Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Biológicas
Escuela Profesional de Ciencias Biológicas

Factores determinantes de la distribución de *Psittacanthus divaricatus* (Kunth) G. Don "suelda con suelda" (Loranthaceae) en ecosistemas de la costa norte del Perú

TESIS

Para optar el Título Profesional de Bióloga con mención en Botánica

AUTOR

Karol Gesely SILVA QUIÑONES

ASESOR

Mg. Cesar Augusto ARANA BUSTAMANTE

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Silva, K. (2022). *Factores determinantes de la distribución de Psittacanthus divaricatus (Kunth) G. Don "suelda con suelda" (Loranthaceae) en ecosistemas de la costa norte del Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Ciencias Biológicas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Karol Gesely Silva Quiñones
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72212168
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-5819-4707
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	César Augusto Arana Bustamante
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09348713
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-7566-5205
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Mónica Arakaki Makishi
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08136445
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	José Eduardo Roque Gamarra
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08127013
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Eder Augusto Chilquillo Torres.
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	43041234
Datos de investigación	

Línea de investigación	A.1.1.2. Biodiversidad y Ecología de ecosistemas terrestres
Grupo de investigación	Biodiversidad de ecosistemas neotropicales (BIOECONE)
Agencia de financiamiento	Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Vicerrectorado de Investigación y Posgrado. Proyecto de investigación RR-03556-R-19 con código de proyecto B19100331.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lambayeque Provincia: Chiclayo Distrito: Lagunas Latitud: -7.038 Longitud: -79.691 Departamento: Lambayeque Provincia: Ferreñafe Distrito: Pítipo Latitud: -6.566 Longitud: -79.781
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019 – 2022
URL de disciplinas OCDE	Ecología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.13 Ciencias de las plantas, Botánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.10

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SESIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGA CON MENCIÓN EN BOTÁNICA (MODALIDAD: SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS)

Siendo las 14:00 horas del 11 de agosto de 2022, en el Salón de Grados Virtual de la Facultad de Ciencias Biológicas cuya dirección electrónica fue https://meet.google.com/zfr-dzfh-iib, y en presencia del Jurado formado por los profesores que suscriben, se inició la sesión para optar al **Título Profesional de Bióloga con mención en Botánica** de **KAROL GESELY SILVA QUIÑONES.**

Luego de dar lectura y conformidad al expediente Nº **UNMSM-20220039354**, la titulando expuso su tesis: **"FACTORES DETERMINANTES DE LA DISTRIBUCIÓN DE *Psittacanthus divaricatus* (KUNTH) G. DON "SUELDA CON SUELDA" (LORANTHACEAE) EN ECOSISTEMAS DE LA COSTA NORTE DEL PERÚ",** y el Jurado efectuó las preguntas del caso calificando la exposición con la nota **20**, calificativo: **Aprobado con máximos honores**.

Finalmente, el expediente será enviado a la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas y al Consejo de Facultad para que se apruebe otorgar el **Título Profesional de Bióloga con mención en Botánica** a **KAROL GESELY SILVA QUIÑONES** y se eleve lo actuado al Rectorado para conferir el respectivo título, conforme a ley.

Siendo las 15:25 horas se levantó la sesión.

Ciudad Universitaria, 11 de agosto de 2022.

Dra. MÓNICA ARAKAKI MAKISHI
(PRESIDENTA)

Mg. CESAR AUGUSTO ARANA BUSTAMANTE
(ASESOR)

Mg. JOSÉ EDUARDO ROQUE GAMARRA
(MIEMBRO)

Mg. EDER AUGUSTO CHILQUILLO TORRES
(MIEMBRO)

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

INFORME DE EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ESCUELA PROFESIONAL : CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL : Mag. RAFAEL SIMÓN OSWALDO LA ROSA LOLI

OPERADOR DEL PROGRAMA INFORMATICO DE SIMILITUDES: Feedback Studio

DOCUMENTO EVALUADO* : **Factores determinantes de la distribución de *Psittacanthus divaricatus* (Kunth) G. Don "suelda con suelda" (Loranthaceae) en ecosistemas de la costa norte del Perú**

AUTOR DEL DOCUMENTO** : SILVA QUIÑONES KAROL GESELY

FECHA DE RECEPCIÓN DEL DOCUMENTO : 21/julio/2022

FECHA DE APLICACIÓN DEL SISTEMA INFORMATICO : 21/julio/2022

SOFTWARE UTILIZADO :

TURNITIN (X)
ITHENTICATE ( )
OTRO

CONFIGURACION DEL PROGRAMA DE SIMILITUDES

Excluye textos entrecomillados (X)
Excluye bibliografía (X)
Excluye cadenas menores a 40 palabras (X)
Otro criterio ( ) (especificar)

PORCENTAJE DE SIMILITUDES *** : DOS (02%)

FUENTES ORIGINALES DE LAS SIMILITUDES ENCONTRADAS **** :

Factores determinantes de la distribución de Psittacanthus divaricatus (Kunth) G. Don "suelda con suelda" (Loranthaceae) en ecosistemas de la costa norte del Perú

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%	2%	1%	0%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

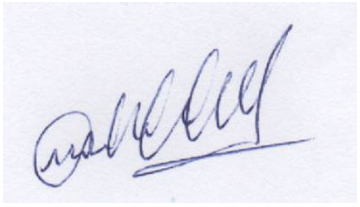
1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	Emily McClung de Tapia, Diana Martínez Yrízar, Emilio Ibarra Morales, Carmen Cristina Adriano Morán. "Los orígenes prehispánicos	<1%

OBSERVACIONES: Ninguna

CALIFICACION DE ORIGINALIDAD:

Documento cumple criterios de originalidad sin observaciones (x)
Documento cumple criterios de originalidad con observaciones ( )
Documento no cumple criterios de originalidad ( )

FECHA DEL INFORME : 21/julio/2022



UNMSM

Firmado digitalmente por LA ROSA LOLI Rafael Simon Oswaldo FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 21.07.2022 17:01:00 -05:00

FIRMA DEL EVALUADOR

FIRMA DEL DIRECTOR EP

* Tesis para grado o título de pregrado
** Apellidos y nombres completos
*** En letras y números
**** Indicarlas en orden decreciente y su respectivo porcentaje

A mis padres Alfredo y Rosana, por el apoyo y amor incondicional.

A mi hermana Dhamelyz, por ser un ejemplo para mi e impulsarme a seguir mis metas.

A mis profesores y amigos de la UNMSM y el MHN.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a mi familia por el apoyo en cada etapa de mi desarrollo académico, sin ellos no hubiera sido posible.

A mi asesor, el Dr. César Arana Bustamante, coordinador de la división de Ecología del Museo de Historia Natural – UNMSM, por todo apoyo brindado durante la etapa elaboración de esta tesis, los comentarios, sugerencias y consejos que sirvieron mucho para mejorar el manuscrito. También por darme la gran oportunidad de ser parte en diferentes proyectos de investigación, los cuales fueron cruciales para mi formación académica durante y después de la etapa de pregrado.

A la Mg. Letty Salinas Sánchez, quien fue responsable del proyecto: "Generando herramientas para conservar ecosistemas en peligro de la Costa Norte peruana: Análisis del impacto del Niño y las especies invasoras sobre los componentes de la diversidad de especies" el cual fue clave para la etapa de muestreo en campo, sin ello no hubiera sido posible y por todas las facilidades y enseñanzas brindadas para la elaboración de documentación crucial para esta tesis.

Al Dr. Tomas Carlo Joglar, profesor del departamento de Biología – Pennsylvania State University, por los comentarios y sugerencias acerca de estas plantas hemiparásitas, que fueron fundamentales para iniciar el estudio.

A mi jurados de tesis la Dra. Mónica Arakaki, el Mg. José Roque y el Dr. Eder Chilquillo por los valiosos comentarios y observaciones que fueron muy importantes para la tesis.

A la universidad Nacional Mayor de San Marcos por la fuente de financiamiento RR-03556-R-19 con código de proyecto B19100331.

Al museo de Sitio Túcume y en especial a la Dr. Bernarda Delgado por las facilidades brindadas en la etapa de evaluación de campo.

A Gabriel Serrano, por el apoyo brindado en la etapa de evaluación de campo y colecta de muestras, su ayuda fue clave para esta etapa.

A mis amigos cercanos de la vida, del MHN y de la UNMSM quienes siempre estuvieron ahí para apoyarme, distraerme y reír en los momentos difíciles.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS IV
ÍNDICE DE FIGURAS V
ÍNDICE DE ANEXOS IX
RESUMEN X
ABSTRACT XII
I. INTRODUCCIÓN 1
II. MARCO TEÓRICO 2
2.1 Interacción forófito- hemiparásita 2
2.2 La familia Loranthaceae 5
2.3. Importancia de la familia Loranthaceae 7
2.4 Descripción del género *Psittacanthus* Mart. 9
2.5. Descripción de *Psittacanthus divaricatus* (Kunth) G. Don 10
III. OBJETIVOS 12
3.1. GENERAL 12
3.2. ESPECÍFICOS 12
IV. HIPÓTESIS: 13
V. MATERIALES Y MÉTODOS 14
5.1 ÁREA DE ESTUDIO 14
5.1.1. Departamento de Lambayeque – Perú 14
5.1.2. Bosque relicto de *Prosopis* del departamento de Lambayeque 15
5.1.3. Matorral espinoso del departamento de Lambayeque 16
5.2. MATERIALES 17
5.2.1. De campo: 17
5.3. MÉTODOS 18
5.3.1. Diseño de muestreo 18
5.3.2. Identificación de los hospederos y su nivel de asociación con *Psittacanthus divaricatus* 19

5.3.3. Características de los hospederos y factores que influencian la distribución y establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* 20

5.3.4. Evaluación de la estructura poblacional de *Psittacanthus divaricatus* 21

5.3.5. Procesamiento de datos..... 21

5.3.5.1. Nivel de asociación de *Psittacanthus divaricatus* con sus forófitos 21

5.3.5.2. Características de los hospederos y factores que influencian la distribución y establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* 21

5.3.5.3. Evaluación de la estructura poblacional de *P. divaricatus* 23

VI. RESULTADOS 24

6.1. Identificación de las especies de hospederos de *Psittacanthus divaricatus* y su nivel de asociación 24

6.1.1. Descripción de especies hospederas 24

6.1.2 Nivel de Asociación de *Psittacanthus divaricatus* con los hospederos 28

6.2. Características de los hospederos y factores que influencian la distribución y establecimiento de *Psittacanthus divaricatus*.....37

6.2.1 Descripción de las características de los hospederos de *Psittacanthus divaricatus*..... 37

6.2.1.1. Altura de los hospederos de *Psittacanthus divaricatus*.....37

6.2.1.2. Diámetro de las ramas de los hospederos de *Psittacanthus divaricatus* 47

6.2.1.3. Altura de establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero 51

6.2.1.4. Posición de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero 57

6.2.1.5. Orientación geográfica de establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero 59

6.2.1.6. Características de la corteza de las ramas del hospedero 62

6.2.1.7. Tipos de frutos del hospedero.....65

6.2.2. Análisis de los factores que influyen sobre el hemiparasitismo de *Psittacanthus divaricatus* 67

6.2.2.1 Factores que influyen en la presencia de *Psittacanthus divaricatus*.....67

6.2.2.2. Factores que influyen en la abundancia de *Psittacanthus divaricatus*...70

6.2.2.3. Factores que influyen en el tamaño de *Psittacanthus divaricatus* 72
6.3. Estructura poblacional *Psittacanthus divaricatus*. 73
VII. DISCUSIÓN.....82
7.1. Nivel de Asociación de *Psittacanthus divaricatus* con los hospederos 82
7.2. Características de los hospederos y factores que influencian la distribución y establecimiento de *Psittacanthus divaricatus*.....83
7.2.1 Descripción de las características de los hospederos de *Psittacanthus divaricatus*..... 83
7.2.2. Análisis de los factores que influyen sobre el hemiparasitísmo de *Psittacanthus divaricatus* 86
7.3. Estructura poblacional de *Psittacanthus divaricatus* 88
VIII. CONCLUSIONES.....89
IX. RECOMENDACIONES.....90
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 91
XI. ANEXOS.....102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Abundancia de plantas leñosas, abundancia de forófito frecuencia de hemiparásita y altura promedio de forófito en el Bosque relicto de *Prosopis* 25

Tabla 2. Abundancia de plantas leñosas, abundancia de forófito frecuencia de hemiparásita y altura promedio de forófito en el Matorral espinoso. 27

Tabla 3. Tabla de contingencia mostrando la abundancia de plantas leñosas y frecuencia de hemiparásita en el Bosque relicto de *Prosopis* 32

Tabla 4. Tabla de contingencia mostrando la abundancia de plantas leñosas frecuencia de hemiparásita en el Matorral espinoso 37

Tabla 5. Tabla de contingencia mostrando la abundancia de los árboles y arbustos y la frecuencia de *Psittacanthus divaricatus*.....40

