* e *Hylocereus monacanthus* «pitahaya» y su efecto fotoprotector en ratones albinos (*Mus musculus*) sometidos a strees UV* [en línea]. Lima - Perú: Universidad Inca Garcilaso de la Vega. [consulta: 23 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/7433>.
55. **MACIEL, C., MANRÍQUEZ, N., OCTAVIO, P. y SÁNCHEZ, G.**, 2015. Geographical distribution of the species: a concept review. *Acta Universitaria*, vol. 25, no. 2, ISSN 0188-6266, 2007-9621. DOI 10.15174/au.2015.690.
56. **MÁLLAP, G., VILCA, N., MELÉNDEZ, J., HUAMAN, E. y OLIVA, M.**, 2022. Multiplicación in vitro de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) a partir de plántulas obtenidas in vitro. En: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Perú., *Agronomía Mesoamericana*, vol. 33, no. 1, ISSN 2215-3608. DOI <https://doi.org/10.15517/am.v33i1.45472>.
57. **MANSON, R., LÓPEZ, F., SOSA, V. y ORTEGA, A.**, 2018. *Biodiversidad y otros servicios ambientales en cafetales- Manual de mejores prácticas. (Biodiversity and other ecosystem services in coffee farms- Handbook of best practices)* [en línea]. Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN 978-607-8570-11-9. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/326722996>.
58. **MARCILLO, M. y MACÍAS, J.**, 2022. *Parámetros de calidad poscosecha de frutas comercializadas en las ferias de la Amazonía ecuatoriana.* [en línea]. Trabajo Experimental. El Coca - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/18640>.
59. **MARTÍNEZ, G.**, 2020. Alteración de ecosistemas causa de pandemia en Morelos | Noticias | Diario de Morelos. *DIARIO DE Morelos AL SERVICIO DE LA COMUNIDAD* [en línea]. [consulta: 24 enero 2024]. Disponible en: <https://www.diariodemorelos.com/noticias/alteraci-n-de-ecosistemas-causa-de-pandemia-en-morelos>.
60. **MATEO, R., FELICÍSIMO, Á. y MUÑOZ, J.**, 2011. Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista chilena de historia natural*, vol. 84, no. 2, ISSN 0716-078X. DOI 10.4067/S0716-078X2011000200008.
61. **MEDEROS, K.**, 2017. ¿Qué es el polimorfismo? Mira este artículo. *Naturaleza Tropical* [en línea]. [consulta: 20 febrero 2024]. Disponible en: <https://naturalezatropical.com/polimorfismo-especies>.
62. **MONDRAGÓN, M.**, 2014. USO DE LA CORRELACIÓN DE SPEARMAN EN UN ESTUDIO DE INTERVENCIÓN EN FISIOTERAPIA. *Movimiento científico*, vol. 8, no. 1, ISSN 2463-2236. DOI 10.33881/2011-7191.mct.08111.

63. **MONTAÑEZ, R., ESCUDERO, C. y DUQUE, Á.,** 2010. Patrones de Distribución Espacial de Especies Arbóreas en Bosques de Alta Montaña del Departamento de Antioquia, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, vol. 63, no. 2, ISSN 0304-2847.
64. **MONTEERRUBIO, T., DE LABRA, M., ORTEGA, J., CANCINO, R. y VILLASEÑOR, J.,** 2011. Distribución actual y potencial de la guacamaya verde en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 82, no. 4, ISSN 2007-8706, 1870-3453.
65. **MONTES, A., OCHOA, J., JUÁREZ, B., VAZQUEZ, M. y DÍAZ, C.,** 2021. Aplicación del coeficiente de correlación de Spearman en un estudio de fisioterapia. En: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, *Cuerpo Académico de Probabilidad y Estadística BUAP*.
66. **MORA, M., LÓPEZ, E., MOSTACERO, J., GIL, A., LÓPEZ, A., DE LA CRUZ, A. y VILLENA, L.,** 2020. MORPHOMETRY OF FRUITS AND SEEDS OF *Vallesia glabra* "CUNCUNO". En: Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza (APECO) Universidad Nacional de Trujillo Universidad Cesar Vallejo Chepén, *REBIOL*, vol. 40, no. 1, ISSN 2313-3171. DOI <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.01.09>.
67. **MORENO, J.,** 2020. *Biplots para Datos Mixtos* [en línea]. Proyecto de Investigación. Jaén - Andalucía - España: Universidad de Jaén. [consulta: 2 marzo 2024]. Disponible en: <http://crea.ujaen.es/jspui/handle/10953.1/12799>.
68. **MORENO, W. y REYES, R.,** 2022. *Simulación de modelos de distribución potencial de especies vegetales y modelado de nichos ecológicos, bajo escenarios de cambio climático de una microcuenca hidrográfica ubicada en el Distrito Metropolitano de Quito, aplicando las herramientas informáticas: RStudio, MaxEnt y ArcMap* [en línea]. bachelorThesis. Quito - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. [consulta: 20 febrero 2024]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23455>.
69. **MOTA, C., ENCARNACIÓN, A., ORTEGA, H., PRIETO, D., PENA, A. y ROJAS, O.,** 2019. Una breve introducción a los modelos de nicho ecológico. *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. [en línea]. Ciudad de México: s.n., pp. 39-63. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/339181920_Una_breve_introduccion_a_los_modelos_de_nicho_ecologico.
70. **MUÑOZ, Á.,** 2022. *Evaluación socioeconómica del sistema de producción de pitahaya (*Hylocereus undatus* y *Selenicereus megalanthus*) en el cantón Guayaquil, Ecuador* [en línea]. Guayaquil - Ecuador: Universidad de Guayaquil. [consulta: 21 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59547>.
71. **MUÑOZ, L.,** 2018. *Elaboración de un modelo predictivo de distribución potencial del cultivo *Chenopodium quinoa* Willd. Basado en necesidades edafoclimáticas con objeto de*

determinar las zonas de correcta adaptación en extremadura [en línea]. masterThesis. Badajoz: Universidad de Extremadura. [consulta: 20 febrero 2024]. Disponible en: <https://dehesa.unex.es:8443/handle/10662/7606>.

72. **NAOKI, K., GÓMEZ, I., LÓPEZ, R., MENESES, R. y VARGAS, J.,** 2006. A comparison of species distribution models to predict wildlife's potential distribution in Bolivia., vol. 41, no. 1.
73. **OLAYA, V.,** 2009. Sistemas de Información Geográfica libres y geodatos libres como elementos de desarrollo. En: Accepted: 2009-04-30T15:29:46Z, *Universitat Politècnica de Catalunya - Barcelonatech (UPC)*, no. VIII, ISSN 1885-8104.
74. **OLTHOFF, A., MARTÍNEZ-RUIZ, C. y ALDAY, J.,** 2016. Distribution patterns of shrub vs. tree species along an Atlantic-Mediterranean environmental gradient: an approach from the third Spanish National Forest Inventory data. En: Inventarios forestales para el estudio de patrones y procesos en Ecología, *Ecosistemas*, vol. 25, no. 3, ISSN 1697-2473. DOI 10.7818/ECOS.2016.25-3.03.
75. **ORTIZ, H.,** 2022. *Evaluación de dos enraizantes y tres tiempos de desaviado en dos tamaños de cladodios en la propagación de pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus)*. [en línea]. Proyecto de Investigación. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). [consulta: 23 enero 2024]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/17813>.
76. **ORTIZ, T.,** 2021. *Elaboración de polvo soluble de pitahaya (Selenicereus Megalanthus) mediante liofilización, atomización y deshidratación en estufa*. [en línea]. Trabajo Experimental. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). [consulta: 5 febrero 2024]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/17059>.
77. **PAREDES, S.,** 2021. *Fenología reproductiva de dos especies de pitahaya: roja (Hylocereus undatus Britt et Rose) y amarilla (Hylocereus megalanthus), en el cantón Rocafuerte* [en línea]. bachelorThesis - Proyecto de Investigación. CALCETA - MANABÍ - ECUADOR: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM) Calceta. [consulta: 23 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/1549>.
78. **PÉREZ, B.,** 2015. *ECOSISTEMAS* [en línea]. 2015. S.l.: CEIP - España. [consulta: 24 enero 2024]. Disponible en: <https://studylib.es/doc/6318787/tema-1.-ecosistemas-y-el-cuidado-del-medio-ambiente>.
79. **QUEREDA, J., MONTON, E. y VÁZQUEZ, V.,** 2018. La elevación de las temperaturas en el norte de la Comunidad Valenciana: valor y naturaleza (1950-2016). En: Universidad

de Alicante, *Investigaciones Geográficas*, no. 69, ISSN 0213-4691, 1989-9890. DOI 10.14198/INGEO2018.69.03.

80. **QUIROZ, G.**, 2017. *Diseño cartografico* [en línea]. Documento de Trabajo. México, CDMX. [consulta: 27 enero 2024]. Disponible en: <http://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/172>. GEOGRAFÍA
81. **REPÚBLICA DEL ECUADOR y MINISTERIO DEL AMBIENTE**, 2012. *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025* [en línea]. Quito - Ecuador. [consulta: 23 enero 2024]. Disponible en: <https://www.facilitar.io/es/recurso/documento/estrategia-nacional-cambio-climatico-del-ecuador>.
82. **RIMIERI, P.**, 2017. La diversidad genética y la variabilidad genética: dos conceptos diferentes asociados al germoplasma y al mejoramiento genético vegetal. *BAG. Journal of basic and applied genetics*, vol. 28, no. 2, ISSN 1852-6233.
83. **RIVERA, C., FUNES, K., MERINO, J. y BELTRÁN, A.**, 2022. Guía para el modelo de distribución de especies por Máxima Entropía, estudio de caso de la «lora nuca amarilla» Amazona auropalliata en El Salvador. *Revista MINERVA*, vol. 4, no. 2, DOI 10.5377/revminerva.v4i2.12402.
84. **RODRÍGUEZ, M.**, 2022. Suculentas en armonía con el agua. En: Universidad Andrés Bello - Chile. Facultad de Medicina. Escuela de Química y Farmacia., *Cuadernos Médico Sociales*, vol. 62, no. 2, DOI 10.56116/cms.v62.n2.2022.184.
85. **ROSAS, K.**, 2019. *Morfometría de frutos y semillas de dos morfotipos de cedro colorado (cedrela odorata l.) en Tingo María* [en línea]. Tingo María - Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva. [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/1467>.
86. **RUIZ, M.**, 2022. *Distribución actual y potencial de la especie Prunus serotina en los andes centrales del Ecuador, bajo escenarios de cambio climático*. [en línea]. Proyecto de Investigación. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). [consulta: 28 enero 2024]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/19616>.
87. **SÁNCHEZ, M.**, 2018. *DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN ECUADOR CONTINENTAL ANTE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO* [en línea]. Quevedo - Los Ríos - Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3171>.
88. **SÁNCHEZ, V., PETERSON, A. y ESCALANTE, P.**, 2017. El modelado de la distribución de especies y la conservación de la diversidad biológica. En: Publisher: Instituto de Biología, UNAM, *Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad* [en línea]. Víctor

Sánchez-Cordero-UNAM. México: Acta zoológica mexicana, pp. 359-379. ISBN 0187-6376. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/230709853>.