Tabla 6. Tabla de contingencia mostrando la abundancia de los árboles y arbustos y la frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en el Matorral espinoso. 44

Tabla 7. Tipos de corteza de los árboles y arbustos en el Bosque relicto de *Prosopis*63

Tabla 8. Tipos de corteza de los árboles y arbustos en el Matorral espinoso.....64

Tabla9. Tipos de frutos de los árboles y arbustos en el Bosque relicto de *Prosopis*. ..65

Tabla 10. Tipos de frutos de los árboles y arbustos en el Matorral espinoso.....66

Tabla 11. Resultados de la prueba de significancia de las variables (test de significancia con Chi cuadrado) para el mejor modelo de presencia de *P. divaricatus* en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso 67

Tabla 12. Resultados de la prueba Tukey en los tipos de corteza y según la de textura de la rama de los hospederos y localidad en ambos ecosistemas. 68

Tabla 13. Resultados de la prueba de significancia de las variables (test de significancia con Chi cuadrado) para el mejor modelo en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso.....71

Tabla 14. Resultados de la prueba Tukey en los tipos de corteza según la textura de la rama de los hospederos en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso.....71

Tabla 15. Resultados de la prueba de significancia de las variables (test de significancia con Chi cuadrado) para el mejor modelo en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso.....72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción hemiparásita/hospedero**.** 4

Figura 2. Árbol consenso para el orden Santalales. 6

Figura 3. *Psittacanthus divaricatus* en el Bosque relicto de *Prosopis* y el Matorral espinoso del departamento de Lambayeque. 11

Figura 4. Ubicación del área de estudio. Departamento de Lambayeque. 15

Figura 5. Bosque relicto de *Prosopis* en el departamento de Lambayeque..... 16

Figura 6. Matorral espinoso en el departamento de Lambayeque. 17

Figura 7. Diseño Adaptive Sampling. Extraído de: Krebs, 2013. 19

Figura 8. Tipos de corteza de las plantas leñosas en ambos ecosistemas. 20

Figura 9. Frecuencia de hemiparasitismo de *Psittacanthus divaricatus* por especie de forófito en el Bosque relicto de *Prosopis*..... 28

Figura 10. Abundancia relativa del total de especies de árboles y arbustos en el Bosque relicto de *Prosopis*..... 29

Figura 11. Comparación de las abundancias relativas de las especies de árboles y arbustos y frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero en el Bosque relicto de *Prosopis*. 30

Figura 12. Redes de interacción de *Psittacanthus divaricatus* con sus respectivos hospederos en el Bosque relicto de *Prosopis*..... 31

Figura 13. Frecuencia de hemiparasitismo de *Psittacanthus divaricatus* por especie de forófito en el Matorral espinoso..... 33

Figura 14. Abundancia relativa de las especies de árboles y arbustos en el Matorral espinoso..... 34

Figura 15. Comparación de las abundancias relativas de las especies arbóreas y arbustivas y frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en cada hospedero en el Matorral espinoso..... 35

Figura 16. Redes de interacción de *Psittacanthus divaricatus* con sus respectivos hospederos en el Matorral espinoso. 36

Figura 17. Comparación de la abundancia relativa de árboles y arbustos y la abundancia relativa de árboles y arbustos que fueron hospederos de *P. divaricatus* por intervalo de altura en metros en el Bosque relicto de *Prosopis*. 38

Figura 19. Dispersión del tamaño del total de árboles y arbustos y especies hospederas de *Psittacanthus divaricatu*s en el Bosque relicto de *Prosopis.*.....41

Figura 20. Comparación de la abundancia relativa del total de árboles y arbustos de las parcelas y la abundancia relativa de árboles y arbustos que fueron hospederos de *P. divaricatus* por intervalo de altura en el Matorral espinoso.....42

Figura 21. Comparación de las abundancias relativas de las especies arbóreas y arbustivas y frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en los hospederos por intervalo de altura en el Matorral espinoso.....44

Figura 22. Dispersión de los tamaños de árboles y arbustos y los tamaños de los árboles y arbustos que fueron hospederos de *P. divaricatus* en el Matorral espinoso.....46

Figura 23. Abundancia relativa de *Psittacanthus divaricatus* por cada intervalo de diámetro de ramas del hospedero en el Bosque relicto de *Prosopis.*.....47

Figura 24. Dispersión del diámetro de ramas de las especies hospederas en el Bosque relicto de *Prosopis*.....48

Figura 25. Diámetro de ramas del hospedero y frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en el Matorral espinoso.....49

Figura 26. Dispersión del diámetro de ramas de las especies hospederas en el Matorral espinoso.....50

Figura 27. Dispersión del diámetro de ramas de las especies hospederas *Cryptocarpus pyriformis* y *Parkinsonia praecox* en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso respectivamente.....51

Figura 29. Dispersión de alturas de *Psittacanthus divaricatus* en el forófito por especie hospedera en el Bosque relicto de *Prosopis*.....53

Figura 30. Altura de establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero en el Matorral espinoso.....54

Figura 31. Alturas de establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* en el forófito por especie hospedera en el Matorral espinoso. 55

Figura 32. Dispersión de las alturas de establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* en las especies hospederas *Cryptocarpus pyriformis* y *Parkinsonia praecox* en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso respectivamente.....56

Figura 33. Abundancia relativa de *Psittacanthus divaricatus* por cada posición en las especies hospederas en el Bosque relicto de *Prosopis*.....57

Figura 34. Abundancia relativa de *Psittacanthus divaricatus* por cada posición en las especies hospederas en el Matorral espinoso. 58

Figura 35. Frecuencia relativa de *Psittacanthus divaricatus* en cada orientación geográfica en el Bosque relicto de *Prosopis*. 59

Figura 36. Orientación geográfica indicando el porcentaje de frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en el Bosque relicto de *Prosopis*. 60

Figura 37. Frecuencia relativa de *Psittacanthus divaricatus* en cada orientación geográfica en el Matorral espinoso 61

Figura 38. Orientación geográfica indicando el porcentaje de frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en el Matorral espinoso. 62

Figura 39. Abundancia relativa de los tipos de corteza (grosor y textura) de los árboles y arbustos hospederos de *P. divaricatus* en el Bosque relicto de *Prosopis*..... 63

Figura 40. Abundancia relativa de los tipos de corteza (grosor y textura) de los árboles y arbustos hospederos de *P. divaricatus* en el Matorral espinoso. 64

Figura 41. Abundancia relativa de los tipos de frutos de los árboles y arbustos que fueron hospederos de *P. divaricatus* en el Bosque relicto de *Prosopis* 65

Figura 42. Abundancia relativa de los tipos de frutos de los árboles y arbustos que fueron hospederos de *P. divaricatus*..... 66

Figura 43. Presencia de *Psittacanthus divaricatus* con relación a la altura del forófito y tipos de textura de las ramas de los hospederos en el Bosque relicto de *Prosopis*. 69

Figura 44. Presencia de *Psittacanthus divaricatus* con relación a la altura y tipos de textura de las ramas de los hospederos en el Matorral espinoso 70

Figura 45. Frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en cada intervalo de tamaño en el Bosque relicto de *Prosopis* 73

Figura 46. Frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* por cada categoría de tamaño en el Bosque relicto de *Prosopis*. 74

Figura 47. Abundancia de *Psittacanthus divaricatus* por tamaño en relación a sus hospederos en el Bosque relicto de *Prosopis*..... 75

Figura 48. Tamaños de *Psittacanthus divaricatus* por tipos de fenología de flor, en el Bosque relicto de *Prosopis*. 76

Figura 49. Abundancia relativa de *Psittacanthus divaricatus* en cada intervalo de tamaño en el Matorral espinoso. 77

Figura 50. Frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* por cada categoría de tamaño en el Matorral espinoso.....78

Figura 51. Abundancia de *Psittacanthus divaricatus* por tamaño en relación a sus hospederos en el Matorral espinoso.....79

Figura 52. Tamaños de *Psittacanthus divaricatus* por tipos de fenología de flor, en el Matorral espinoso.....80

Figura 53. Dispersión de tamaños de *Psittacanthus divaricatus* en las especies hospederas *Cryptocarpus pyriformis* y *Parkinsonia praecox* en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso respectivamente. 81

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I: Abundancia de especies arbóreas y arbustivas en el Bosque relicto de *Prosopis* 102

Anexo II: Abundancia de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Matorral espinoso.....102

Anexo III: Modelos lineales generalizados de presencia de *Psittacanthus divaricatus* en ambos ecosistemas, distribución binomial.....103

Anexo IV: Modelos lineales generalizados de abundancia de *Psittacanthus divaricatus* en ambos ecosistemas,distribución binomial negativa 107

Anexo V: Modelos lineales generalizados de tamaño de *Psittacanthus divaricatus* en ambos ecosistemas, distribución gamma. 112

RESUMEN

Psittacanthus divaricatus es una planta hemiparásita, perteneciente a la familia Loranthaceae y orden Santalales. Las especies consideradas hemiparásitos en las Santalales son conocidas como “muérdagos”. Estas especies cumplen un rol importante en la dinámica del bosque, mostrando una estrecha y positiva relación con la avifauna, a pesar de ello, existen pocos esfuerzos para el entendimiento de los factores que determinan su presencia en los ecosistemas. El objetivo de la investigación fue identificar y documentar los factores que determinan la distribución de *P. divaricatus*, así como determinar el nivel de asociación con el hospedero y la estructura poblacional de este hemiparásito en el Bosque Relicto de *Prosopis* y Matorral Espinoso del departamento de Lambayeque. Se emplearon parcelas de 10 x 10 metros siguiendo un diseño de “Adaptive sampling”, también llamado parcelas Network. Se identificó los árboles y arbustos del área de estudio, se registró la presencia de *P. divaricatus* en el hospedero por cada parcela, se midió la altura de los árboles que estuvieron dentro de las parcelas, tengan o no presencia de *P. divaricatus*, se tomaron datos tales como la posición, orientación cardinal, estadio, tipos de corteza, tipos de fruto de los hospederos (forófito) y la altura de *P. divaricatus* sobre el hospedero. Se evidenció que la altura de los árboles o arbustos y la corteza de las ramas con textura rugosa de los forófitos fueron los factores que determinaron la presencia y abundancia de *P. divaricatus*. Asimismo, el diámetro de las ramas del hospedero fue el factor que determinó el tamaño de *P. divaricatus*. En el caso del nivel de asociación en el Bosque Relicto de *Prosopis*, el arbusto *Cryptocarpus pyriformis* tuvo 33.9% de abundancia y hospedó al 80% de *P. divaricatus*; en el Matorral Espinoso, el árbol *Parkinsonia praecox* tuvo 30.5% de abundancia y fue la especie hospedera que concentró la mayor abundancia de *P. divaricatus* con 97.2%. Se determinó que *P. divaricatus* se caracterizó por tener una estructura poblacional dominada por el tamaño mediano, en ambos ecosistemas, contrario a una población con reclutamiento continuo.

Palabras clave: *Psittacanthus divaricatus*, asociación, muérdago, hemiparásito, rasgos, hospedero.

ABSTRACT

Psittacanthus divaricatus is a hemiparasitic belonging to the Loranthaceae family and Santalales order. The species consider hemiparasites in the Santalales are known as “mistletoes”. These species play an important role in the dynamics of the forest, showing a close and positive relationship with the avifauna. However, there are few efforts to understand the factors that determine their presence in ecosystems. The goal of this study was to identify and document the factors that determine the distribution of *P. divaricatus*, as well as to find the level of association with the host and the population structure of this hemiparasite in the Relict Forest of *Prosopis* and Thorny Scrubland of the Lambayeque department. In this study plots of 10 x 10 meters were used following an "Adaptive sampling" design, also called Network plots. Trees and bushes in the studied area were identified. The presence of *P. divaricatus* in the host was listed for each plot, the height of the trees that were inside the plots was measured, whether or not they had the presence of *P. divaricatus*. Data such as position, cardinal orientation, stage, bark type, fruit type, hosts (phorophyte) and height of *P. divaricatus* on the host. It was shown that the height of the trees or bushes and the branch bark with a rough host texture were the factors that determined the presence and abundance of *P. divaricatus* and the diameter of branches in the host was the factor that determined the size of *P. divaricatus*. In the case of the association level in the Relict Forest of *Prosopis*, the *Cryptocarpus pyriformis* bushes had 33.9% abundance and hosted 80% *of P. divaricatus*; in the Thorny Scrubland, the *Parkinsonia praecox* tree had 30.5% abundance, and it was the host species that concentrated the highest abundance of *P. divaricatus* with 97.2%. Finally, it was determined that *P. divaricatus* is characterized for having a population structure dominated by medium size, in both ecosystems, contrary to a population with continuous recruitment.

Keywords: *Psittacanthus divaricatus*, association, mistletoe, hemiparasite, traits, host.