89. **SANTANA, K., ZABALA, A., VILLARROEL, K. y SARDUY, L.,** 2020. Evaluación del impacto ambiental del cultivo de la pitahaya, Cantón Palora, Ecuador. *TecnoLógicas*, vol. 23, no. 49, ISSN 2256-5337. DOI 10.22430/22565337.1621.
90. **SANTOS, J.,** 2022. *Efecto del potasio y giberelinas sobre el rendimiento y calidad de frutos de pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus)* [en línea]. Proyecto de Investigación. Chachapoyas - Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. [consulta: 28 febrero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2721>.
91. **SOBERÓN, J., OSORIO, L. y PETERSON, T.,** 2017. Diferencias conceptuales entre modelación de nichos y modelación de áreas de distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 88, no. 2, ISSN 18703453. DOI 10.1016/j.rmb.2017.03.011.
92. **SOSA, P., BATISTA, F., BOUZA, N. y GONZÁLEZ, M.,** 2002. La conservación genética de las especies vegetales amenazadas. En: Accepted: 2009-10-08T02:31:00Z, *Biología de la conservación de las plantas amenazadas*, pp. 133-160, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)
93. **TUSELL, A.,** 2023. Calidad de la democracia en América Latina, 2013-2018: una clasificación con observaciones de conglomerado y dendrograma. *Estado & comunes, revista de políticas y problemas públicos*, vol. 2, no. 17, ISSN 2477-9245. DOI 10.37228/estado_comunes.v2.n17.2023.325.
94. **VARELA, S., TERRIBLE, L., DE OLIVEIRA, G., DINIZ, J., GONZÁLEZ, J. y LIMA, M.,** 2015. ecoClimate, a new open-access repository with variables for the past, present and future climatic scenarios. En: Open Access bajo los términos de Creative Commons attribution Non Comercial License 3.0., *Ecosistemas*, vol. 24, no. 3, ISSN 1697-2473. DOI 10.7818/ECOS.2015.24-3.11.
95. **VARGAS, K. y LÓPEZ, R.,** 2020. *Guía Técnica del cultivo de pitahaya (Hylocereus megalanthus) en la región Amazonas* [en línea]. Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA Equipo Técnico de Edición y Publicaciones. Lima - Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria. [consulta: 29 enero 2024]. ISBN 978-9972-44-046-5. Disponible en: <https://pgc-snia.inia.gob.pe:8443/jspui/handle/inia/1052>.
96. **VARGAS, Y., PICO, J., DÍAZ, A., SOTOMAYOR, D., BURBANO, A., CAICEDO, C., PAREDES, N., CONGO, C., TINOCO, L., BASTIDAS, S., CHUQUIMARCA, J., MACAS, J. y VIERA, W.,** 2020. *Manual del Cultivo de Pitahaya para la Amazonía Ecuatoriana* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 21 enero 2024]. ISBN 978-9942-22-489-7. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5551>.

97. **VERONA, A., URCIA, J. y PAUCAR, L.,** 2020. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Culture, physicochemical characteristics, nutritional composition, and bioactive compounds. *Scientia Agropecuaria*, vol. 11, no. 3, DOI 10.17268/sci.agropecu.2020.03.16.
98. **VILLASEÑOR, J. y TÉLLEZ, O.,** 2004. Distribución potencial de las especies del género *Jefea* (Asteraceae) en México. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. Serie Botánica*, vol. 75, no. 2, ISSN 0185-254X, 0374-5511.

ANEXOS

ANEXO A: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DEL FRUTO (1).

Distribución actual y potencial en el Ecuador de la especie <i>Hylocereus megalanthus</i> bajo escenarios de cambio climático									
MUESTRAS	FRUTOS	DIÁMETRO POLAR (mm)	DIÁMETRO ECUATORIAL (mm)	BRÁCTEAS	PESO TOTAL (g)	ALVEOLO (mm)	C. M. DEL EPICARPIO VALUE/CHROMA	SABOR	
								AGRADABLE	DESAGRADABLE
1	F1_1	74,25	69,34	39	158,23	8,15	8/12	x	
	F1_2	90,92	75,80	36	254,43	4,12	8/12	x	
2	F2_1	76,46	58,45	34	108,29	7,24	8/12	x	
	F2_2	105,50	81,72	34	282,92	8,94	8/12	X	
3	F3_2	123,41	83,61	32	389,79	13,63	8/12	X	
	F4_1	83,07	79,38	25	292,98	6,96	8/14	X	
4	F4_2	116,36	106,35	35	596,47	13,58	8/14	X	
	F4_3	105,42	102,68	32	465,84	8,43	8/14	X	
	F5_1	132,40	89,86	26	510,41	14,78	8/14	X	
5	F5_2	115,07	88,39	28	413,88	8,84	8/14	X	
	F6	89,03	86,74	34	375,66	8,37	8/12	x	
7	F7	110,27	93,15	37	445,55	8,11	8/14	x	
8	F8	115,24	92,17	44	456,03	6,80	8/12	X	
9	F9	114,16	88,02	37	408,82	6,70	8/12	X	
10	F10_1	101,14	86,27	35	383,65	10,07	8/14	x	
	F11_1	88,04	70,84	32	232,50	9,60	8/12	X	
11	F11_2	77,43	62,78	36	176,92	7,98	8/12	X	
	F11_3	76,48	67,90	38	150,78	6,01	8/12	X	
	F11_4	62,06	50,34	34	68,97	6,97	8/10		X
	F12_1	120,68	87,40	40	384,51	9,14	8/14	X	
12	F12_2	97,67	74,54	36	216,10	6,01	8/14	X	
	F12_3	90,99	65,08	38	165,04	8,21	8/14	X	
	F12_4	62,47	49,36	40	70,93	5,26	8/12	X	
	F13_1	95,44	80,51	46	234,79	10,73	8/14	X	
13	F13_2	91,76	76,97	34	216,27	11,52	8/14	X	
	F13_3	82,97	68,03	40	157,37	10,14	8/12	X	
	F14_1	105,05	69,35	37	246,05	11,83	8/14	X	
14	F14_2	89,23	72,49	40	170,48	7,62	8/10	X	
	F15_1	106,09	92,66	37	434,11	6,78	8/10	X	
15	F15_2	35,27	72,65	39	313,32	5,68	8/12	X	
	F15_3	85,92	66,34	41	138,54	5,50	8/10	X	
	F16_1	115,02	86,58	34	444,94	12,27	8/14	X	
16	F16_2	126,79	86,32	32	433,94	10,49	8/12	X	
	F17_1	122,59	100,31	42	544,46	4,97	8/14	X	
17	F17_2	66,70	54,08	41	65,32	4,18	8/12	X	
	F18_1	108,96	79,39	31	341,35	6,95	8/14	X	
	F18_2	99,08	78,36	33	326,64	8,14	8/14	X	
	F18_3	102,87	82,94	34	333,23	11,98	8/14	X	
	F18_4	98,24	80,91	34	324,20	10,81	8/14	X	
18	F18_5	102,80	87,20	34	316,10	7,99	8/14	X	
	F19_1	113,77	83,12	33	353,90	9,44	8/10	X	
	F19_2	109,22	81,14	38	371,38	7,50	8/10	X	
	F19_3	98,03	82,69	35	305,08	6,79	8/10	X	
	F20_1	86,60	70,02	35	227,27	8,35	8/14	X	
20	F20_2	63,61	49,83	41	66,27	4,68	8/8	X	
	F21_1	106,66	79,95	40	301,29	6,93	8/14	X	
	F21_2	103,29	77,66	33	281,10	6,56	8/12	X	
22	F22_1	92,93	74,54	50	236,43	4,62	8/12	X	
	F22_2	93,36	73,59	56	212,00	7,53	8/12	X	
23	F23_1	96,94	74,48	36	222,44	9,00	8/12	X	
	F23_2	104,53	68,35	35	256,71	8,87	8/14	X	
24	F24_1	111,57	85,45	42	388,33	6,83	8/12	X	
	F24_2	106,62	80,19	38	283,81	9,62	8/12	X	
25	F25_1	104,64	77,69	38	144,54	5,55	8/10	X	
	F25_2	69,34	53,09	42	53,26	7,57	8/10	X	

ANEXO B: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DEL FRUTO (2).