I. INTRODUCCIÓN

Miembros de la familia Loranthaceae conocidos comúnmente como “muérdagos”, se caracterizan por su hemiparasitismo obligado, es decir, son plantas que realizan fotosíntesis, pero también parasitan simultáneamente a un hospedero a través de haustorios (Bell et al., 2011). Estas plantas cumplen un rol importante en la dinámica del bosque, por ejemplo, existen varios estudios que muestran una estrecha y positiva relación con la avifauna de los ecosistemas que comparten (Watson, 2002), además, la abundante hojarasca que proporciona el muérdago tiene una influencia positiva en la dinámica de nutrientes y la composición del sotobosque (March et., 2007; Watson & Herring, 2012). A pesar de esto, existen pocos esfuerzos para el entendimiento de los factores que determinan su presencia en los ecosistemas (Griebel et al., 2017). Los muérdagos son un recurso clave de los bosques, muestran una amplia gama de consumidores oportunistas de sus frutos y los principales dispersores de sus semillas son las aves (Watson, 2002).

Una característica ecológica importante de los muérdagos es su grado de especificidad con el hospedero, la mayoría de las especies de muérdago son generalistas, pero algunos muestran preferencia por una especie hospedera (Arruda, 2012). Varios factores, como los vectores de dispersión de semillas, la disponibilidad de hospederos, la abundancia de hospederos, la compatibilidad de hospederos y el nicho adecuado para el muérdago (hemiparásita), determinan la especificidad del hospedador en los muérdagos (Okbakumaichel et al., 2016). Para entender la distribución espacial de estas especies se requiere documentar su ocurrencia entre las potenciales especies hospederas (Grenfell et al., 2009).

Psittacanthus es un género de Loranthaceae cuyos haustorios (raíz modificada) penetran hasta el xilema del hospedero de donde extrae agua y sales minerales, causándole algunos trastornos que dan lugar a la formación de tumores leñosos (Pöll, 2006). En Perú, *Psittacanthus divaricatus* tiene ocurrencia en los departamentos de La

Libertad, Lambayeque, Piura, Tumbes, Ancash y Cajamarca (GBIF.org, 2020). El presente trabajo tiene por propósito identificar, documentar y analizar los principales rasgos de los hospederos de *P. divaricatus* tales como altura total, diámetro de la rama ocupada por la hemiparásita, grosor y textura de la corteza de la rama y tipo de fruto. Por otro lado, se analizó la organización espacial de *P. divaricatus* respecto a su posición en la copa del hospedero, orientación geográfica y altura de establecimiento en el forófito. Todas estas características fueron analizadas como "factores" que potencialmente influyen en la distribución de *Psittacanthus divaricatus* (Kunth) G. Don en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso del departamento de Lambayeque.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Interacción forófito- hemiparásita

Dentro de las interacciones planta/planta, una de las más interesantes es el hemiparasitismo, una interacción que implica una planta (el hemiparásito) que parasita parcialmente a otra (el forófito). En general, un forófito es aquella planta que hospeda a un parásito, hemiparásito o planta epífita (Granados et al., 2003), mientras que un hemiparásito es aquella planta que parasita a un hospedero y a su vez realiza fotosíntesis. Los muérdagos se caracterizan por ser hemiparásitos obligados, es decir que, a pesar de hacer fotosíntesis requieren parasitar al hospedero a través de los haustorios, los cuales penetran hasta el xilema y consumen el agua y minerales del hospedero (Bell et al., 2011).

Las plantas hemiparásitas (muérdagos) pueden estar desde el rango de especialistas a generalistas (Ferreira et al., 1992). Factores como los rasgos del forófito (hospedero), influyen en el establecimiento y supervivencia de los muérdagos y estos rasgos además afectan la distribución de los muérdagos entre árboles hospederos (Okubamichael et al., 2016). Los muérdagos tienden a ser generalistas en comunidades donde no hay

especies dominantes, mientras que es más probable que los muérdagos sean especialistas cuando hay dominancia de una o pocas especies de árboles (Barlow, 1977; Norton, 1998; Okubamichael et al., 2011a); por lo que la abundancia relativa de especies hospederas es un factor clave que determina el grado de especificidad del hospedador en un parásito, ya que la hipótesis de fragmentación de recursos propuesta por Jansen en 1981 sugiere que los parásitos especialistas pueden persistir en hospederos con alta abundancia relativa (es decir, con dominancia en el bosque), por el contrario, los parásitos generalistas dominan en sistemas con baja abundancia relativa de hospederos (sin dominancia de especies en el bosque), es decir con alta diversidad de hospederos (Norton, 1998; Norton et al., 1999).

Se han reportado casos donde los muérdagos parasitan árboles hospederos poco comunes puesto que desarrollan compatibilidad en el nivel genético, mecánico, fisiológico y bioquímico con el hospedero (Yan, 1993a; Yan et al., 1995). En la etapa de germinación temprana, las semillas de muérdago son conocidas por su naturaleza insensible al sitio y al forófito, es decir, germinan rápida e indiscriminadamente en cualquier sustrato, pero solo se pueden establecer cuándo se cumplen las condiciones adecuadas en el hospedero específico (Glazner et al., 1988; Yan 1993b; Rödl et al., 2002, Arruda, 2012). Luego de la germinación, la supervivencia del muérdago depende de que se adhiera y penetre con éxito en el tejido vascular del forófito (Okubamichael et al., 2016).

Los muérdagos tienden a tener una distribución agregada dentro de los hospederos, principalmente debido a sus mecanismos de dispersión (Aukema, 2003; Arce-Acosta et al., 2016). Otro aspecto interesante en la relación hemiparásito- forófito es la propensión del muérdago (hemiparásito) a parasitar a otros muérdagos, esta asociación se denomina hiperparasítismo o epiparasítismo, (Visser, 1982; Wiens et al., 1987; Mathiasen et al., 2008), los hiperparásitos son generalistas en el uso de especies hospederas, e infectan a otros hemiparásitos de manera oportunista (Krasylenko et al.,

2021); estudios han reportado que los dispersores de las semillas del muérdago (aves) podrían influenciar este fenómeno debido a su comportamiento por la búsqueda de frutos para su alimentación; por lo que la probabilidad de hiperpasitismo aumenta cuando los muérdagos comparten las mismas temporadas de fructificación, por ello la posibilidad de que el ave deposite semillas del muérdago en una especie sobre otra será mayor (Watson, 2011; Heide-Jørgensen, 2008; Krasylenko et al., 2021).

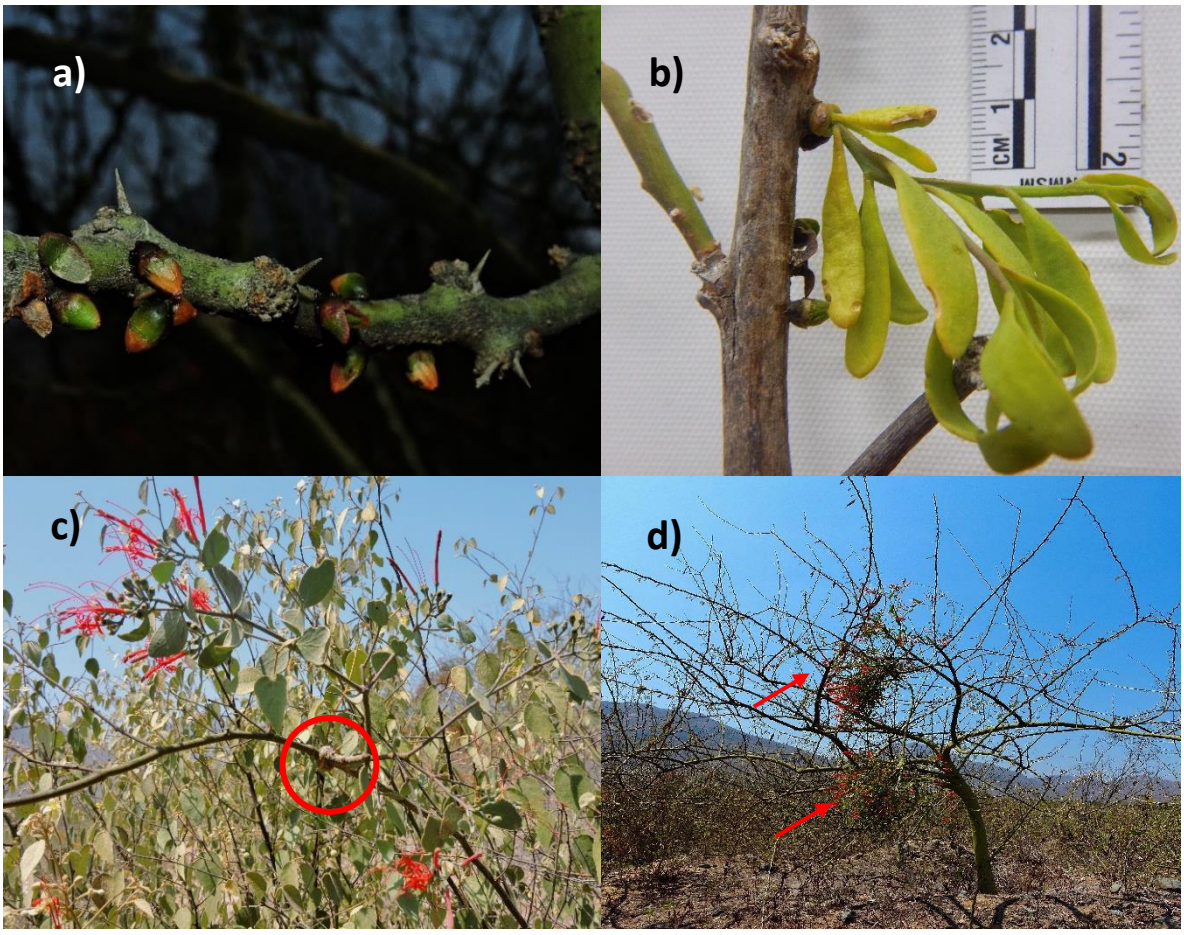


Figura 1. Interacción hemiparásita/hospedero**.** (a) Semillas de *Psittacanthus divaricatus* sobre *Parkinsonia praecox*. (b) *P. divaricatus* juvenil sobre Cryptocarpus *pyriformis*. (c) *Tristerix* sp con flores y frutos sobre *Cordia lutea*, indicando la unión de la hemiparásita en el hospedero (círculo rojo) (d) *P. divaricatus* sobre *Parkinsonia praecox,* indicando la ubicación de la hemiparásita en el hospedero (flechas rojas).

2.2 La familia Loranthaceae

En el pasado el orden Santalales contenía ocho familias, de las cuales cinco son conocidas como muérdagos, estas eran: Santalaceae, Viscaceae, Loranthaceae, Misondendraceae y Eremolepidaceae (Watson, 2001). Estudios filogenéticos recientes añadieron 13 familias al orden; cuatro de estas son nuevas para la ciencia y anteriormente se incluyeron en Santalaceae, tales como Amphorogynaceae, Cervantesiaceae, Comandraceae y Nanodeaceae (Fig.2) (Nickrent et al., 2010). El término muérdago se refiere a un grupo funcional que incluye a las especies de hemiparásitos en las santalales (Mathiasen, 2008); son mayormente polinizadas por aves e insectos y hay registros de mamíferos también (Watson, 2001). Los principales dispersores son aves que consumen el fruto y las semillas están recubiertas de una sustancia pegajosa (viscina) que permite que se establezca en las ramas del hospedero y así poder germinar (Kuijt, 2009). Los muérdagos son un grupo polifilético, es decir los miembros proceden de varios progenitores ancestrales, existen aproximadamente 1300 especies y están en todos los continentes excepto Antártida (Watson, 2001).

La familia de muérdagos más grande es Loranthaceae (73 géneros, alrededor de 900 especies), que incluye plantas parasitarias de raíz y tallo (Amico, 2000). Estudios indican que la adquisición del parasitismo aéreo en la familia Loranthaceae fue probablemente un evento más reciente que cualquiera de las otras cuatro familias consideradas muérdagos (hemiparásita), aproximadamente hace 28 millones de años; sin embargo, las Lorantaceae ancestrales probablemente fueron parásitos de raíces debido a que los géneros *Nuytsia, Gaiadendron* y *Atkinsonia* (considerados parásitos de raíces) son taxones hermanos sucesivos de los parásitos aéreos (Vidal-Russell & Nickrent, 2008). Entre las Loranthaceae aéreas, el sistema haustorial aparentemente más primitivo involucra raíces epicorticales basales (denominadas "corredores"), que crecen en forma de zarcillos a lo largo de los tallos del hospedero, produciendo haustorios a intervalos regulares. Pueden producir nuevos brotes de hojas y, a veces, inflorescencias a lo largo

de su longitud. Los corredores epicorticales pueden representar una etapa temprana en la evolución desde el parasitismo radicular terrestre hasta el parasitismo aéreo central, en el que todavía están presentes estructuras similares a las raíces que producen numerosos haustorios (Barlow, 1997).

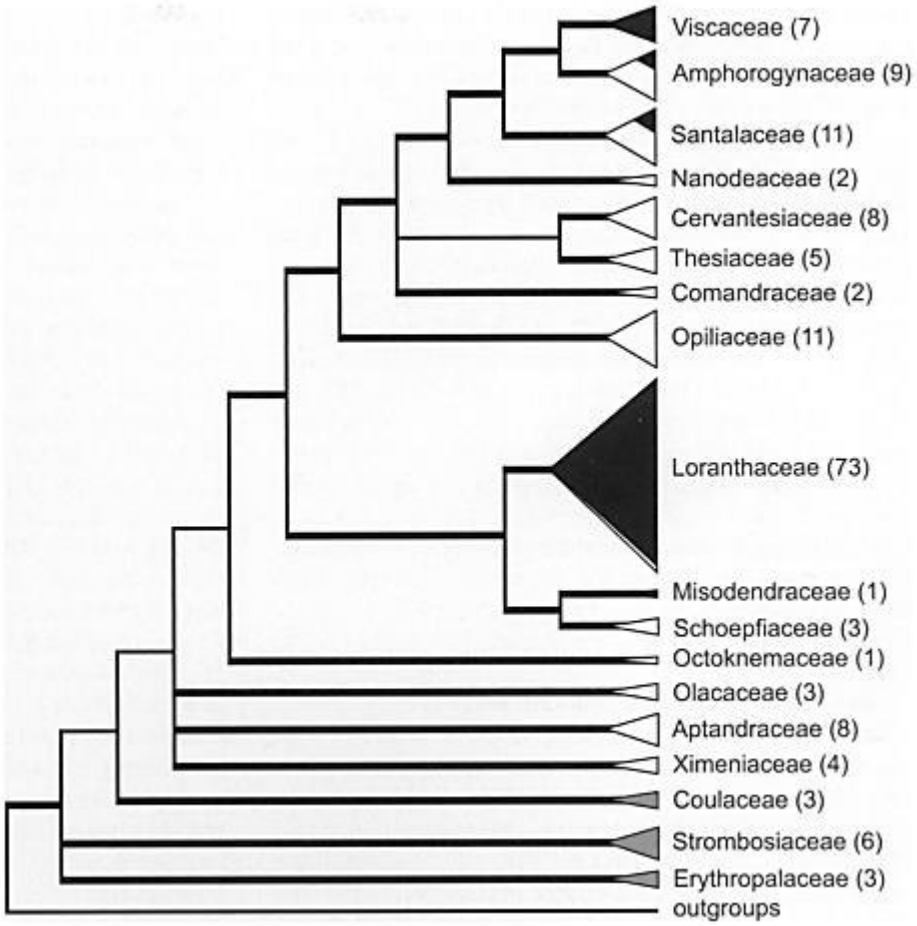


Figura 2. Árbol consenso para el orden Santalales. El tamaño de los triángulos representa el número de géneros por familia, el color negro de los triángulos representa los parásitos aéreos, el color gris los parásitos de raíz y el color blanco los que no fueron parásitos. Extraído de: Nickrent et al., 2010

2.3. Importancia de la Familia Loranthaceae

Hay una percepción controversial sobre el impacto de la presencia de las lorantáceas en los bosques. Los gestores forestales consideran su ocurrencia como negativa debido a que ocasionan la muerte del hospedero, reducen la producción de semillas y la viabilidad de las mismas (Santiago, 2015); por el contrario, los ecólogos pueden ver a esta familia como un factor favorable ya que promueve la biodiversidad puesto que son fuente de alimento para muchos animales y afectan el ciclo de nutrientes (Griebel et al., 2017).

Visto de manera beneficiosa, las Loranthaceae contribuyen a la riqueza de especies de aves, la composición de la comunidad y la función general del ecosistema (Watson, 2002). Estos efectos surgen del aumento de la provisión de recursos (néctar, fruto y follaje) (Griebel et al., 2017), que son una fuente importante de alimento para muchos animales (Watson, 2001). Asimismo, los animales ajustan sus movimientos, dietas, territorios y sitios de reproducción en relación con la abundancia y la fenología de las lorantáceas, por lo tanto, existen relaciones consistentemente estrechas entre la presencia de muérdago (Loranthaceae) y la diversidad de fauna (Barea, 2008). Las lorantáceas tienen interacción con vertebrados (aves, mamíferos), invertebrados (artrópodos) y con sus hospederos (Watson, 2001). Un claro ejemplo es que las aves, las cuales son los principales dispersores del muérdago, determinan la frecuencia de interacción de los muérdagos con sus hospederos mediante la dispersión de sus semillas a los árboles hospederos y así determinan la ubicación específica donde se colocan las semillas en los árboles, lo cual es clave para la supervivencia del muérdago (Carlo et al., 2005). Muchos de ellos representan distintos elementos estructurales en las copas de los árboles que son utilizados por muchos animales para refugiarse, descansar, anidar, hibernar o esconderse de los depredadores (Griebel et al., 2017). Por lo tanto, es importante conocer los factores que determinan su distribución ya que aumentan la heterogeneidad del paisaje. También, la interacción de los muérdagos

(Loranthaceae) aumenta la calidad de los hábitats forestales para una amplia gama de biota (Griebel et al., 2017). Además, las Loranthaceae ayudan a enriquecer el suelo, al aumentar la disponibilidad de la hojarasca, rica en nutrientes, teniendo un efecto de fertilización en el suelo (March & Watson, 2007), asimismo, la presencia de muérdago aumenta la heterogeneidad en la caída de hojarasca al suelo, esto afecta directamente a los artrópodos que viven en ella, aumentando y prolongando la disponibilidad de presas para insectívoros dependiente de los bosques (Watson & Henrring, 2012). Se puede evidenciar que los muérdagos son un recurso clave de los bosques (Watson, 2002) ya que existe una amplia gama de consumidores oportunistas de frutos de muérdago (Loranthaceae) y la popularidad como sustrato de anidación, con una amplia gama de especies de aves que anidan en ellos (Mathiasen, 2008).

Por otro lado, las Loranthaceae causan un perjuicio al hospedero debido a que los haustorios pueden causar deformación en la madera, reduciendo la vida u ocasionando la muerte del hospedero (Gutiérrez, 1986); son considerados patógenos dañinos de árboles y en muchas partes del mundo son un serio problema forestal (Geils et al., 2002); así mismo, la producción y viabilidad de las semillas se ve drásticamente reducido en un 50% y 20% respectivamente, en árboles que están altamente infectados (Santiago, 2015). Aunque algunas especies de lorantáceas son patógenos dañinos, la mayoría no impacta en cultivos y productos forestales económicamente valiosos, sino que en realidad juegan un papel clave en los ecosistemas forestales ya que sus frutos alimentan a diversas aves durante el invierno (Mathiasen, 2008). En el género *Pinus* se ha evidenciado daños en el incremento del diámetro del tronco, la producción de conos y la disponibilidad de semillas (Vásquez et al., 1982), cabe mencionar que la madera es alterada debido a la infección del hemiparásito (Loranthaceae) en consecuencia las traqueidas se reducen y distorsionan y el incremento del volumen de los radios medulares reduce la calidad de la madera (Piirto et al., 1974). En el caso de árboles frutales se registran especies tales como *Morus celtidifolia* (mora), *Prunus armeniaca*

(chabacano), *Prunus domestica* (ciruelo), *Prunus persica* (durazno), *Prunus serotina* (capulí), entre otras, que se ven afectadas por la infección ya que ocasionan deformación de las ramas, un lento decaimiento y reducción del desarrollo del hospedero (Pérez, 2006). El cambio climático también es un factor de mortalidad en los árboles con muérdagos (Loranthaceae) ya que hay un aumento de sequías y olas de calor que reducen significativamente las tasas de secuestro de carbono en los bosques (Reichstein et al., 2013) y el uso no regulado del agua de los muérdagos probablemente contribuiría a la exageración de la cavitación de los vasos que podría finalmente provocar la falla del sistema de transporte hídrico, así como a limitar la disponibilidad de carbono en el hospedero (Griebel et al., 2017). Debido al establecimiento del muérdago (Loranthaceae) habría un crecimiento retardado del hospedero como consecuencia del cierre del estoma y reducción de la absorción de carbono (Glatzel & Geils, 2009). De hecho, los altos niveles de infestación reducen el crecimiento de la altura y el diámetro del hospedero (Mathiasen et al. 1990), suprimen la producción reproductiva y el éxito de la germinación (Sproule, 1996), aumentan el estrés hídrico y reducen la vitalidad del hospedador (Sala et al. 2001).

A pesar de esto, otras investigaciones demuestran que el efecto del muérdago en sus hospederos es insignificante con severidad baja o media (Queijeiro et al., 2019). Estudios realizados por Watson (2002), relacionan la densidad del muérdago con la diversidad de aves, ya que éstas utilizan al muérdago (Loranthaceae) en múltiples funciones como fuente de alimento, descanso o anidamiento. Por lo tanto, las Loranthaceae (muérdago) juegan un rol importante en el bosque ya que posibilitan estas redes de interacción que mantienen la diversidad y estabilidad de comunidades biológicas en estos ecosistemas.

2.4 Descripción del género *Psittacanthus* Mart.

El género *Psittacanthus* es el más grande de la familia Loranthaceae, habita en zonas templadas y tropicales del Nuevo Mundo, con un amplio grupo de hospederos (Castillo

et al., 2018). En Perú se tiene registros de las *especies P. amazonicus, P. calcaratus, P. chanduyensis, P. coccineus, P. collum-cygni, P. cordiae, P. corynocephalus, P. crassifolius, P. krausei, P. oblongifolius, P. pangui, P. peculiaris, P. truncatus, P. tumbecensis, P. wiensii, P. zonatus* (Trópicos, 2022) y se han registrados distribuciones en los departamentos de Loreto, Ancash, Cuzco, Huánuco, Lambayeque, La Libertad, Tumbes y Piura (León, 2006). *Psittacanthus* agrupa arbustos perennes, con hojas alternas y simples, estipuladas y comúnmente decusadas, de forma variable que va de falcada hasta ovada u obovada. La inflorescencia es terminal o axilar, en umbela o racimo indeterminado con varias triadas o diadas de flores hermafroditas (Gómez et al., 2011). Este género se caracteriza por tener flores grandes de color rojo, amarillo o anaranjado y generalmente los haustorios y otras partes de esta planta son bastante voluminosos, el fruto es una baya grande, azulada a negruzca, con una semilla rodeada por abundante tejido viscoso llamado viscina, el cual recubre las semillas (Kuijt, 2009 & Gómez et al., 2011). En *Psittacanthus*, como en otros géneros de muérdago, ocasionalmente encontramos referencias en etiquetas de herbario que refieren a las plantas de *Psittacanthus* creciendo en las ramas de árboles muertos (Kuijt, 2009).

2.5. Descripción de *Psittacanthus divaricatus* (Kunth) G. Don

Psittacanthus divaricatus es sinónimo de *Psittacanthus linearis* (Killip) J.F. Macbr. (Chrostowski 7-13, LEA) (Kuijt et al., 2005*), Loranthus divaricatus* Kunth, *Hemiarthron divaricatum* (Kunth), entre otros (Kuijt, 2009). La especie *P. divaricatus* se caracteriza por tener pétalos escarlatas brillantes y hojas glaucas, y es la única especie del género *Psittacanthus* nativa de la zona costera de Ecuador y el norte de Perú (Fig. 3) (Kuijt, 2009), en Perú se tiene el registro de ocurrencia en los departamentos de La Libertad, Lambayeque, Piura, Tumbes, Ancash y Cajamarca (GBIF.org, 2020). Se considera que sus principales hospederos son *Prosopis, Parkinsonia,Morisonia, Acacia, Scutia, Waltheria* (Fieldmuseum.org, 2020; GBIF.org, 2020).



Figura 3. *Psittacanthus divaricatus* en el Bosque relicto de *Prosopis* y el Matorral espinoso del departamento de Lambayeque. **(a)** y **(b)** *P. divaricatus* en floración sobre *Parkinsonia praecox*. **(c)** Flores y hojas glaucas de *P. divaricatus.* **(d)** Inflorescencia característica de *P. divaricatus.*

III. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

- Determinar los factores que influyen en la distribución de la especie *Psittacanthus divaricatus* en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso del departamento de Lambayeque.

3.2. ESPECÍFICOS

- Identificar las especies de hospederos de *Psittacanthus divaricatus* y su nivel de asociación.
- Identificar las características del hospedero y los factores que propician el establecimiento exitoso de *Psittacanthus divaricatus*.
- Determinar la estructura poblacional (estadio, tamaño) de *Psittacanthus divaricatus* en el área de evaluación.