Distribución actual y potencial en el Ecuador de la especie <i>Hylocereus megalanthus</i> bajo escenarios de cambio climático									
MUESTRAS	FRUTOS	C. MUNSELL DEL ENDOCARPIO VALUE/CROMA	PESO DE 10 SEMILLAS CON MUCÍLAGO (g)	PESO DE 10 SEMILLAS SIN MUCÍLAGO (g)	PESO TOTAL DEL MUCÍLAGO (g)	PESO TOTAL DEL ENDOCARPIO (g)	GRADOS BRIX	pH	PESO DEL ENDOCARPIO SIN SEMILLA (g)
1	F1_1	9/4	0,52	0,10	0,42	95,26	15	6,13	71,61
	F1_2	9/0	1,49	0,11	1,37	153,98	16	6,61	103,18
2	F2_1	9/0	0,91	0,09	0,82	58,39	13	6,46	47,19
	F2_2	9/0	0,55	0,10	0,45	180,24	15,50	6,95	124,56
3	F3_1	9/0	0,70	0,09	0,61	196,42	16,50	6,12	157,90
	F3_2	9/0	0,69	0,12	0,57	171,15	14	4,53	149,76
4	F4_1	9/0	0,69	0,07	0,62	341,64	15	6,14	275,48
	F4_2	9/0	0,76	0,09	0,67	313,89	13,50	5,72	252,59
	F4_3	9/0	0,63	0,10	0,53	332,54	16,50	6,65	266,25
5	F5_1	9/0	0,62	0,08	0,54	243,38	16	6,15	197,39
	F5_2	9/0	0,79	0,11	0,67	263,23	15	6,66	167,13
6	F6	9/0	0,58	0,12	0,46	333,55	16	6,84	235,99
7	F7	9/0	0,73	0,10	0,64	297,75	19	4,65	195,17
8	F8	9/0	0,70	0,11	0,60	270,37	19	4,44	175,72
9	F9	9/0	0,67	0,11	0,56	208,24	18,5	3,88	133,56
10	F10_1	8/0	0,90	0,11	0,78	150,63	17	4,41	92,18
11	F11_1	8/2	0,56	0,09	0,47	106,64	19	4,23	75,92
	F11_2	7/0	0,54	0,07	0,47	89,85	15,5	4,38	66,58
	F11_3	8/0	0,46	0,09	0,37	33,70	14,5	4,16	27,10
12	F12_1	8/0	0,70	0,10	0,60	261,44	18	4,33	176,25
	F12_2	7/2	0,51	0,11	0,40	132,42	18	4,27	99,58
	F12_3	7/2	0,53	0,12	0,41	92,69	17	4,08	69,21
13	F12_4	8/4	0,35	0,10	0,25	39,36	13,5	3,90	33,92
	F13_1	8/0	0,70	0,11	0,59	141,70	19	4,06	102,78
	F13_2	8/0	0,70	0,12	0,58	135,95	16	4,12	96,98
14	F13_3	8/0	0,79	0,13	0,66	98,27	15	4,20	73,34
	F14_1	7/0	0,76	0,13	0,62	148,79	17	4,01	106,75
	F14_2	7/2	0,56	0,11	0,45	96,24	16,50	3,93	75,65
15	F15_1	9/0	0,69	0,10	0,59	281,76	17,50	4,62	181,67
	F15_2	8/0	0,75	0,12	0,63	128,27	17,50	4,37	94,72
	F15_3	8/0	0,45	0,12	0,33	80,93	16	4,31	65,63
16	F16_1	8/0	0,92	0,11	0,81	288,69	17	4,30	170,82
	F16_2	8/0	0,65	0,12	0,53	312,23	18,50	4,36	193,12
17	F17_1	9/0	0,71	0,12	0,59	375,58	18,50	4,51	254,47
	F17_2	8/2	0,31	0,12	0,18	34,22	13,50	4,30	31,49
	F18_1	9/0	0,57	0,09	0,49	240,36	17	4,46	161,15
18	F18_2	9/0	0,66	0,09	0,58	227,55	17,50	4,52	156,10
	F18_3	9/0	0,57	0,09	0,49	234,94	13	4,59	153,88
	F18_4	9/0	0,59	0,09	0,50	224,61	17	4,47	147,21
19	F18_5	9/0	0,64	0,09	0,55	219,07	15	4,56	147,94
	F19_1	9/0	0,68	0,10	0,58	245,28	17	4,34	174,72
	F19_2	9/0	0,56	0,10	0,46	247,86	15	4,24	175,61
20	F19_3	9/0	0,53	0,09	0,43	210,42	15,5	4,26	146,10
	F20_1	8/2	0,74	0,09	0,65	152,52	18	4,40	95,63
	F20_2	8/4	0,57	0,12	0,44	39,64	16	4,20	32,87
21	F21_1	8/0	0,58	0,09	0,49	203,57	18	4,46	144,98
	F21_2	8/0	0,47	0,10	0,37	199,42	18	4,63	145,04
	F22_1	8/0	0,53	0,07	0,46	198,01	17,50	4,46	142,04
22	F22_2	8/0	0,53	0,09	0,44	149,36	19	4,57	98,34
	F23_1	8/0	0,86	0,12	0,74	132,53	14	4,40	91,08
	F23_2	8/0	0,83	0,12	0,71	154,88	16,50	4,34	101,29
24	F24_1	9/0	0,89	0,11	0,78	288,24	19	4,62	197,02
	F24_2	8/0	0,96	0,13	0,83	184,39	18	4,49	128,02
25	F25_1	8/0	0,60	0,10	0,50	159,04	17,50	4,49	110,61
	F25_2	8/2	0,59	0,11	0,48	41,71	16	4,13	34,00

ANEXO C: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DEL FRUTO (3).

Distribución actual y potencial en el Ecuador de la especie <i>Hylocereus megalanthus</i> bajo escenarios de cambio climático												
MUESTRAS	FRUTOS	PESO TOTAL DE SEMILLAS (g)	MADUREZ			PESO DEL EPICARPIO	GROSOR DEL EPICARPIO	DISTANCIA ENTRE PUNTAS DE BRÁCTEAS (mm)				Espinas
			M1	M2	M3			D1	D2	D3	D4	
1	F1_1	23,14	1,41	1,61	2,03	58,07	4,68	27,18	46,18	28,88	20,86	
	F1_2	49,31	1,75	1,65	1,64	97,37	4,41	27,05	38,37	36,12	21,54	
2	F2_1	10,29	1,26	1,58	1,41	49,33	3,53	21,86	25,49	36,02	17,95	
	F2_2	55,14	1,34	2,31	1,86	99,55	4,87	30,79	27,56	38,49	19,27	
3	F3_2	37,83	1,91	1,55	1,99	163,07	7,46	42,90	63,51	39,44	37,64	
	F4_1	20,70	1,53	1,34	1,62	81,32	4,51	31,61	33,97	59,57	23,22	
4	F4_2	65,47	1,82	1,91	2,24	163,90	8,10	47,85	51,42	43,86	28,92	
	F4_3	60,53	1,39	1,66	1,61	149,74	7,55	35,29	49,85	49,16	18,79	
	F5_1	65,66	1,90	1,51	1,34	122,05	5,65	46,85	42,27	61,92	32,72	
5	F5_2	45,38	1,55	2,01	1,51	114,96	5,05	31,27	31,67	43,17	41,85	
	F6	95,32	1,73	1,67	0,97	105,03	4,32	36,99	31,11	28,53	28,02	
7	F7	96,99	2,45	2,73	2,70	106,21	5,20	38,42	34,95	61,69	17,30	
8	F8	102,57	2,39	2,15	1,73	156,19	7,26	27,19	39,68	42,56	22,71	12
9	F9	94,65	1,32	1,45	1,56	134,15	5,26	30,45	33,86	41,70	25,49	12
10	F10_1	74,68	2,14	2,21	2,13	173,26	8,33	35,97	31,10	37,57	23,88	11
	F11_1	58,46	1,73	1,17	1,49	80,94	6,17	28,80	31,24	27,95	17,58	9
11	F11_2	30,72	1,64	1,74	1,39	68,39	3,68	38,89	24,65	32,45	32,13	9
	F11_3	23,27	1,96	1,74	1,52	60,61	4,85	20,21	24,62	17,98	15,76	9
	F11_4	6,60	1,80	1,87	1,56	32,04	4,47	18,50	23,20	19,28	22,06	9
	F12_1	85,19	2,13	1,69	1,80	121,32	4,77	37,44	31,17	35,87	28,19	8
12	F12_2	32,83	1,58	1,30	1,69	81,84	4,50	38,28	32,79	26,50	17,77	9
	F12_3	23,47	1,35	1,71	1,95	71,14	5,19	29,21	42,86	27,13	25,88	10
	F12_4	5,44	1,55	1,86	1,40	30,68	3,36	21,20	32,61	29,80	15,04	10
	F13_1	38,93	1,75	2,82	2,15	82,02	3,79	30,87	24,33	18,19	13,43	10
13	F13_2	38,97	2,30	2,84	1,93	77,71	4,86	26,58	29,02	33,92	24,68	8
	F13_3	24,92	2,24	2,22	1,88	58,08	4,64	35,31	20,68	24,45	22,75	9
	F14_1	42,03	1,74	2,14	1,96	95,54	5,11	27,43	28,42	34,36	29,78	13
14	F14_2	20,59	2,10	2,06	2,13	71,57	5,26	26,15	21,80	18,58	24,67	11
	F15_1	100,09	1,27	1,75	1,26	150,65	4,78	33,59	28,57	39,33	27,97	9
15	F15_2	33,54	1,35	1,21	1,19	83,58	4,36	35,45	23,65	29,70	18,68	13
	F15_3	15,30	1,28	1,35	1,33	56,76	4,52	24,48	30,31	21,79	18,09	13
	F16_1	117,87	3,48	2,84	2,50	141,59	5,35	45,81	63,20	39,63	27,41	14
16	F16_2	119,11	3,85	2,97	3,11	123,53	5,36	56,17	38,21	43,38	44,93	8
	F17_1	121,11	1,62	1,21	2,50	159,28	5,24	44,91	37,73	26,33	18,33	12
17	F17_2	2,73	1,63	1,33	1,36	30,53	4,06	16,65	19,79	17,08	13,79	12
	F18_1	79,21	2,76	2,01	2,38	106,39	5,11	48,29	32,68	53,47	24,39	12
18	F18_2	71,45	1,49	1,57	1,42	99,52	4,48	34,03	49,80	54,58	33,45	12
	F18_3	81,06	1,83	1,73	2,04	94,71	4,90	30,88	30,09	38,34	18,19	12
	F18_4	77,40	1,47	1,25	1,32	96,59	4,30	47,15	30,16	41,22	30,88	9
	F18_5	71,13	1,99	1,69	1,58	95,47	5,23	48,58	27,16	42,87	25,30	9
	F19_1	70,56	1,51	1,27	1,67	110,29	5,16	32,12	32,43	36,40	24,96	9
19	F19_2	72,25	1,74	1,96	1,49	119,46	6,20	32,66	29,77	38,64	26,29	9
	F19_3	64,32	1,71	1,40	1,87	90,29	4,02	32,95	37,18	25,50	18,15	7
	F20_1	56,89	1,80	1,69	1,49	74,20	4,57	43,78	34,64	32,96	24,50	11
20	F20_2	6,77	1,46	1,98	1,82	26,08	3,54	29,21	34,34	17,53	13,90	11
	F21_1	58,59	1,55	1,54	1,93	94,80	4,52	30,00	27,88	20,20	13,50	13
21	F21_2	54,38	1,96	1,63	1,65	78,44	4,18	26,22	34,92	19,31	17,03	13
	F22_1	55,98	1,61	2,07	1,99	57,80	3,85	28,85	18,83	20,51	21,49	9
22	F22_2	51,01	2,49	2,09	2,19	59,35	3,06	23,31	21,73	17,14	12,07	9
	F23_1	41,46	2,20	1,77	1,42	88,98	5,04	29,10	20,39	23,36	22,58	14
	F23_2	53,59	2,41	2,04	2,09	100,85	5,30	42,42	26,35	28,80	37,06	10
24	F24_1	91,23	2,20	1,64	1,97	114,47	4,52	42,87	29,73	32,04	21,44	14
	F24_2	56,37	1,66	1,55	1,27	94,44	5,42	34,58	27,81	26,64	21,14	10
	F25_1	48,43	1,24	1,54	1,31	83,81	4,36	42,12	36,81	29,85	17,75	10
25	F25_2	7,71	1,76	1,51	1,44	34,05	4,00	17,27	19,19	15,63	15,31	8

ANEXO D: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DE LAS SEMILLAS (1).

SEMILLAS				
REPETICIONES	PERÍMETRO (mm)	DIÁMETRO POLAR (mm)	DIÁMETRO ECUATORIAL (mm)	ÁPICE (mm)
MI_1_1	16,429	5,974	3,549	1,783
MI_1_2	17,070	6,172	3,777	2,425
MI_1_3	17,128	6,531	3,607	1,909
MI_1_4	19,013	6,582	4,212	1,843
MI_1_5	17,609	6,658	4,065	1,842
MI_1_6	16,342	6,635	2,783	1,880
MI_1_7	16,451	5,834	3,372	1,183
MI_1_8	17,016	6,453	3,352	1,725
MI_1_9	16,042	6,279	3,372	1,744
MI_1_10	16,320	6,203	3,645	1,763
MI_2_1	14,777	5,723	3,243	1,764
MI_2_2	12,604	4,792	2,739	1,512
MI_2_3	14,460	5,548	3,242	1,920
MI_2_4	12,949	4,912	2,803	1,571
MI_2_5	15,634	6,011	3,223	1,608
MI_2_6	14,727	5,731	2,768	1,186
MI_2_7	15,279	5,934	3,052	1,809
MI_2_8	16,419	6,244	3,182	2,014
MI_2_9	15,717	6,190	3,445	2,289
MI_2_10	14,779	5,609	3,053	1,474
M2_1_1	16,726	6,537	3,586	2,429
M2_1_2	17,920	6,657	4,198	2,140
M2_1_3	17,512	6,405	3,801	2,118
M2_1_4	16,078	5,992	3,646	1,711
M2_1_5	16,377	6,202	3,790	2,389
M2_1_6	13,898	5,276	3,101	1,776
M2_1_7	15,430	5,716	3,512	1,996
M2_1_8	15,429	5,802	3,631	2,330
M2_1_9	17,099	6,467	4,088	2,449
M2_1_10	15,955	6,037	3,790	1,757
M2_2_1	16,503	6,395	3,671	2,527
M2_2_2	16,016	6,039	3,711	1,818
M2_2_3	17,876	6,738	4,036	2,096
M2_2_4	16,759	6,483	3,438	2,286
M2_2_5	15,751	5,880	3,692	2,329
M2_2_6	16,701	6,316	3,790	1,776
M2_2_7	15,410	5,967	3,635	1,767
M2_2_8	16,210	6,240	3,572	1,342
M2_2_9	16,857	6,321	3,921	1,859
M2_2_10	17,497	6,499	4,216	1,259
M3_1_1	17,006	6,609	3,555	2,380
M3_1_2	16,346	6,273	3,642	1,720
M3_1_3	16,808	6,421	3,865	2,084
M3_1_4	17,063	6,657	3,725	2,206
M3_1_5	17,298	6,596	4,320	2,287
M3_1_6	16,886	6,623	3,811	2,489
M3_1_7	16,062	6,039	3,949	2,235
M3_1_8	16,842	6,606	3,641	2,627
M3_1_9	14,926	5,795	3,442	2,309
M3_1_10	16,066	6,104	3,888	2,285
M3_2_1	15,434	6,063	3,165	1,832
M3_2_2	16,391	5,798	4,522	2,282
M3_2_3	16,544	6,304	3,763	1,821
M3_2_4	18,066	6,895	3,739	2,129
M3_2_5	14,836	5,651	3,542	2,083
M3_2_6	13,985	5,519	3,002	1,926
M3_2_7	14,267	5,712	3,053	2,137

M3_2_8	12,037	4,762	2,577	1,808
M3_2_9	11,814	4,555	2,456	1,783
M3_2_10	11,075	4,197	2,614	1,417
M4_1_1	11,726	4,426	2,679	1,620
M4_1_2	11,188	4,330	2,582	1,523
M4_1_3	11,903	4,400	2,891	1,700
M4_1_4	12,640	4,580	3,164	1,718
M4_1_5	11,282	4,407	2,534	1,540
M4_1_6	12,882	5,039	2,928	2,171
M4_1_7	12,347	4,847	2,806	1,620
M4_1_8	10,302	3,749	2,676	1,283
M4_1_9	12,310	4,604	3,019	1,459
M4_1_10	13,095	4,941	3,175	1,379
M4_2_1	15,909	6,133	3,562	2,435
M4_2_2	16,677	6,479	3,874	2,634
M4_2_3	14,669	5,656	3,250	1,883
M4_2_4	15,483	6,056	3,314	1,809
M4_2_5	15,955	6,085	3,966	1,953
M4_2_6	14,262	5,588	3,146	1,639
M4_2_7	12,802	4,746	3,200	1,156
M4_2_8	15,921	5,943	3,838	1,563
M4_2_9	15,283	5,725	3,569	1,736
M4_2_10	14,756	5,729	3,237	2,346
M4_3_1	15,406	5,917	3,391	1,571
M4_3_2	14,839	5,648	3,553	2,493
M4_3_3	15,460	5,842	3,590	2,050
M4_3_4	15,793	6,031	3,294	1,692
M4_3_5	15,786	6,182	2,996	1,563
M4_3_6	16,128	6,154	3,910	1,443
M4_3_7	15,903	5,920	3,891	1,771
M4_3_8	13,687	5,401	3,015	1,469
M4_3_9	16,621	6,412	3,715	2,102
M4_3_10	15,639	6,022	3,341	1,952
M5_1_1	14,839	5,755	3,127	1,562
M5_1_2	14,010	5,327	3,239	2,182
M5_1_3	14,591	5,658	3,361	1,611
M5_1_4	16,113	6,159	3,765	2,171
M5_1_5	14,154	5,321	3,326	1,539
M5_1_6	16,084	6,135	3,847	2,069
M5_1_7	16,614	6,428	3,587	2,206
M5_1_8	13,846	5,414	3,073	2,122
M5_1_9	17,644	6,664	4,120	2,481
M5_1_10	15,600	5,982	3,289	2,532
M5_2_1	15,448	6,171	3,261	1,996
M5_2_2	15,366	5,810	3,473	1,999
M5_2_3	17,011	6,564	3,803	2,377
M5_2_4	13,787	5,306	3,068	1,534
M5_2_5	16,004	6,225	3,428	2,354
M5_2_6	13,630	5,501	2,492	0,949
M5_2_7	13,925	5,378	2,891	1,415
M5_2_8	16,415	6,336	3,995	2,333
M5_2_9	16,901	6,363	3,775	2,202
M5_2_10	16,533	6,113	4,272	1,997
M6_1	17,224	3,942	2,151	1,190
M6_2	15,867	6,228	3,396	1,796
M6_3	17,024	6,530	3,597	2,177
M6_4	15,525	5,870	3,527	2,018
M6_5	14,412	5,660	3,100	1,628
M6_6	16,190	6,187	3,066	2,416
M6_7	15,602	5,810	3,276	1,924
M6_8	15,547	5,818	3,217	1,570
M6_9	15,809	6,224	3,780	1,997

M6_10	16,061	6,119	3,248	2,152
M7_1	16,567	6,415	3,689	2,035
M7_2	17,676	6,790	3,657	1,805
M7_3	16,958	6,443	4,096	2,238
M7_4	16,844	6,555	3,581	1,388
M7_5	15,440	5,950	3,370	1,909
M7_6	16,619	6,123	3,647	1,550
M7_7	16,852	6,543	3,583	2,098
M7_8	16,016	6,108	3,627	1,865
M7_9	15,694	6,036	3,642	2,247
M7_10	17,436	6,453	3,924	2,226
M8_1	20,179	7,691	4,462	3,343
M8_2	17,229	6,646	3,995	2,754
M8_3	16,138	6,388	3,361	2,416
M8_4	15,470	6,030	3,383	2,774
M8_5	15,716	6,230	3,500	2,216
M8_6	17,178	6,352	3,597	2,671
M8_7	16,831	6,444	3,467	2,262
M8_8	17,553	6,753	3,473	2,551
M8_9	17,137	6,558	3,784	1,720
M8_10	14,604	5,902	2,731	2,093
M9_1	15,011	5,953	3,340	2,374
M9_2	16,128	6,157	3,614	2,459
M9_3	17,540	6,673	4,244	2,671
M9_4	17,297	6,756	3,929	2,647
M9_5	17,643	6,859	4,034	2,692
M9_6	17,869	6,703	4,564	2,295
M9_7	16,708	6,317	4,116	2,542
M9_8	17,616	6,640	4,370	2,522
M9_9	16,908	6,724	3,404	1,710
M9_10	15,303	6,060	3,389	2,256
M10_1_1	16,316	6,391	3,595	2,229
M10_1_2	17,251	6,490	3,994	2,458
M10_1_3	16,599	6,143	3,783	2,609
M10_1_4	17,197	6,625	4,035	2,438
M10_1_5	16,909	6,414	3,971	2,920
M10_1_6	17,238	6,632	4,076	2,354
M10_1_7	17,598	6,640	4,079	2,124
M10_1_8	16,740	6,555	3,488	2,353
M10_1_9	17,133	6,272	4,041	2,427
M10_1_10	15,282	5,912	3,431	2,227
M10_2_1	17,252	6,676	4,097	2,781
M10_2_2	16,763	6,408	3,763	2,753
M10_2_3	15,872	6,120	3,743	2,022
M10_2_4	17,304	6,289	4,386	2,101
M10_2_5	17,029	6,518	4,076	2,338
M10_2_6	16,977	6,348	4,009	2,523
M10_2_7	17,323	6,724	3,950	2,480
M10_2_8	16,543	6,403	3,594	2,803
M10_2_9	17,189	6,462	4,265	2,148
M10_2_10	17,019	6,513	4,077	2,227
M11_1_1	16,449	6,255	4,014	2,064
M11_1_2	16,799	6,498	3,872	2,591
M11_1_3	16,756	6,341	3,996	2,122
M11_1_4	16,874	6,443	3,950	2,606
M11_1_5	16,229	6,371	3,677	2,398
M11_1_6	16,939	6,507	3,937	2,434
M11_1_7	17,342	6,766	3,656	2,536
M11_1_8	16,850	6,398	3,856	2,705
M11_1_9	15,678	6,161	3,363	2,690
M11_1_10	17,096	6,450	3,803	2,626

ANEXO E: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DE LAS SEMILLAS (2).