IV. HIPÓTESIS:

H0: La distribución de *Psittacanthus divaricatus* es independiente a las especies hospederas, el tamaño de los árboles y arbustos, diámetro de las ramas, textura de la rama y tipo de fruto del hospedero.

H1: La distribución de *Psittacanthus divaricatus* es dependiente a las especies hospederas, el tamaño de los árboles y arbustos, grosor de las ramas, textura de la rama y tipo de fruto del hospedero.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDIO

5.1.1. Departamento de Lambayeque – Perú

El departamento de Lambayeque se ubica en la costa norte del Perú en la parte noroccidental, a 765 km de la capital (Lima), entre las coordenadas geográficas 5°28'36" S y 7°14'37" S y 80°37'23" W (MINAM, 2012). Por el norte limita con el departamento de Piura, por el este con Cajamarca, por el sur con el departamento de La Libertad y por el oeste, con el océano Pacífico (INEI, 2018). La ciudad de Chiclayo es la capital del departamento y está ubicada al norte del valle del río Reque y posee un clima cálido y desértico (IGP, 2021), el mes con temperatura más alta es febrero con 28.8°C, la temperatura más baja se da en el mes de setiembre con 15.4°C y llueve con mayor intensidad en el mes de marzo (9.31 mm/mes) (SENAMHI, 2020). Se caracteriza por tener unidades de vegetación tanto de bosques como matorrales. Los bosques pueden ser secos o húmedos y la vegetación predominante son arbustos tales como *Morisonia scabrida* (también denominada *Colicodendron scabridum* por Cornejo, 2018) "sapote", *Vachellia macracantha* "faique", *Parkinsonia aculeata* "látigo de cristo", entre otros. En el caso de la unidad de vegetación arbustiva, se encuentra diferentes tipos de matorrales, tales como matorral seco, matorral húmedo, matorral subhúmedo, entre otros. Las plantas predominantes en esta zona son *Cordia lutea* "overo"*, Bursera graveolens* "palo santo"*, Loxopterygium huasango* "hualtaco", y un arbusto conocido como *Ximena americana* "limoncillo", entre otros (MINAM, 2012). Cabe resaltar que el estudio se realizó entre los meses de agosto y setiembre del año 2019, correspondiendo a la época seca.

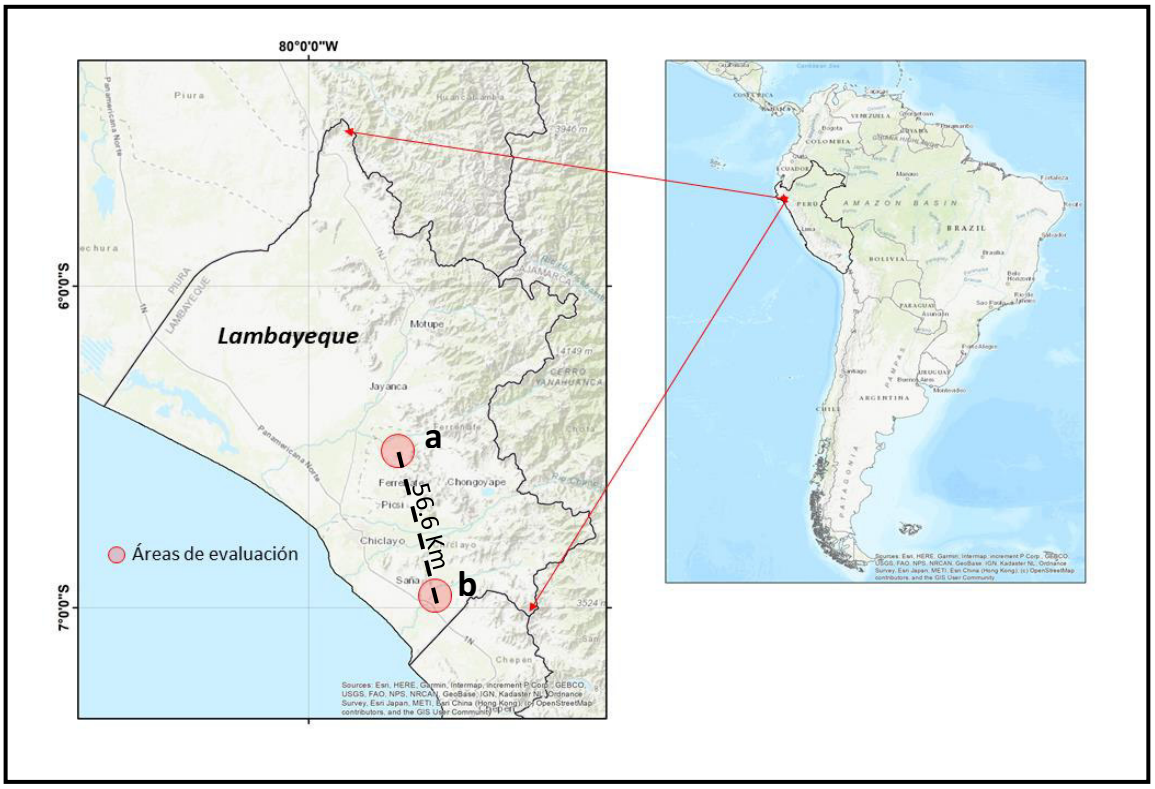


Figura 4. Ubicación del área de estudio. Departamento de Lambayeque. **a)** Matorral espinoso (Ferreñafe), **b)** Bosque relicto de *Prosopis* (Rafán), mostrando una distancia de 56.6 km entre las áreas de estudio.

5.1.2. Boque relicto de *Prosopis* del departamento de Lambayeque

El bosque relicto de *Prosopis* en el centro poblado de Rafán distrito de Lagunas, provincia de Chiclayo entre las coordenadas geográficas 7°1'38.47"S y 79°41'3.04"O, con altitudes de 100 a 135 m.s.n.m. El bosque relicto o fragmentos de bosque son ecosistemas frágiles que en el pasado fueron un todo continuo (Weigend et al., 2005) (Fig. 5). Se caracteriza por condiciones de escasa humedad e incluyen plantas leñosas arbóreas y arbustivas, espinosas o no y cactáceas (Huaripata, 2012). Se encuentran especies como *Beautempsia avicenniifolia* "vichayo", *Maytenus obovata* "arrayancillo", *Vachellia macracantha* "faique" entre otras.



Figura 5. Bosque relicto de *Prosopis* en el departamento de Lambayeque. Se evidencia la presencia de *Cryptocarpus pyriformis* y *Maytenus orbicularis*.

5.1.3. Matorral espinoso del departamento de Lambayeque

El matorral espinoso está ubicado en el distrito de Ferreñafe, provincia de Ferreñafe entre las coordenadas geográficas 6°30'48.35"S y 79°41'37.49"O, con altitudes de 24 a 30 m.s.n.m. Se caracteriza por tener un relieve plano en el fondo de los valles aluviales e inclinado hasta en los piedemontes (Ochoa, 2012; Tejada et al., 2016) (Fig. 6). Usualmente se encuentran especies arbóreas y arbustivas con alturas no mayores a 5m, en este caso se le denomina “espinoso” por poseer leguminosas con espinas, pero otros casos también se reportan cactáceas (Ponce et al., 2016). Entre las principales especies se encuentra a *Parkinsonia praecox* “palo verde”, *Prosopis pallida* “algarrobo”, *Morisonia scabrida* “sapote”, *Beautempsia avicenniifolia* “vichayo”, *Cordia lutea* “overo” (Ochoa, 2012; Tejada et al., 2016).



Figura 6. Matorral espinoso en el departamento de Lambayeque. Se evidencia la presencia de *Parkinsonia praecox.*

5.2. MATERIALES

5.2.1. De Campo:

Se utilizó un receptor GPS marca Garmin 64S, el cual nos proporcionó la ubicación precisa del área de estudio en el que se trabajó; para la medición de las parcelas, se utilizó una wincha de una longitud de 100 metros; para determinación de la altura de los árboles hospederos se utilizó un *measuring pole*, el cual nos proporcionó datos más precisos; se empleó una cámara fotográfica para obtener fotos del lugar, de los hospederos y de *Psittacanthus divaricatus*, los binoculares ayudaron a una mejor visión de *Psittacanthus divaricatus* ya que algunos estaban ubicados en partes altas del hospedero y con copas densas; se utilizó cinta *flagging*, para marcar las parcelas de estudio, plumones marcadores, libreta de campo y brújula. Se realizaron colectas bajo la autorización N° 374-2017-SERFOR/DGGSPFFS, tanto de los hospederos como de

los ejemplares de *Psittacanthus divaricatus,* para lo cual se utilizaron tijeras de podar. Para el secado de las muestras se empleó papel periódico, al que luego se adicionó alcohol de 70° para conservar la muestra antes de ser secada en la estufa; sílica gel y pequeños sobres de papel fueron utilizados para conservar material biológico de *Psittacanthus divaricatus* y hospedero, las muestras serán depositadas en el Herbario San Marcos del Museo de Historia Natural (USM).

5.3. MÉTODOS

5.3.1. Diseño de muestreo

Para obtener la muestra del área de estudio se utilizó el método de *"Adaptive sampling"* (Fig. 7), también llamado parcelas Network (Krebs, 2013), este método consiste en seleccionar parcelas de 10 x 10 metros que contengan el organismo raro de interés, en este caso *Psittacanthus divaricatus*; se considera un organismo raro a aquella especie que no se encuentra repartida homogéneamente en toda el área de estudio, sino que se encuentra formando grupos espaciados, por lo tanto, esto hace que sea difícil usar un método aleatorio para su evaluación. Se añaden parcelas adicionales del mismo tamaño alrededor de la parcela original y se continúa agregando parcelas nuevas hasta que la especie de interés ya no esté presente, de manera tal que no se puede definir un número de cuadrantes a priori. Se seleccionaron un total de 97 parcelas, 47 en el Bosque relicto *Prosopis* y 50 en el Matorral espinoso.

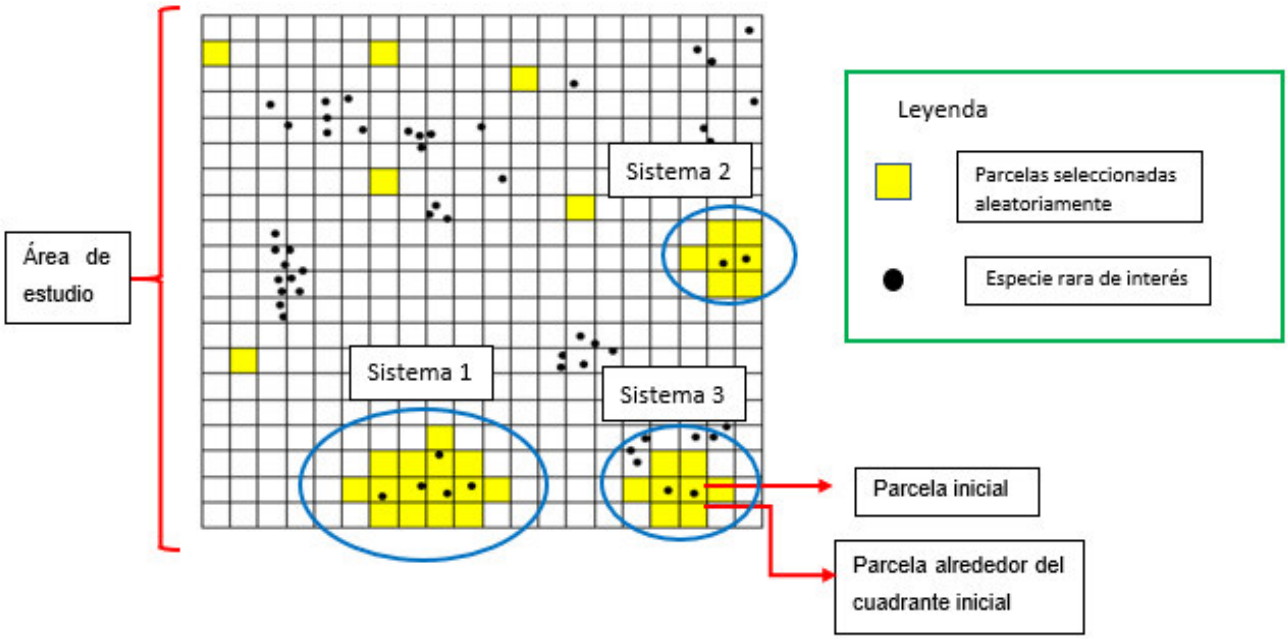


Figura 7. Diseño Adaptive Sampling. Extraído de: Krebs, 2013. Detalles en el texto 5.3.1.

5.3.2. Identificación de los hospederos y su nivel de asociación con *Psittacanthus divaricatus*

Se procedió a identificar y contabilizar en campo las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas por cada parcela del área de estudio (Anexo I), si existía alguna duda de alguna especie se procedía a colectar las muestras para que posteriormente sean identificadas con claves taxonómicas en el herbario USM. Seguidamente, para evaluar el nivel de asociación, se realizó un registro de la presencia de *P. divaricatus* en el hospedero por cada parcela, para ello se utilizó binoculares ya que en muchos casos *P. divaricatus* se encontraba en hospederos con gran altura y follaje denso, haciendo difícil la visualización directa de la planta.