SEMILLAS				
REPETICIONES	PERÍMETRO (mm)	DIÁMETRO POLAR (mm)	DIÁMETRO ECUATORIAL (mm)	ÁPICE (mm)
M11_2_1	16,938	6,587	3,905	2,920
M11_2_2	17,155	6,507	3,972	2,452
M11_2_3	16,796	6,541	3,877	3,530
M11_2_4	17,459	6,566	4,121	2,521
M11_2_5	13,393	4,981	2,338	1,817
M11_2_6	17,784	6,748	3,950	2,879
M11_2_7	17,782	6,499	4,433	2,922
M11_2_8	17,804	6,617	4,217	2,479
M11_2_9	17,200	6,710	3,792	2,936
M11_2_10	15,910	6,322	3,303	2,613
M11_3_1	16,918	6,480	3,826	2,857
M11_3_2	16,434	6,280	3,698	2,542
M11_3_3	16,420	6,454	3,362	3,047
M11_3_4	16,234	6,290	3,529	2,401
M11_3_5	16,728	6,469	3,684	2,142
M11_3_6	16,710	6,434	3,680	2,114
M11_3_7	15,834	6,069	3,634	2,119
M11_3_8	17,986	6,713	3,845	2,563
M11_3_9	17,154	6,989	2,984	3,194
M11_3_10	16,953	6,450	3,385	2,626
M11_4_1	16,738	6,489	3,682	2,326
M11_4_2	16,629	6,219	4,034	2,584
M11_4_3	16,635	5,996	3,765	2,513
M11_4_4	16,125	6,262	3,637	2,160
M11_4_5	17,561	6,814	3,656	2,820
M11_4_6	18,298	6,576	4,246	2,093
M11_4_7	17,541	6,819	3,719	2,652
M11_4_8	17,440	6,736	3,893	2,407
M11_4_9	18,123	6,748	4,131	2,648
M11_4_10	16,466	6,351	3,962	2,531
M12_1_1	17,131	6,534	3,426	2,681
M12_1_2	16,418	6,318	3,742	2,717
M12_1_3	17,120	6,607	3,617	2,597
M12_1_4	17,481	6,749	3,612	3,033
M12_1_5	17,683	6,571	3,980	2,487
M12_1_6	15,851	6,111	3,181	2,598
M12_1_7	18,037	6,827	3,875	2,665
M12_1_8	16,135	6,514	2,971	2,623
M12_1_9	17,045	6,468	4,207	2,663
M12_1_10	15,146	6,014	2,942	2,659
M12_2_1	16,282	6,017	4,139	2,545
M12_2_2	16,446	6,592	3,470	2,669
M12_2_3	17,462	6,689	4,036	3,119
M12_2_4	17,613	6,489	4,118	2,521
M12_2_5	17,755	6,749	4,034	2,796
M12_2_6	16,317	6,322	3,639	2,815
M12_2_7	17,935	6,792	4,245	2,752
M12_2_8	17,687	6,555	4,391	2,479
M12_2_9	16,320	5,925	3,48	2,241
M12_2_10	16,866	6,609	3,806	2,579
M12_3_1	17,328	6,661	4,016	2,621
M12_3_2	17,894	6,735	4,080	2,093
M12_3_3	17,277	6,517	4,172	2,605
M12_3_4	17,600	6,686	4,019	2,538
M12_3_5	16,859	6,553	3,953	2,541
M12_3_6	17,964	6,876	4,123	2,748
M12_3_7	17,450	6,859	3,826	2,923

M12_3_8	17,518	6,686	3,954	2,554
M12_3_9	16,753	6,390	4,006	2,368
M12_3_10	16,154	6,255	3,488	2,458
M12_4_1	17,306	6,526	3,847	2,293
M12_4_2	16,106	6,182	4,054	2,173
M12_4_3	18,136	6,798	4,357	2,642
M12_4_4	17,415	6,689	3,870	2,793
M12_4_5	16,960	6,391	4,165	2,145
M12_4_6	17,364	6,670	3,911	2,453
M12_4_7	17,411	6,597	4,090	2,811
M12_4_8	16,935	6,555	3,913	2,316
M12_4_9	17,562	6,789	3,855	2,391
M12_4_10	17,186	6,482	4,315	2,336
M13_1_1	16,155	6,183	3,698	2,947
M13_1_2	17,111	6,573	4,056	2,563
M13_1_3	16,926	6,601	3,827	2,555
M13_1_4	17,303	6,580	4,055	2,425
M13_1_5	17,058	6,639	3,698	2,584
M13_1_6	18,246	6,970	4,685	2,546
M13_1_7	17,408	6,345	4,055	2,333
M13_1_8	16,732	6,517	3,854	2,538
M13_1_9	15,587	5,822	3,255	2,221
M13_1_10	15,981	6,128	3,703	2,313
M13_2_1	17,165	6,452	3,866	2,227
M13_2_2	18,041	6,766	4,350	2,586
M13_2_3	18,219	6,462	4,455	2,711
M13_2_4	17,282	6,430	3,699	2,626
M13_2_5	19,068	7,085	4,904	2,523
M13_2_6	15,194	5,925	3,115	2,359
M13_2_7	18,394	6,483	4,173	2,661
M13_2_8	16,161	5,922	3,897	2,319
M13_2_9	15,396	5,967	3,472	2,308
M13_2_10	14,707	5,704	3,255	2,351
M13_3_1	15,563	5,970	3,374	2,369
M13_3_2	17,067	6,228	4,124	2,423
M13_3_3	16,183	6,015	3,970	2,378
M13_3_4	15,895	5,952	3,643	2,607
M13_3_5	15,994	6,072	3,759	2,597
M13_3_6	15,644	5,991	3,566	2,350
M13_3_7	16,759	6,301	3,873	2,431
M13_3_8	16,031	6,104	3,857	2,306
M13_3_9	14,531	5,554	3,295	2,098
M13_3_10	15,896	6,010	3,663	2,467
M14_1_1	15,726	6,072	3,382	2,296
M14_1_2	16,620	6,508	3,593	2,705
M14_1_3	17,018	6,515	3,992	2,249
M14_1_4	16,452	6,309	4,097	2,628
M14_1_5	16,632	6,252	3,740	2,314
M14_1_6	16,883	6,476	3,867	2,300
M14_1_7	16,376	6,436	3,715	2,715
M14_1_8	17,429	6,576	3,824	2,212
M14_1_9	17,063	6,305	3,916	2,304
M14_1_10	17,559	6,664	4,276	2,529
M14_2_1	16,906	6,471	3,933	2,304
M14_2_2	17,466	6,544	4,232	2,541
M14_2_3	17,262	6,447	4,170	2,458
M14_2_4	16,936	6,502	3,711	2,390
M14_2_5	17,432	6,599	3,996	2,159
M14_2_6	17,052	6,636	3,699	2,791
M14_2_7	17,494	6,792	3,974	2,712
M14_2_8	16,474	6,408	3,669	2,072
M14_2_9	17,120	6,776	3,689	2,752

M14_2_10	16,615	6,500	3,746	2,812
M15_1_1	18,289	6,743	4,220	2,592
M15_1_2	16,446	6,577	3,284	1,190
M15_1_3	17,545	6,601	4,062	2,423
M15_1_4	15,538	5,883	3,504	2,450
M15_1_5	17,293	6,600	3,915	2,545
M15_1_6	17,740	6,815	3,872	2,799
M15_1_7	18,040	6,694	3,857	2,877
M15_1_8	17,449	6,743	3,592	2,466
M15_1_9	16,620	6,541	3,631	2,617
M15_1_10	17,250	6,554	3,924	2,415
M15_2_1	17,279	6,696	3,991	2,783
M15_2_2	16,677	6,373	3,807	2,994
M15_2_3	16,317	6,359	3,427	2,466
M15_2_4	17,943	6,707	4,134	2,750
M15_2_5	16,611	6,424	3,657	2,531
M15_2_6	16,933	6,478	4,003	2,597
M15_2_7	17,233	6,710	3,677	2,404
M15_2_8	17,841	6,843	4,210	2,575
M15_2_9	17,217	6,514	3,958	2,640
M15_2_10	17,346	6,568	3,812	2,531
M15_3_1	17,649	6,749	3,958	2,599
M15_3_2	18,027	6,840	3,960	2,443
M15_3_3	17,475	6,696	3,928	2,508
M15_3_4	17,428	6,663	4,002	2,682
M15_3_5	17,194	6,407	4,138	2,449
M15_3_6	17,494	6,598	4,153	2,466
M15_3_7	17,728	6,785	4,132	2,601
M15_3_8	18,437	6,770	3,851	2,514
M15_3_9	17,236	6,592	3,985	2,423
M15_3_10	17,683	6,751	4,144	2,682
M16_1_1	17,663	6,748	4,269	2,424
M16_1_2	17,111	6,664	4,045	2,792
M16_1_3	17,001	6,578	3,706	2,466
M16_1_4	17,422	6,764	3,981	2,775
M16_1_5	17,177	6,586	3,937	2,407
M16_1_6	17,591	6,728	4,066	2,600
M16_1_7	17,503	6,760	3,916	2,695
M16_1_8	17,561	6,748	4,196	2,209
M16_1_9	16,482	6,145	3,570	2,249
M16_1_10	16,935	6,432	3,828	2,086
M16_2_1	16,715	6,514	3,592	2,710
M16_2_2	18,069	6,809	3,887	2,775
M16_2_3	16,839	6,626	3,431	2,532
M16_2_4	17,889	6,820	4,224	2,725
M16_2_5	17,044	6,662	4,002	2,640
M16_2_6	16,945	6,554	3,418	2,683
M16_2_7	17,007	6,553	3,981	2,141
M16_2_8	17,558	6,559	4,045	2,899
M16_2_9	18,090	6,840	4,118	2,131
M16_2_10	17,965	6,727	3,851	2,618
M17_1_1	17,691	6,815	4,070	2,250
M17_1_2	18,151	6,876	4,308	2,509
M17_1_3	18,704	6,797	4,534	2,897
M17_1_4	17,617	6,750	3,873	2,749
M17_1_5	17,340	6,573	3,591	2,520
M17_1_6	17,337	6,449	4,046	2,429
M17_1_7	17,499	6,757	3,677	2,510
M17_1_8	17,244	6,561	3,829	2,409
M17_1_9	16,341	6,357	3,656	2,295
M17_1_10	17,664	6,835	3,800	2,880

ANEXO F: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DE LAS SEMILLAS (3).

SEMILLAS				
REPETICIONES	PERÍMETRO (mm)	DIÁMETRO POLAR (mm)	DIÁMETRO ECUATORIAL (mm)	ÁPICE (mm)
M17_2_1	17,564	6,578	4,370	2,419
M17_2_2	18,120	6,701	4,373	3,320
M17_2_3	16,011	6,050	3,551	2,333
M17_2_4	18,562	6,955	4,629	2,227
M17_2_5	16,627	6,398	3,426	2,741
M17_2_6	16,814	6,330	4,055	2,374
M17_2_7	17,639	6,640	4,124	2,402
M17_2_8	17,472	6,590	4,165	2,619
M17_2_9	15,568	5,790	3,721	2,301
M17_2_10	15,966	6,006	3,874	2,297
M18_1_1	15,817	6,019	3,437	2,468
M18_1_2	16,927	6,204	4,012	2,817
M18_1_3	17,372	6,647	4,077	2,542
M18_1_4	14,609	5,760	2,941	2,252
M18_1_5	17,560	6,780	3,504	2,185
M18_1_6	17,517	6,737	3,740	2,490
M18_1_7	16,419	6,430	3,619	2,400
M18_1_8	17,990	6,996	3,579	2,483
M18_1_9	17,446	6,720	3,220	2,480
M18_1_10	16,080	6,161	2,287	3,159
M18_2_1	16,727	6,637	3,419	2,315
M18_2_2	17,531	6,553	3,948	2,525
M18_2_3	16,309	6,242	3,683	2,398
M18_2_4	18,103	6,684	4,387	2,544
M18_2_5	16,816	6,511	3,618	2,856
M18_2_6	17,369	6,676	4,134	2,420
M18_2_7	17,772	6,776	4,141	2,708
M18_2_8	17,114	6,637	3,658	2,751
M18_2_9	17,780	6,731	3,787	2,647
M18_2_10	16,958	6,531	3,623	2,341
M18_3_1	18,033	6,765	4,012	2,956
M18_3_2	17,402	6,753	3,891	2,502
M18_3_3	17,366	6,841	3,596	2,509
M18_3_4	17,618	6,571	3,935	2,618
M18_3_5	18,023	6,910	4,227	2,609
M18_3_6	18,185	6,809	4,390	2,902
M18_3_7	16,268	6,593	3,201	2,770
M18_3_8	17,350	6,682	3,742	2,684
M18_3_9	16,713	6,428	3,700	2,708
M18_3_10	16,857	6,678	3,515	2,341
M18_4_1	16,596	6,664	3,155	2,563
M18_4_2	16,956	6,472	3,181	2,808
M18_4_3	17,162	6,669	3,511	2,730
M18_4_4	16,967	6,600	3,603	3,173
M18_4_5	18,867	6,969	4,439	2,656
M18_4_6	17,462	6,736	3,800	2,685
M18_4_7	17,021	6,546	3,448	2,832
M18_4_8	17,715	6,709	4,232	2,768
M18_4_9	17,570	6,627	3,757	2,622
M18_4_10	16,440	6,544	3,489	2,829
M18_5_1	17,527	6,847	3,676	2,757
M18_5_2	17,465	6,765	3,534	2,738
M18_5_3	17,905	6,568	4,363	2,191
M18_5_4	17,003	6,805	3,659	2,406
M18_5_5	16,895	6,431	3,645	2,708
M18_5_6	17,312	6,596	3,742	2,530
M18_5_7	16,820	6,703	3,521	2,542
M18_5_8	17,904	6,655	4,032	2,522
M18_5_9	17,050	6,614	3,665	2,882

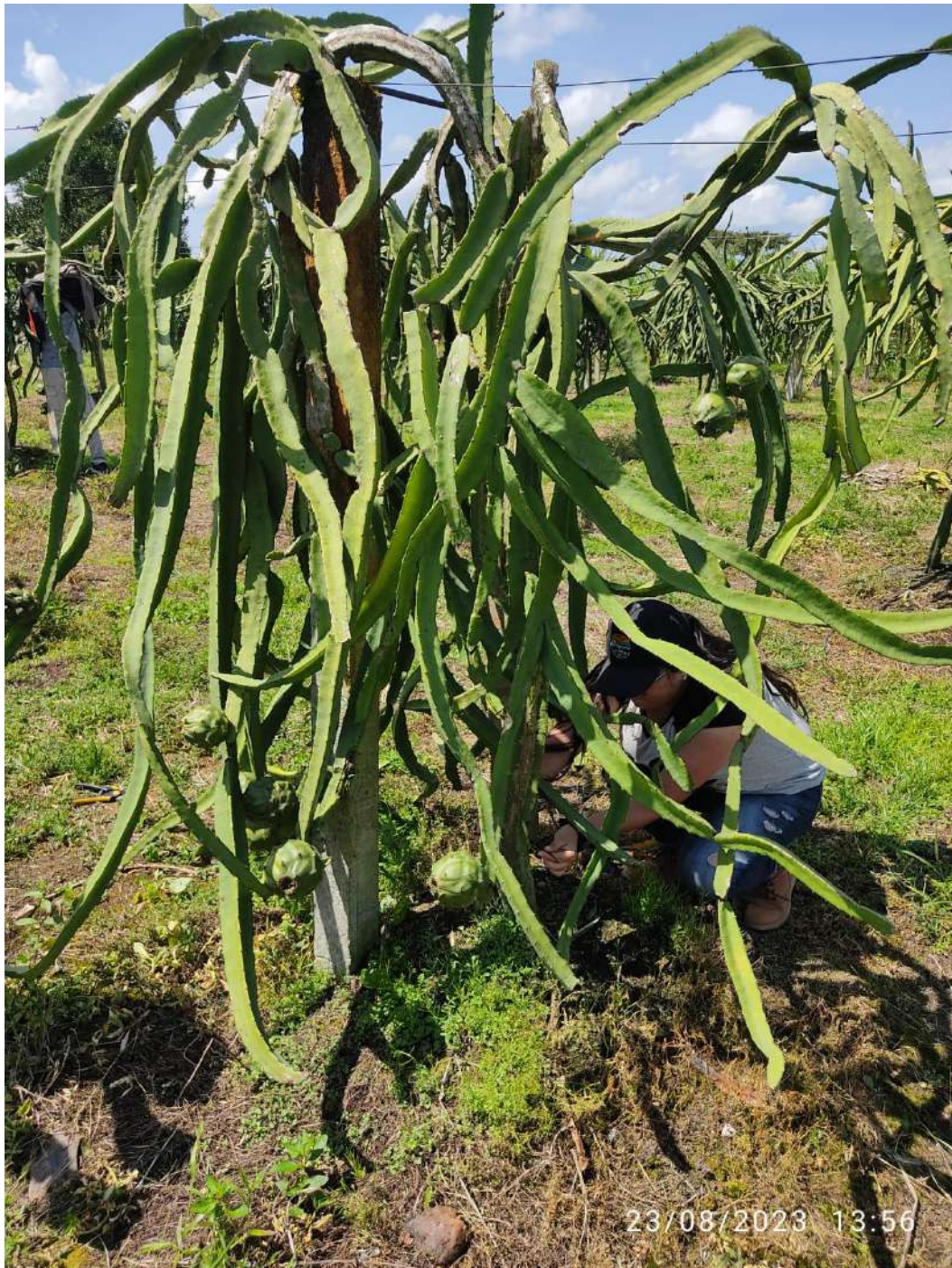
M18_5_10	16,035	6,201	3,659	2,341
M19_1_1	17,078	6,691	3,440	2,398
M19_1_2	16,856	6,744	3,453	3,428
M19_1_3	17,919	6,727	4,299	2,670
M19_1_4	18,068	6,898	3,734	2,548
M19_1_5	18,048	6,730	3,810	2,429
M19_1_6	17,727	6,657	3,762	2,546
M19_1_7	17,487	6,680	3,803	2,826
M19_1_8	17,765	6,727	3,969	2,397
M19_1_9	17,549	6,747	3,824	2,667
M19_1_10	17,210	6,719	3,536	2,790
M19_2_1	17,980	6,619	3,965	3,028
M19_2_2	17,589	6,768	3,822	2,540
M19_2_3	17,102	6,577	3,833	2,369
M19_2_4	17,181	6,733	3,799	2,911
M19_2_5	16,208	6,319	3,409	2,729
M19_2_6	17,886	6,814	4,055	2,825
M19_2_7	17,031	6,539	3,576	2,747
M19_2_8	16,258	6,544	3,551	2,976
M19_2_9	17,916	6,693	3,592	3,058
M19_2_10	16,936	6,570	3,780	2,793
M19_3_1	15,834	6,294	2,990	1,939
M19_3_2	17,105	6,687	3,924	2,434
M19_3_3	16,521	6,617	3,246	2,893
M19_3_4	16,703	6,532	3,839	2,695
M19_3_5	16,831	6,590	3,622	3,311
M19_3_6	15,841	6,267	3,448	2,614
M19_3_7	16,916	6,625	3,654	2,985
M19_3_8	16,747	6,654	3,411	2,797
M19_3_9	17,585	6,931	3,698	2,639
M19_3_10	17,565	6,805	3,878	2,794
M20_1_1	17,510	6,691	3,722	2,622
M20_1_2	17,709	6,674	4,252	2,659
M20_1_3	16,637	6,568	3,543	2,613
M20_1_4	16,599	6,624	3,525	2,810
M20_1_5	16,882	6,470	3,920	2,746
M20_1_6	17,481	6,751	3,742	2,976
M20_1_7	16,325	6,470	3,481	2,646
M20_1_8	17,319	6,452	4,099	2,258
M20_1_9	17,459	6,723	3,787	3,014
M20_1_10	16,753	6,518	3,366	2,371
M20_2_1	17,339	6,632	4,009	2,613
M20_2_2	17,201	6,600	4,145	3,151
M20_2_3	17,327	6,811	3,759	2,715
M20_2_4	17,400	6,694	3,900	2,724
M20_2_5	17,144	6,510	3,654	2,713
M20_2_6	17,537	6,583	3,986	2,954
M20_2_7	17,601	6,712	4,014	2,792
M20_2_8	17,273	6,693	3,788	2,946
M20_2_9	17,460	6,773	4,347	2,259
M20_2_10	17,134	6,536	3,748	2,639
M21_1_1	17,762	6,876	3,698	2,704
M21_1_2	18,071	6,620	3,722	2,699
M21_1_3	17,529	6,748	3,848	2,836
M21_1_4	17,235	6,471	4,079	2,626
M21_1_5	17,361	6,649	3,874	2,847
M21_1_6	16,887	6,562	3,592	2,336
M21_1_7	17,285	6,853	3,764	2,503
M21_1_8	18,049	6,928	3,721	3,120
M21_1_9	17,693	6,782	3,598	2,729
M21_1_10	15,828	6,218	3,641	2,191
M21_2_1	18,153	6,845	4,023	2,928
M21_2_2	15,960	6,123	3,764	2,099
M21_2_3	17,382	6,699	3,893	2,691