5.3.3. Características de los hospederos y factores que influencian la distribución y establecimiento de *Psittacanthus divaricatus*

Para evaluar las características de los hospederos y los factores que influencian el establecimiento de *P. divaricatus*, se registraron las especies de las parcelas evaluadas (5.3.1). Se procedió a medir la altura de los árboles o arbustos que estuvieron dentro de las parcelas, tengan o no presencia del hemiparásito, seguidamente se midió el diámetro de las ramas de los árboles o arbustos con presencia del hemiparásito, los tipos de cortezas de las ramas (Fig. 8), la posición, es decir si *P. divaricatus* estaba ubicado en el centro o exterior del hospedero, la orientación cardinal de *P. divaricatus* en el hospedero y finalmente la altura en la que se ubicó éste en el hospedero.



Figura 8. Tipos de corteza de las plantas leñosas en ambos ecosistemas**.** (a) Corteza rugosa. (b) Corteza fisurada. (c) Corteza agrietada. (d) Corteza lisa.

5.3.4. Evaluación de la estructura poblacional de *Psittacanthus divaricatus*

Para la evaluación de la estructura poblacional del *P. divaricatus* se registraron los tamaños de éste para cada área de estudio. Luego de ello, se verificó el estadio fenológico en el que se encontraba, sea vegetativo, en floración o fruto, la característica de la flor (si estaban abiertas o cerradas). Todo ello con el propósito de verificar las abundancias de la clase de tamaños de *P. divaricatus* en el bosque (Dawson, 1990).

5.3.5. Procesamiento de datos

5.3.5.1. Nivel de asociación de *Psittacanthus divaricatus* con sus forófitos

Para el procesamiento de la información se usaron los softwares Microsoft Excel®, RStudio 1.4.17.17, Minitab 19, PAST 4.09 y ORIANA 4. Para identificar el nivel de asociación de *Psittacanthus divaricatus* con las especies hospederas. La abundancia relativa porcentual de *P. divaricatus* (hemiparásito) en cada especie de forófito (hospederos). La abundancia relativa porcentual es la proporción de individuos por especie con respecto al total, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Ab\% = \frac{ni}{N} x100 \ ,$$

donde ni, es el número de individuos por especie y N es el número de individuos totales de la muestra (Salazar et al., 2018) de los árboles y arbustos de la zona y se hizo una comparación utilizando una prueba de chi cuadrado (Sokal & Rohlf, 1995; Mujica et al. 2010).

5.3.5.2. Características de los hospederos y factores que influencian la distribución y establecimiento de *Psittacanthus divaricatus*

Se describió las especies hospederas según la forma de crecimiento y tamaño. Se realizaron diagramas de barras con las abundancias relativas según rangos de alturas, y diagramas de caja de las especies de árboles y arbustos según las alturas, esto

permite analizar si *P. divaricatus* era más frecuente en algún tamaño particular de hospedero. Asimismo, en el caso de los otros factores que propician el establecimiento de *P. divaricatus* (orientación cardinal, posición, corteza, tipos de fruto del hospedero y diámetro de la rama), se utilizaron diagramas de barras con las abundancias relativas y diagramas de caja por especie hospedera.

Para evaluar los factores que influencian la distribución y establecimiento de *P. divaricatus*, se evaluaron los factores que influyen la presencia, abundancia y tamaño de *P. divaricatus*, se realizaron modelos lineales generalizados (GLM), con el paquete lme4 (Bates et al., 2015) y multicomp (Hothornet al., 2008) en RStudio. En el primer caso de presencia de la hemiparásita, los modelos se ajustaron a una distribución binomial de Bernoulli (Balzarini et al., 2011; Johnson, 2011). En el segundo caso, abundancia de la hemiparásita se ajustó a una distribución binomial negativa (Johnson, 2011). Para el último caso, el tamaño de hemiparásita los modelos se ajustaron a una distribución Gamma (Mendenhall et al, 2010). Los mejores modelos se seleccionaron usando el criterio de información de Akaike (AIC) (Akaike, 1977; Burnham & Anderson, 2001). Se verificó que los mejores modelos no presenten colinealidad entre las variables. Para determinar la significancia de cada variable en los modelos seleccionados se usó un ANOVA con estadístico Chi-cuadrado (Sokal & Rohlf, 1995). Finalmente se realizaron test de Tukey para cada variable cualitativa (Watson et al., 2009) presente en los modelos seleccionados para determinar las diferencias entre sus respectivas categorías.

Para evaluar los factores que influyen en la presencia de *P. divaricatus* se realizó una prueba de distribución binomial. Se construyeron los modelos, se mantuvo la variable Localidad porque tuvo una interacción con la variable Altura de los hospederos considerando un criterio ecológico. Se realizaron varias combinaciones para ver que variables realmente influenciaban en la variable respuesta, en este caso la presencia de *Psittacanthus divaricatus*. Se eligió el modelo con menor AIC que no tenga colinealidad.

Para las variables categóricas, en este caso Localidad y Textura de la rama del hospedero, se utilizó una prueba de Tukey para evaluar la influencia de las diferentes categorías, es decir si alguna categoría tiene algún efecto diferente en comparación a las otras categorías. Para determinar la significancia de los coeficientes, se realizó un ANOVA Chi cuadrado, esto con el fin de ver la significancia de las variables generales.

Para evaluar los factores que influyen en la abundancia de *P. divaricatus* se siguieron los mismos pasos que para los modelos de presencia, pero en este caso se realizó una prueba binomial negativa. Se realizaron tablas de las significancias independientes con la prueba Tukey y se realizó una prueba ANOVA con chi cuadrado para ver la significancia de las variables generales.

Para evaluar los factores que influyen en el tamaño de *P. divaricatus* se construyeron modelos, en este caso se ajustó a una distribución Gamma, el mejor modelo según el AIC es el que solo incluye el diámetro y establecimiento. Se usó un ANOVA, chi cuadrado para ver la significancia de las variables.

5.3.5.3. Evaluación de la estructura poblacional de *P. divaricatus*

Para determinar la estructura poblacional se realizaron diagramas de barras, los cuales verificaron los tamaños predominantes en *Psittacanthus divaricatus* y diagramas apilados según los tamaños de *P. divaricatus* que se hallaron en las especies hospederas, se calculó un promedio y desviación estándar por sistema elaborado, estos valores fueron comparados utilizando una prueba de U de Mann-Whitney y Kruskal Wallis, según la normalidad de los datos que fueron determinados utilizando la prueba de Shapiro Wilk (Sokal & Rohlf, 1995). Se usó una clasificación por los rangos de tamaño de *P. divaricatus*, las cuales fueron juvenil, pequeño, mediano y grande (Norton & Ladley, 1997).

VI. RESULTADOS

6.1. Identificación de las especies de hospederos de *Psittacanthus divaricatus* y su nivel de asociación

6.1.1. Descripción de las especies hospederas

- **Bosque relicto de *Prosopis***

En esta zona se registraron 110 individuos de *Psittacanthus divaricatus* y se encontraron cuatro especies hospederas, la más abundante con 33.9% de abundancia relativa fue *Cryptocarpus pyriformis,* conocido comúnmente como arbusto de sal o monte salado (Wiggins & Porter, 1971), pertenece a la familia Nyctaginaceae y se caracteriza por ser de porte arbustivo con hojas gruesas y el perianto campanulado, tiene generalmente de 4 a 5 lóbulos, posee de 4 a 5 estambres, el estilo es muy corto y sus estigmas fimbriados. La altura promedio de las plantas de *Cryptocarpus pyriformis* evaluadas en campo fue de 1.6 metros, hay registro de ocurrencia en Perú, Islas Galápagos, Bolivia y Ecuador (Bittrich et al., 1993). Esta especie albergó a 88 de los 110 individuos de *Psittacanthus divaricatus* (80% de las hemiparásitas registradas). El 24.6% de los *C. pyriformis* presentaron hemiparásitos en las parcelas en esta zona.

La segunda especie registrada como hospedera de *P. divaricatus* fue *Maytenus orbicularis*, la cual representa el 28.8% de las plantas leñosas evaluadas en las parcelas. *Maytenus orbicularis* es una especie que pertenece a la familia Celastraceae y se caracteriza por tener un porte arbustivo muy ramificado de hasta 3 m de alto, posee una corteza externa finamente fisurada de color gris claro a blanquecino, hojas simples y alternas con un ápice obtuso o redondeado, sus frutos son una cápsula de 1 a 4 semillas (Marcelo-Peña et al., 2010). La altura promedio de los arbustos de *Maytenus orbicularis* registrados en campo fue de 2.7 metros y esta especie concentró a 11 individuos de *Psittacanthus divaricatus* (10%). El 11.8% de los arbustos de esta especie presentaron hemiparásitos.

Prosopis pallida tuvo una abundancia relativa de 6.8% en el bosque, pertenece a la familia Fabaceae*,* se caracteriza por ser de porte arbóreo, puede medir hasta 20 m de altura, las hojas son bipinnadas, posee inflorescencias racemosas cilíndricas, los frutos son legumbres indehiscentes, relleno de una pulpa dulce, recto a ligeramente falcado (Dostert et al., 2012). Los registros de altura promedio de *Prosopis pallida* tomados en campo fueron de 6.5 metros y presentó sólo a un individuo de *Psittacanthus divaricatus* (0.9%). El 0.8% de *P. pallida* tuvieron hemiparásitos.

La última especie hospedera fue *Vachellia macracantha* con un 2.9% de abundancia relativa en el bosque, pertenece a la familia Fabaceae, se caracteriza por ser un árbol leñoso, Loján (1992) manifiesta que en un bosque denso puede alcanzar alturas de hasta 12 m, posee tallos color marrón oscuro, con ramas marrones-verdosas, espinas alargadas sus frutos son vainas medianas y curvadas de color marrón oscuro, con semillas verdosas (Guerrero et al., 1993). La altura promedio de las *Vachellia macracantha* registradas en campo fue de 2.6 metros y esta especie albergó a 10 individuos de *Psittacanthus divaricatus* (9.1%). El 0.8% de las *V. macracantha* tuvieron hemiparásitos.

Tabla 1. Abundancia de plantas leñosas, abundancia de forófito frecuencia de hemiparásita y altura promedio de forófito en el Bosque relicto de *Prosopis*

Especies	Abundancia total	Abundancia de forófito	Abundancia de *P. divaricatus*	Altura promedio (m)
Cryptocarpus pyriformis	33.9	24.6	80.0	1.6
Morisonia orbicularis	28.8	3.4	10.0	2.7
Prosopis pallida	6.8	0.8	0.9	6.5
Vachellia macracantha	2.5	0.8	9.1	2.6

- **Matorral espinoso**

En esa zona se registraron 318 individuos de *P. divaricatus* y se reportaron cinco especies hospederas, la más abundante fue *Parkinsonia praecox* con un 36.6% de la

abundancia relativa, también se tuvo registros de *Morisonia scabrida, Vachellia macracantha* y *Cryptocarpus pyriformis,* especies que también fueron encontradas en el Bosque relicto de *Prosopis*, con porcentajes de abundancia relativa de 7.3%, 4.5% y 0.2%, respectivamente.

Parkinsonia praecox pertenece a la familia Fabaceae, se caracteriza por ser un pequeño árbol deciduo en invierno, que llega a alcanzar hasta los cuatro metros de altura (Montaña et al.1997), presenta ramas de un color amarillo verdoso, las hojas son sésiles o pecioladas, bipinnadas y posee frutos legumbre (Labrada, 2005). Se caracteriza por tener el tallo de color verde muy ramificado desde la base, espinas caulinares (Aristeguieta, 1973; Roth, 1992; Scoones, 1993). La altura promedio de *Parkinsonia praecox* fue de dos metros y albergó a la mayor abundancia de *Psittacanthus divaricatus* con 309 individuos (96.86%). El 15.9% de *P. praecox* tuvieron hemiparásitos.

Morisonia crotonoides (denominada también *Cappariсordis crotonoides* según Cornejo, 2018), pertenece a la familia Capparaceae, se caracteriza por tener un porte arbustivo y puede llegar a medir hasta 4 m de altura, posee hojas ampliamente cordadas, de color verde oscuro en la parte superior, de color blanco verdoso, posee flores en racimos cortos, actinomórficas de color amarillo limón posee de 6 a 8 estambres. Esta especie es común en los desiertos costeros, sabanas y bosques andinos secos del norte de Perú y el oeste de Ecuador al oeste de los Andes (Iltis et al., 2007). La altura promedio de *M. crotonoides* registrada en campo fue de 1.5 metros, y tuvo una abundancia relativa de 30.5%. *M. crotonoides* albergó al 0.3% de abundancia relativa de *Psittacanthus divaricatus*. El 0.2% de *M. crotonoides* tuvieron hemiparásitos.