M21_2_4	17,608	6,782	4,145	2,487
M21_2_5	16,577	6,571	3,482	2,521
M21_2_6	17,339	6,767	3,720	2,449
M21_2_7	17,732	6,828	4,050	2,637
M21_2_8	16,178	6,571	2,880	2,565
M21_2_9	16,406	6,576	3,442	2,596
M21_2_10	16,726	6,659	3,139	2,511
M22_1_1	16,867	6,598	3,894	2,822
M22_1_2	17,356	6,686	3,962	2,321
M22_1_3	17,838	6,867	3,925	2,334
M22_1_4	17,902	6,662	4,088	2,708
M22_1_5	17,478	6,663	3,699	2,618
M22_1_6	16,627	6,555	3,439	2,411
M22_1_7	17,816	6,641	4,352	2,466
M22_1_8	16,791	6,621	3,456	2,492
M22_1_9	16,869	6,452	3,449	2,774
M22_1_10	16,913	6,619	3,615	2,574
M22_2_1	17,392	6,739	3,721	2,655
M22_2_2	16,981	6,555	4,047	2,453
M22_2_3	16,897	6,455	4,194	2,415
M22_2_4	17,014	6,288	3,532	2,842
M22_2_5	16,863	6,586	3,765	2,466
M22_2_6	17,453	6,768	3,975	2,558
M22_2_7	17,555	6,893	3,725	2,582
M22_2_8	16,735	6,400	3,765	2,353
M22_2_9	18,188	6,990	3,766	2,700
M22_2_10	14,247	5,554	2,708	2,554
M23_1_1	16,947	6,420	4,103	2,418
M23_1_2	18,006	6,834	4,257	2,554
M23_1_3	17,670	6,661	4,245	3,095
M23_1_4	17,237	6,348	4,068	2,412
M23_1_5	17,387	6,504	3,656	2,523
M23_1_6	16,923	6,287	4,135	2,612
M23_1_7	17,387	6,599	4,076	2,458
M23_1_8	17,775	6,547	4,244	2,678
M23_1_9	17,895	6,853	4,141	2,777
M23_1_10	17,138	6,346	4,013	2,480
M23_2_1	16,874	6,572	3,809	3,561
M23_2_2	17,392	6,618	3,763	2,794
M23_2_3	17,347	6,703	3,929	2,777
M23_2_4	17,587	6,679	3,974	2,690
M23_2_5	17,720	6,766	3,899	2,942
M23_2_6	17,237	6,621	4,057	2,753
M23_2_7	16,917	6,549	3,648	3,108
M23_2_8	17,526	6,693	3,931	2,663
M23_2_9	17,512	6,713	3,567	3,004
M23_2_10	17,923	6,569	4,432	2,334
M24_1_1	17,218	6,706	3,530	3,021
M24_1_2	17,325	6,576	3,886	2,815
M24_1_3	17,471	6,735	4,102	2,605
M24_1_4	17,605	6,784	3,342	2,124
M24_1_5	17,075	6,635	3,261	2,717
M24_1_6	16,647	6,516	3,408	2,521
M24_1_7	17,224	6,738	3,682	2,862
M24_1_8	18,055	6,898	4,195	3,324
M24_1_9	16,828	6,634	3,382	2,462
M24_1_10	16,661	6,399	3,557	2,711

ANEXO G: TABLA DE DATOS MORFOLÓGICOS DE LAS SEMILLAS (4).

SEMILLAS				
REPETICIONES	PERÍMETRO (mm)	DIÁMETRO POLAR (mm)	DIÁMETRO ECUATORIAL (mm)	ÁPICE (mm)
M24_2_1	16,845	6,616	3,319	2,458
M24_2_2	16,897	6,534	3,826	2,395
M24_2_3	17,038	6,575	3,658	2,749
M24_2_4	16,516	6,500	3,328	2,439
M24_2_5	16,952	6,461	3,869	2,510
M24_2_6	17,347	6,492	4,218	2,646
M24_2_7	17,192	6,219	4,030	1,943
M24_2_8	17,794	6,595	3,706	2,590
M24_2_9	16,918	6,468	3,585	2,657
M24_2_10	16,616	6,208	3,630	2,460
M25_1_1	17,074	6,466	4,135	2,545
M25_1_2	16,777	6,500	3,291	2,637
M25_1_3	17,483	6,692	3,748	2,748
M25_1_4	17,197	6,621	3,638	2,846
M25_1_5	16,344	6,487	3,453	3,369
M25_1_6	15,369	6,201	2,508	2,429
M25_1_7	16,583	6,466	3,458	2,753
M25_1_8	15,987	6,239	3,307	2,590
M25_1_9	16,343	6,423	3,608	2,667
M25_1_10	16,818	6,555	3,576	2,709
M25_2_1	17,440	6,589	3,755	2,611
M25_2_2	16,504	6,337	3,775	2,413
M25_2_3	17,005	6,548	3,880	2,586
M25_2_4	17,673	6,609	4,294	2,876
M25_2_5	16,986	6,512	4,099	2,620
M25_2_6	16,291	6,236	3,421	2,564
M25_2_7	16,339	6,266	3,927	2,335
M25_2_8	16,857	6,490	4,093	2,625
M25_2_9	16,663	6,325	3,434	2,815
M25_2_10	14,920	5,767	3,311	2,508

ANEXO H: RECOLECCIÓN DE FRUTOS DE PITAHAYA EN EL CAMPO.



ANEXO I: ETIQUETADO DE PLANTAS DE PITAHAYA AMARILLA PARA ESTUDIOS POSTERIORES.



**ANEXO J: EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO DE PRODUCCIÓN VEGETAL
PARA LAS MUESTRAS DE ESTUDIO.**



ANEXO K: RECOLECCIÓN DE FRUTOS EN CAMPO, ETIQUETADOS Y GEORREFERENCIADOS.



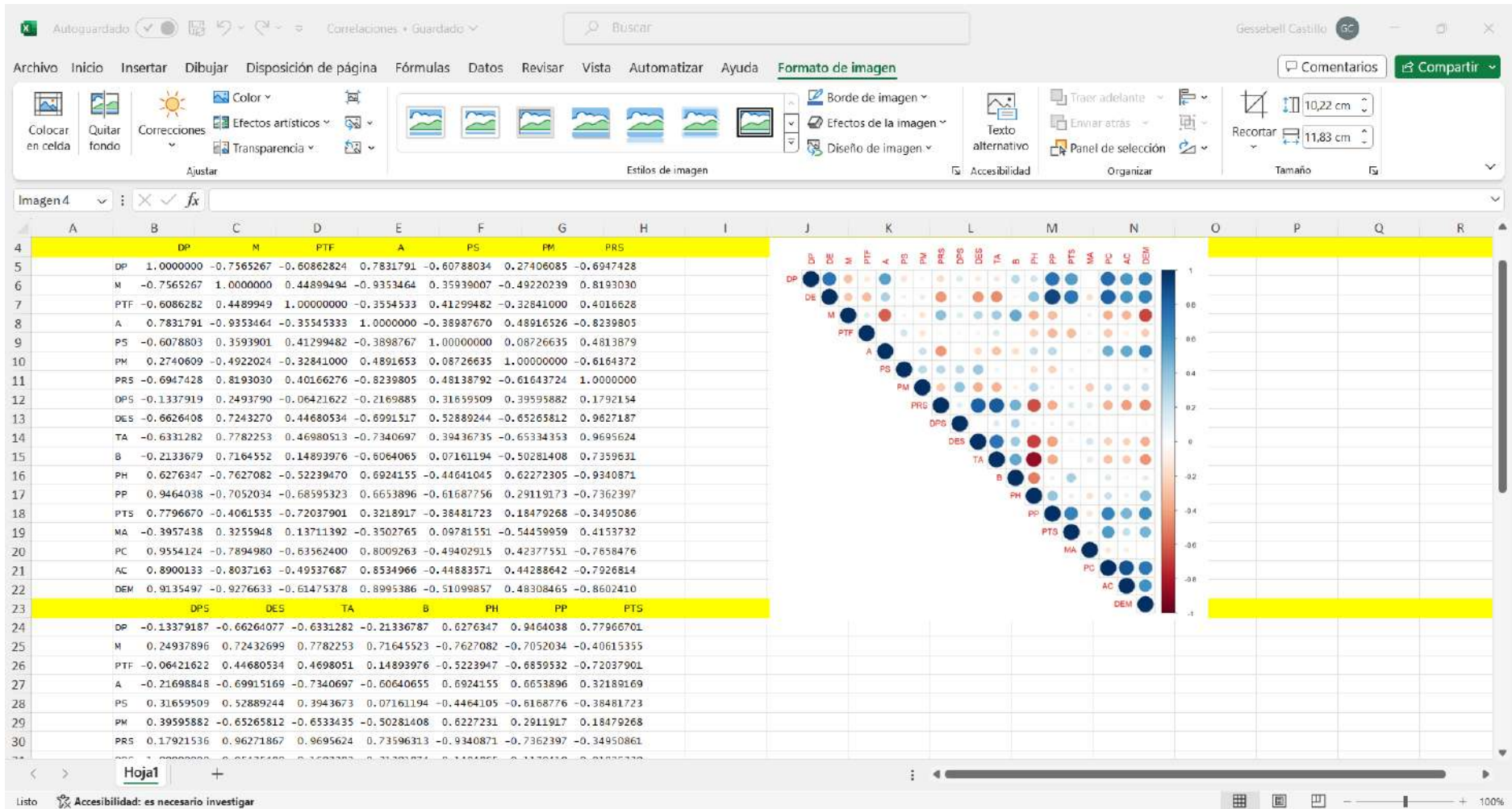
ANEXO L: ADQUISICIÓN DE DATOS DE LOS FRUTOS DE ESTUDIO EN EL LABORATORIO.



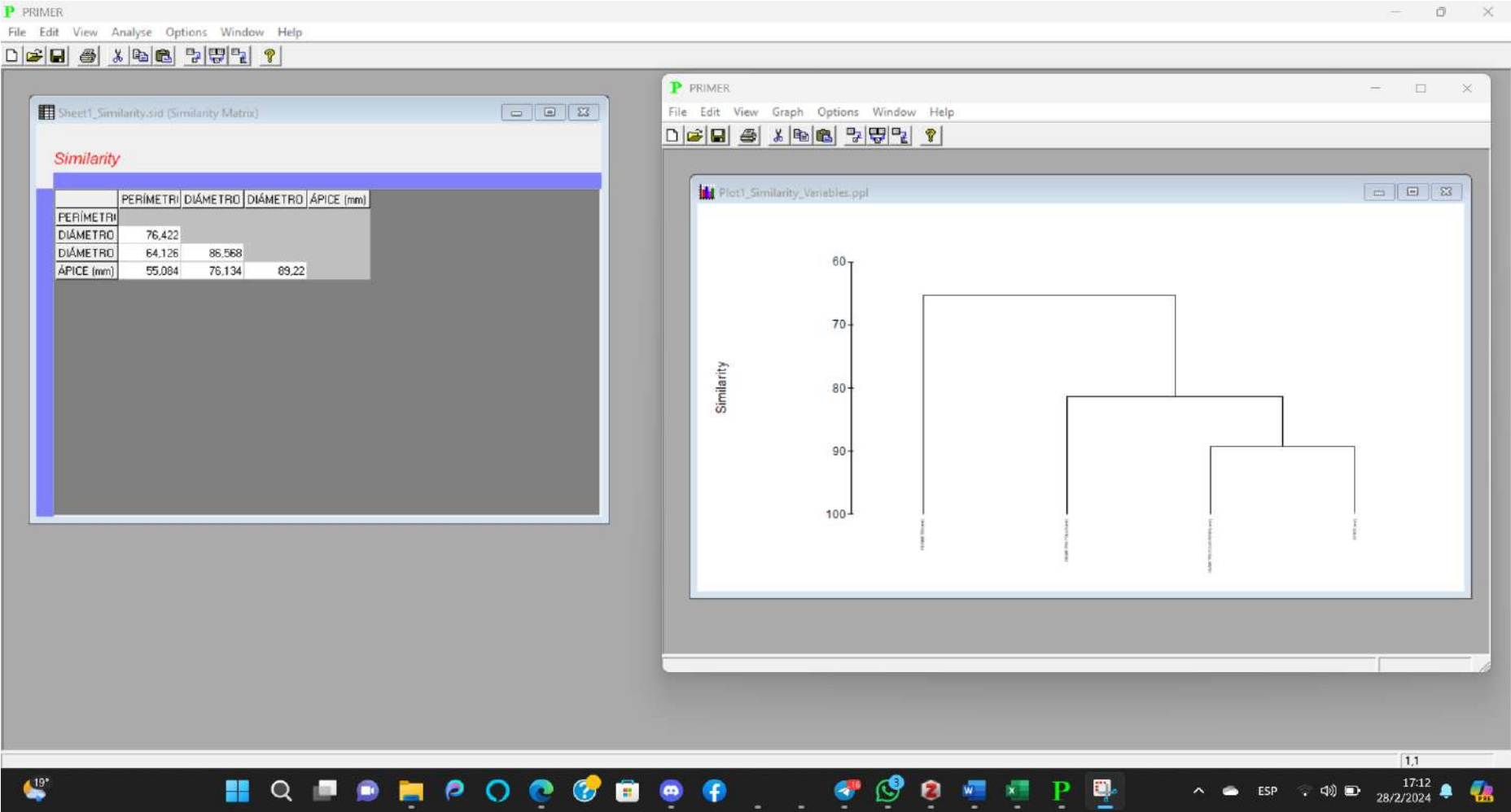
ANEXO M: OBTENCIÓN DE MEDICIONES Y PESAJE DE SEMILLAS DE OBJETO DE ESTUDIO EN EL LABORATORIO.



ANEXO N: ELABORACIÓN DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DENTRO DEL SOFTWARE R.



ANEXO O: ELABORACIÓN DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE SIMILITUD DENTRO DEL SOFTWARE PRIMER 5.



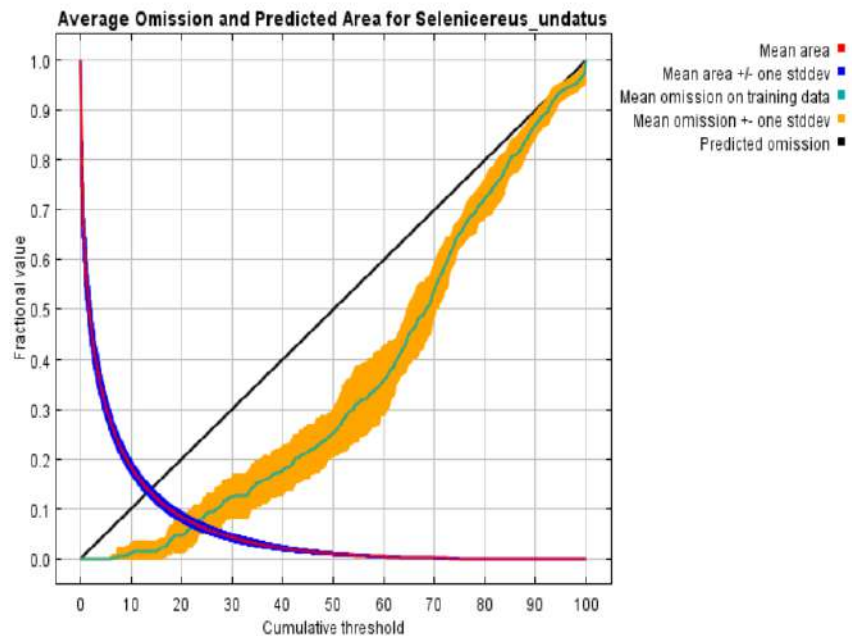
ANEXO P: RESULTADOS OBTENIDOS DEL MODELAMIENTO DEL SOFTWARE MAX-ENT PARA HYLOCEREUS MEGALANTHUS.

Modelo maxent replicado para *Selenicereus_undatus*

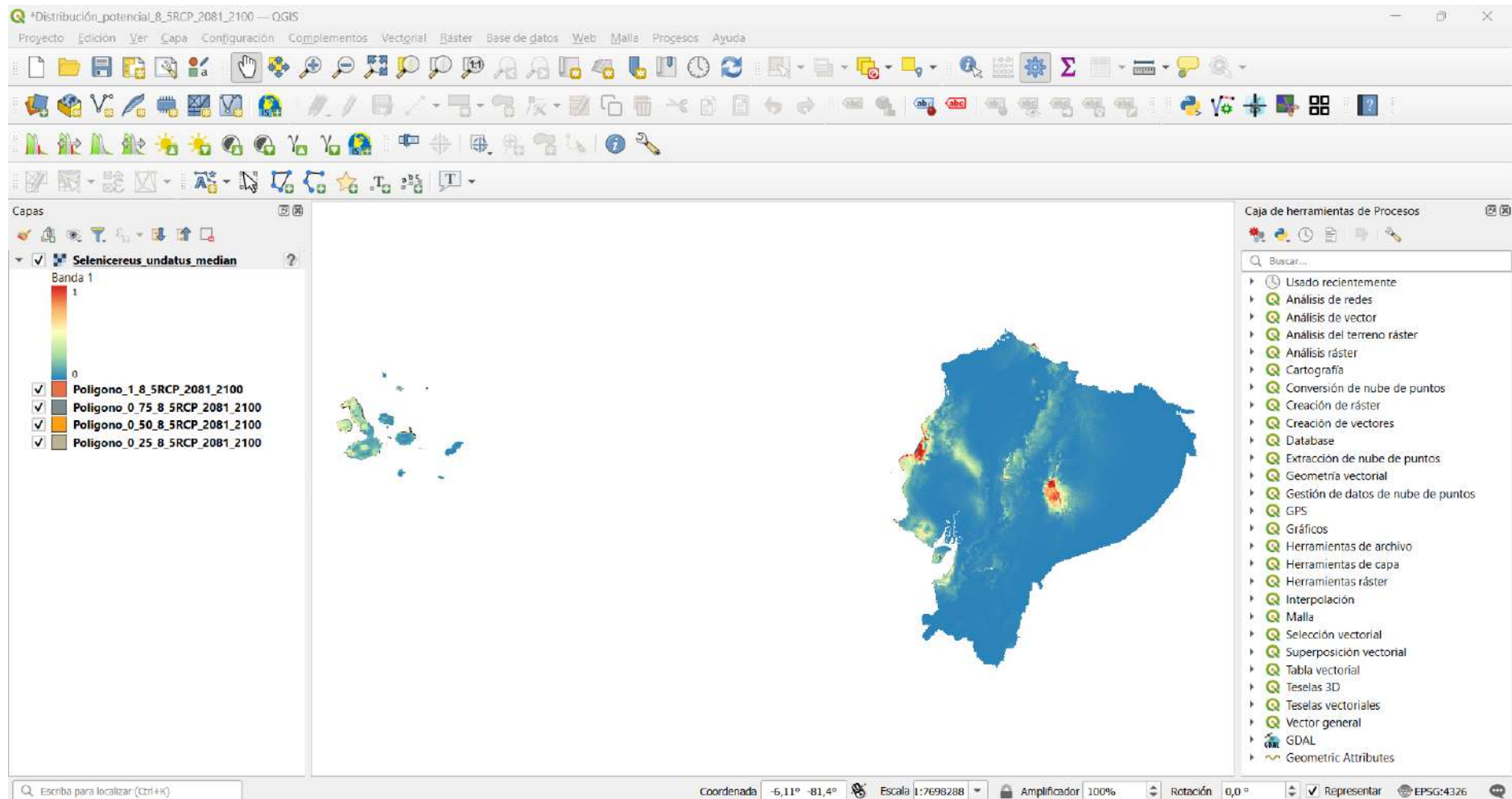
Esta página resume los resultados de 10 modelos de arranque para *Selenicereus_undatus*, creados el martes 20 de febrero a las 15:37:43 COT 2024 con la versión 3.4.4 de Maxent. Los modelos individuales están aquí: [\[0\]](#), [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#), [\[5\]](#), [\[6\]](#), [\[7\]](#), [\[8\]](#), [\[9\]](#)

Análisis de omisión/comisión

La siguiente imagen muestra la tasa de omisión de entrenamiento y el área prevista en función del umbral acumulativo, promediado sobre las ejecuciones repetidas.



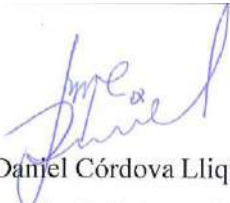

ANEXO Q: MANIPULACIÓN DE RESULTADOS DENTRO DEL SOFTWARE QGIS 3.34.3 CON DATOS RESULTANTES EN MAX-ENT.





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

Fecha de entrega: 08/ 03 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Gessebell Solange Castillo Bueno
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Recursos Naturales Renovables
Título a optar: Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
 Ing. Jorge Daniel Córdova Lliquín, Mgs. Director del Trabajo de Integración Curricular
 Ing. Juan Carlos Carrasco Baquero, PhD. Asesor del Trabajo de Integración Curricular