Morisonia scabrida pertenece a la familia Capparaceae, tuvo una abundancia de 7.3% en el bosque, esta es una de las especies de mayor adaptabilidad a ecosistemas desérticos; pertenece a la flora de los bosques secos del norte del Perú, y centro y sur del Ecuador (Mostacero et al., 2009). Considerado arbusto, mata postrada o árbol de hasta 9 metros de alto y 12 centímetros de diámetro (DAP) posee un tallo compacto, y

una copa amplia las hojas son alternas y pecioladas, sus flores están dispuestas en racimos- corimbiformes, con frutos baya (Rodríguez et al., 2007). Los registros de la altura promedio obtenidos en campo fue de 2.3 metros. *M. scabrida* albergó al 0.9% de abundancia relativa *Psittacanthus divaricatus*. El 0.4% de *M. scabrida* tuvieron hemiparásitos.

Vachellia macracantha tuvo 4.5% de abundancia relativa en el Matorral espinoso, esta especie albergó una abundancia relativa de 1.3% de *Psittacanthus divaricatus. V. macracantha* también fue registrada en el Bosque relicto de *Prosopis.* El 0.4% de *V. macracantha* tuvieron hemiparásitos. Los registros de la altura promedio obtenidos en campo fueron 2.4 metros. *V. macracantha* albergó al 1.3% de abundancia relativa *Psittacanthus divaricatus*. El 0.4% de *V. macracantha* tuvieron hemiparásitos.

Cordia lutea, pertenece a la familia Boraginaceae, se caracteriza por ser un arbusto de hasta 7,5 m de altura y poseer hojas pubescentes, simples y alternas de forma ovada elíptica, posee inflorescencias en panícula y su fruto es una baya de color blanquecino con dos semillas y un mesocarpio gomoso con semillas duras leñosas (García, 2009). La altura promedio registrada en campo fue de 1.5 metros, tuvo un porcentaje de abundancia relativa de 2.6% y una ocurrencia de *Psittacanthus divaricatus* de 0.3% de abundancia relativa. El 0.2% de *Cordia lutea* tuvieron hemiparásitos.

Tabla 2. Abundancia de plantas leñosas, abundancia de forófito frecuencia de hemiparásita y altura promedio de forófito en el Matorral espinoso.

Especies	Abundancia total	Abundancia de forófito	Abundancia de *P. divaricatus*	Altura promedio (m)
Parkinsonia praecox	36.6	15.9	97.2	2
Morisonia crotonoides	33	0.2	0.3	1.5
Morisonia scabrida	7.3	0.4	0.9	2.3
Vachellia macracantha	4.5	0.4	1.3	2.4
Cordia lutea	2.6	0.2	0.3	1.5

6.1.2 Nivel de Asociación de *Psittacanthus divaricatus* con los hospederos

- **Bosque Relicto de *Prosopis***

Durante la fase de exploración en esta zona se encontró cinco especies entre arbóreas y arbustivas (Anexo I) de las cuales cuatro fueron especies hospederas de *Psittacanthus divaricatus*, tales como *Cryptocarpus pyriformis, Vachellia macracantha, Maytenus orbicularis y Prosopis pallida*. La única especie leñosa sin reporte de hemiparasitísmo en esta comunidad fue *Morisonia scabrida*.

Se reportó 110 individuos de *P. divaricatus,* de los cuales 88 se registraron en *Cryptocarpus pyriformis* (80%), seguido de *Maytenus orbicularis* donde se encontró 11 individuos (10%) y *Vachellia macracantha* con 10 individuos de *P. divaricatus* (9.1%) y en *Prosopis pallida* 1 individuo de *P. divaricatus* (0.9%) (Fig. 9).

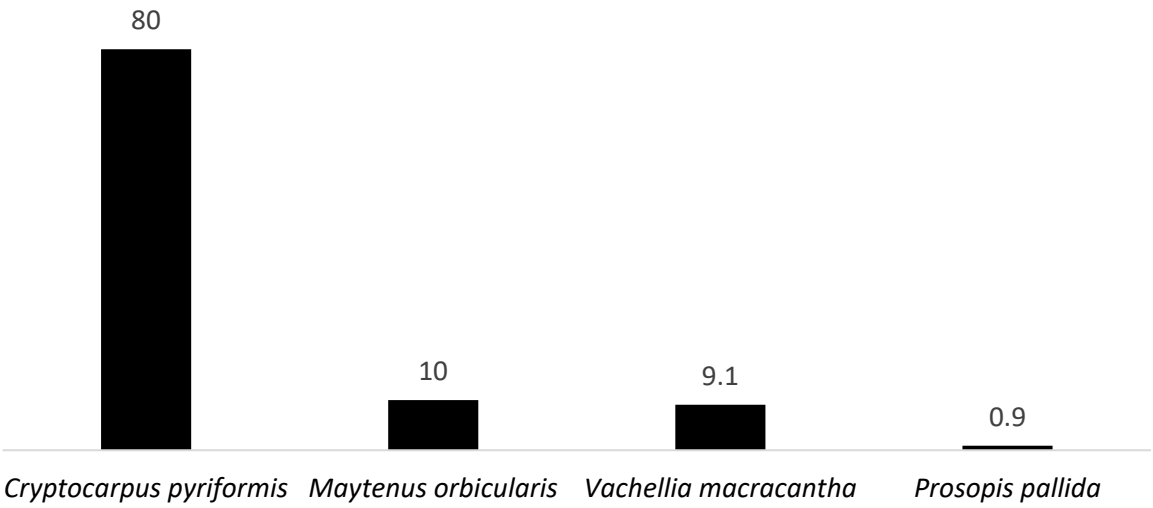


Figura 9. Frecuencia de hemiparasitismo de *Psittacanthus divaricatus* por especie de forófito en el Bosque relicto de *Prosopis*, mostrando la predominancia en *Cryptocarpus pyriformis.*

Cryptocarpus pyriformis tuvo la mayor abundancia relativa con 40 individuos (33.9%) del total de árboles y arbustos registrados en las parcelas, seguido de *Maytenus orbicularis* con un 28.8% de abundancia relativa (34 individuos) y *Morisonia scabrida* con 28% de abundancia relativa (33 individuos), la cual no tuvo presencia de *P. divaricatus* (Fig. 10).

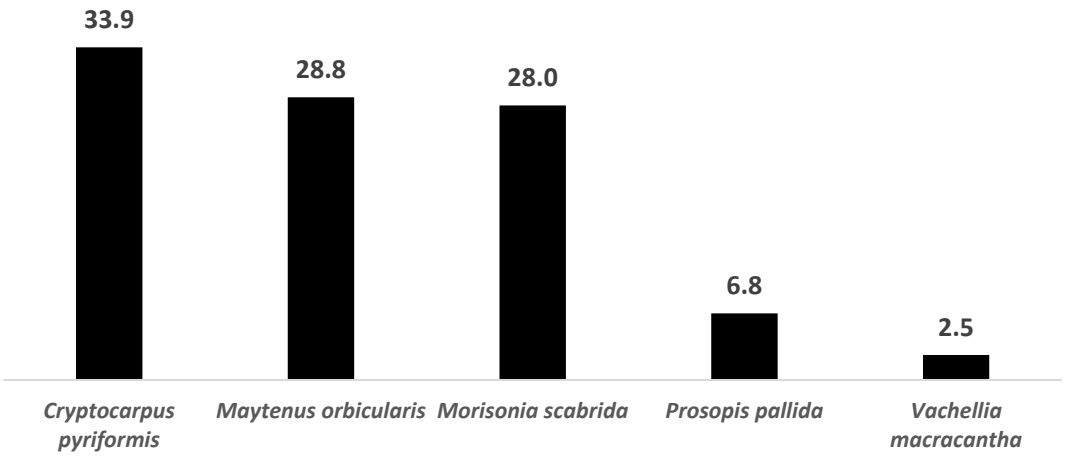


Figura 10. Abundancia relativa del total de especies de árboles y arbustos en el Bosque relicto de *Prosopis*, mostrando la predominancia en *Cryptocarpus pyriformis*.

Los resultados muestran que el 80% de *P. divaricatus* (hemiparásita) se concentró en 40 individuos de *Cryptocarpus pyriformis* (33.9%), en las demás especies de árboles y arbustos los porcentajes de abundancia de *P. divaricatus* fueron menores a la abundancia encontrada en *Cryptocarpus pyriformis.* (Figs. 11 y 12)

La hipótesis puesta a prueba fue que las frecuencias de abundancia y de presencia del hemiparásito coincidieran, de manera tal que el muérdago no mostrara predilección por ningún hospedero. El análisis de Chi cuadrado muestra que las distribuciones de abundancia del forófito y preferencia del hemiparásito no son iguales a las distribuciones esperadas (Xi^2= 63.572, $p<0.001$), por lo tanto, la hipótesis no fue aceptada puesto que hay una diferencia entre los valores, como se puede examinar en la Tabla 3, por ejemplo,

Maytenus orbicularis presentó un valor alto abundancia relativa de árboles y arbustos en las parcelas (28.8%), pero presentó 10% de abundancia relativa de la hemiparásita, un valor inferior a lo esperado, en el caso de *Morisonia scabrida* también presentó un valor alto de abundancia relativa (28%), pero no tuvo presencia de la hemiparásita por lo que también presentó un valor inferior a lo esperado, *Vachellia macracantha* presenta un caso interesante ya que tuvo el menor valor de abundancia relativa (2.5%), pero se evidenció que la hemiparásita presentó un 9.1% de abundancia relativa, un valor superior a lo esperado.

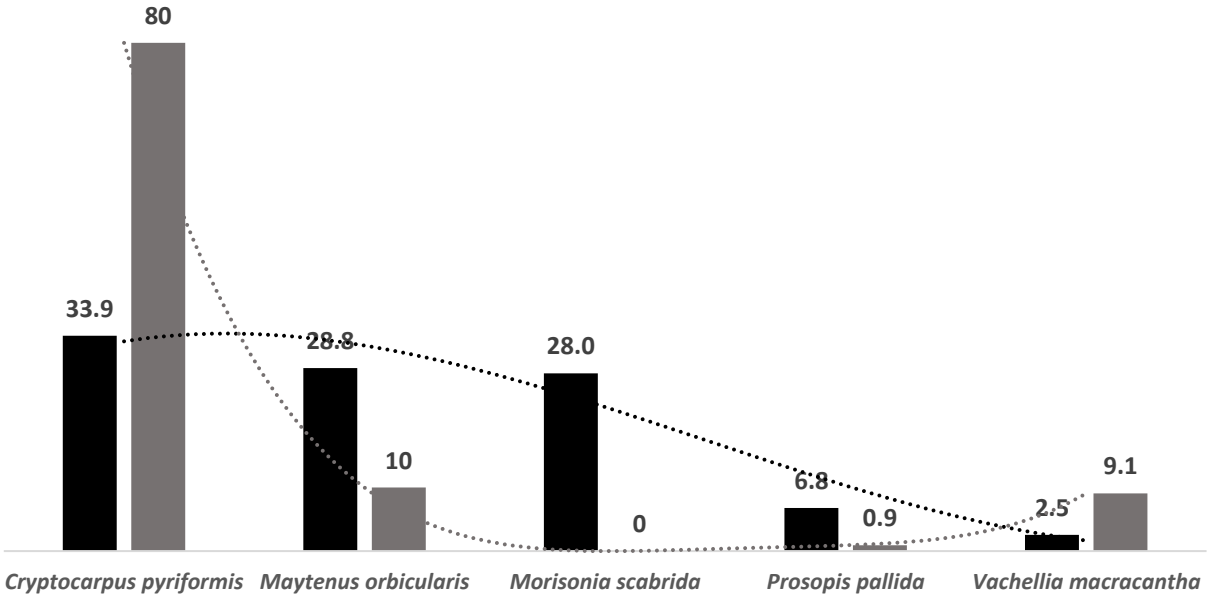


Figura 11. Comparación de las abundancias relativas de las especies de árboles y arbustos (negro) y frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero (gris), con curvas de color que corresponden a un ajuste polinómico de 3 grados, en el Bosque relicto de *Prosopis,* mostrando la predominancia de *Psittacanthus divaricatus* en *Cryptocarpus pyriformis*.

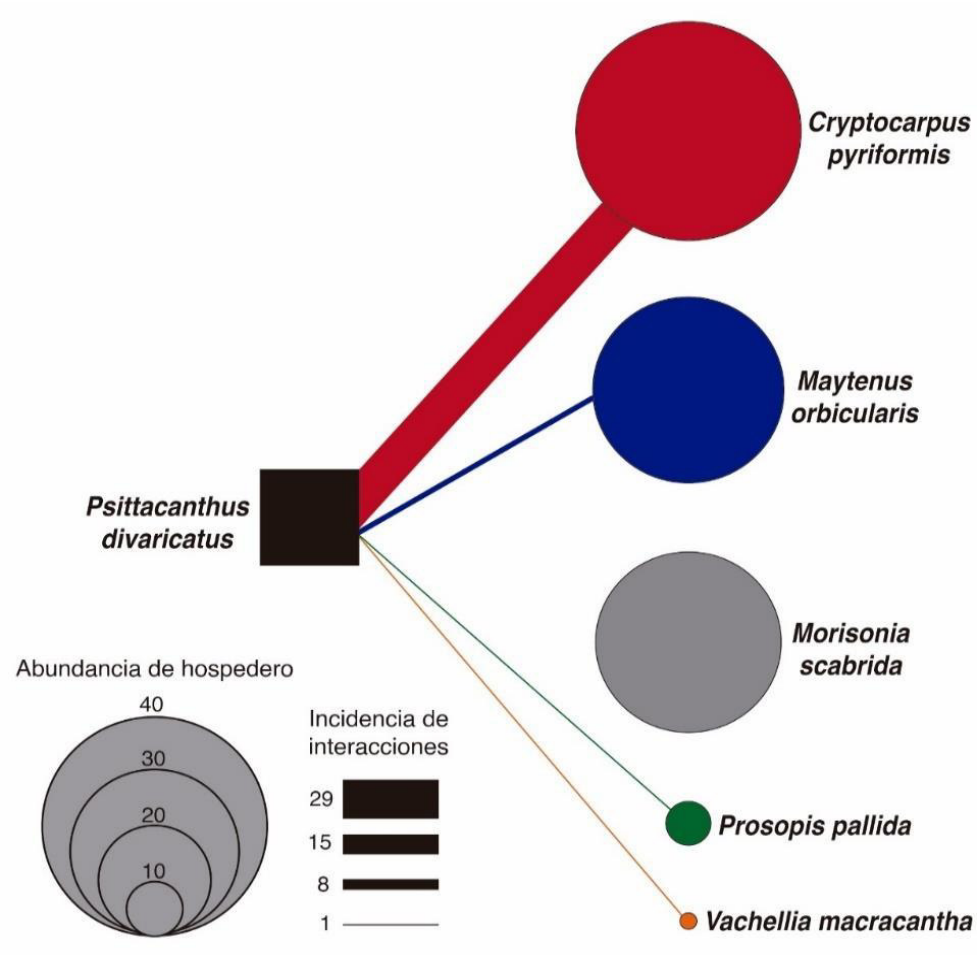


Figura 12. Redes de interacción de *Psittacanthus divaricatus* con sus respectivos hospederos en el Bosque relicto de *Prosopis*, mostrando predominancia en *Cryptocarpus pyriformis*.

Tabla 3. Tabla de contingencia mostrando la abundancia de plantas leñosas y frecuencia de hemiparásita en el Bosque relicto de *Prosopis*

ESPECIES	Abundancia relativa de árboles y arbustos (%)	Frecuencia relativa del hemiparásito (%)
Cryptocarpus pyriformis	33.9	80
Maytenus orbicularis	28.8	10
Morisonia scabrida	28.0	0
Prosopis pallida	6.8	0.9
Vachellia macracantha	2.5	9.1

- **Matorral Espinoso**

En la zona del Matorral espinoso, se registraron 12 especies entre arbóreas, arbustivas y herbáceas (Anexo II), de las cuales cinco fueron especies hospederas de *P. divaricatus.*

Se reportó 318 individuos de *P. divaricatus* (hemiparásita), de los cuales 309 individuos fueron registrados en *Parkinsonia praecox* (97.2%), seguido de *Vachellia macracantha* con cuatro individuos de *P. divaricatus* (1.3%) y las tres últimas especies hospederas que contenían el 1.5% de frecuencia relativa de *P. divaricatus* (Fig. 13).

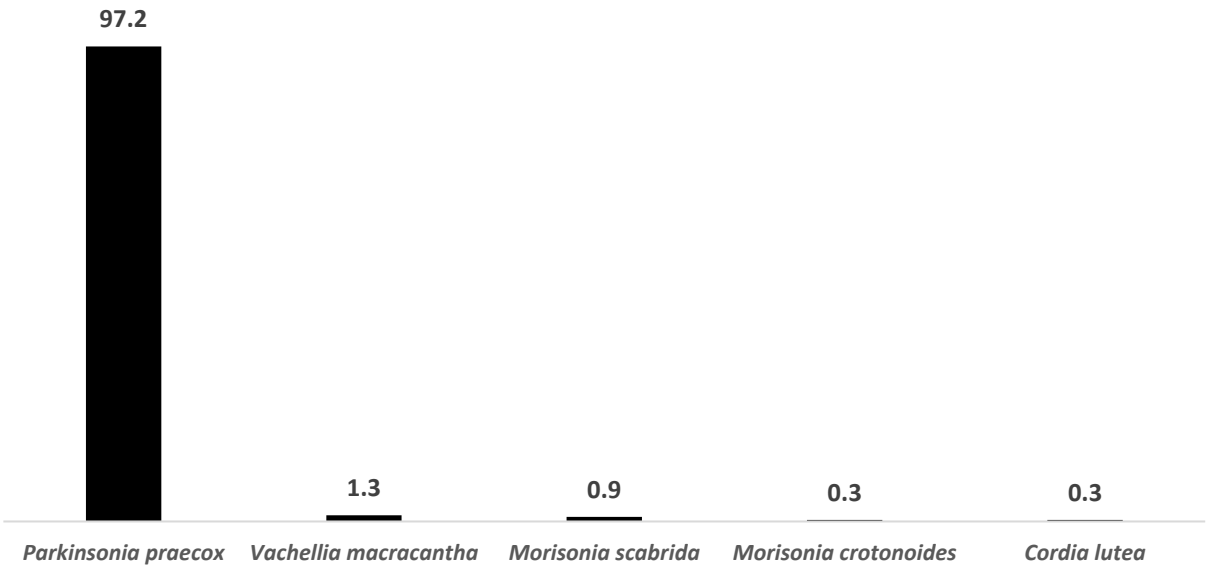


Figura 13. Frecuencia de hemiparasitismo de *Psittacanthus divaricatus* por especie de forófito en el Matorral espinoso, mostrando la predominancia de hemiparasitismo en *Parkinsonia praecox*.

Entre las especies arbóreas y arbustivas que se registraron en las parcelas, *Parkinsonia praecox* fue el árbol que tuvo mayor abundancia con 185 individuos (36.6%), seguido de *Morisonia crotonoides* con 167 individuos (33%) y las siete especies con menor abundancia contenían el 30.4% de todos los individuos evaluados (Fig. 14).

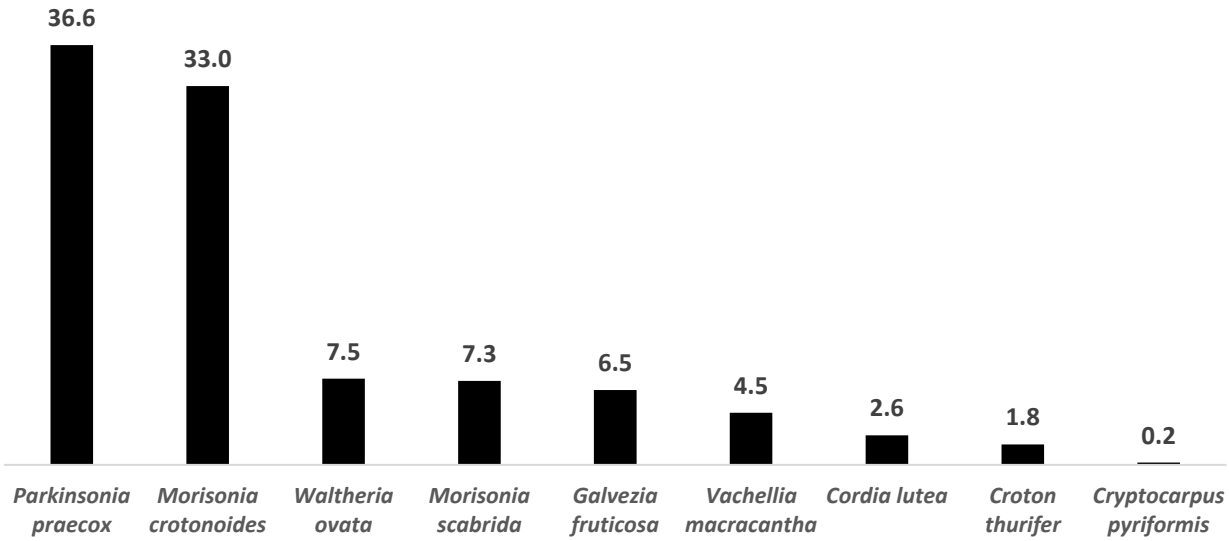


Figura 14. Abundancia relativa de las especies de árboles y arbustos en el Matorral espinoso, mostrando predominancia en *Parkinsonia praecox* y *Morisonia crotonoides*.

Los resultados muestran que el 97.2 % de *P. divaricatus* se concentró en *Parkinsonia praecox*, árbol que tenía 185 individuos en las parcelas (42.5%). En las demás especies de árboles y arbustos los porcentajes de abundancia de *P. divaricatus* fueron menores a la abundancia encontrada en *Parkinsonia praecox.* (Figs. 15 y 16)

La hipótesis puesta a prueba fue que las frecuencias de abundancia y de presencia del hemiparásito coincidieran, de manera tal que el muérdago no mostrara predilección por ningún hospedero. El análisis de Chi cuadrado muestra que las distribuciones de abundancia del forófito (hospedero) y preferencia del hemiparásito no son iguales a las distribuciones esperadas (Xi^2 = 85.766, $p<0.001$), por lo tanto, la hipótesis no fue aceptada puesto que hay una diferencia entre los valores, como se puede examinar en la Tabla 4, por ejemplo, *Morisonia crotonoides* presento un valor alto de abundancia total de árboles y arbustos en las parcelas (33%), pero presentó 0.3% de abundancia

relativa de hemiparasitismo, un valor inferior a lo esperado, *Waltheria ovata* presentó una abundancia relativa de 7.5%, pero se observa que no hubo presencia de hemiparasitísmo, *Morisonia scabrida* tuvo una abundancia relativa de 7.3% y una frecuencia relativa de hemiparasitismo de 0.9%, es decir, un valor menor a lo esperado.

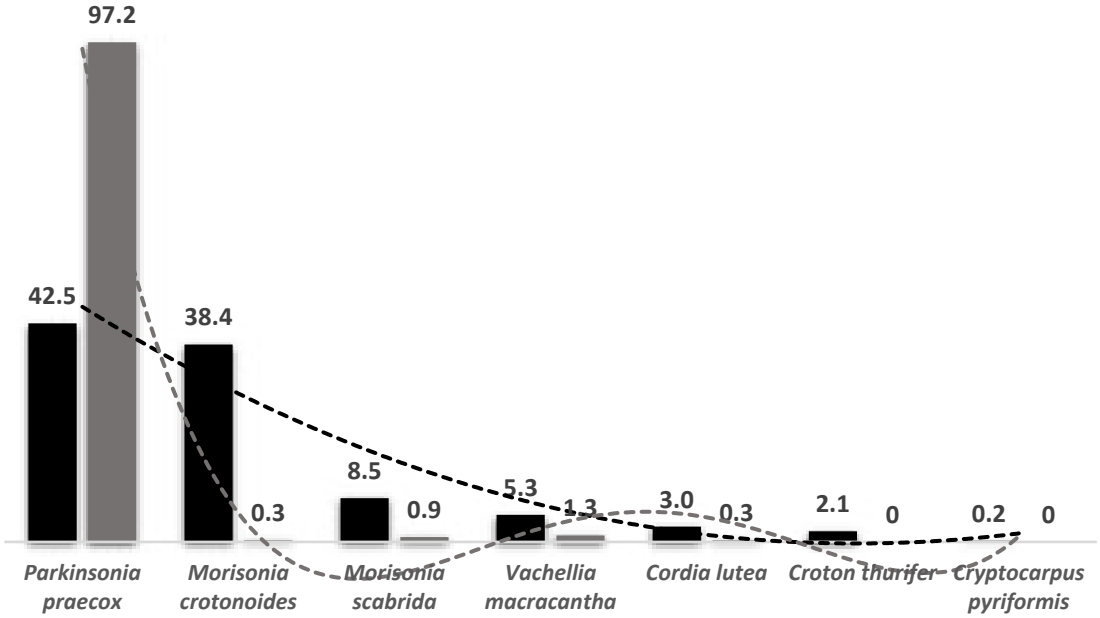


Figura 15. Comparación de las abundancias relativas de las especies arbóreas y arbustivas (negro) y frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en cada hospedero (gris), con curvas de color que corresponden a un ajuste polinómico de 3 grados en el Matorral espinoso, mostrando la predominancia de hemiparasitismo en *Parkinsonia praecox***.**

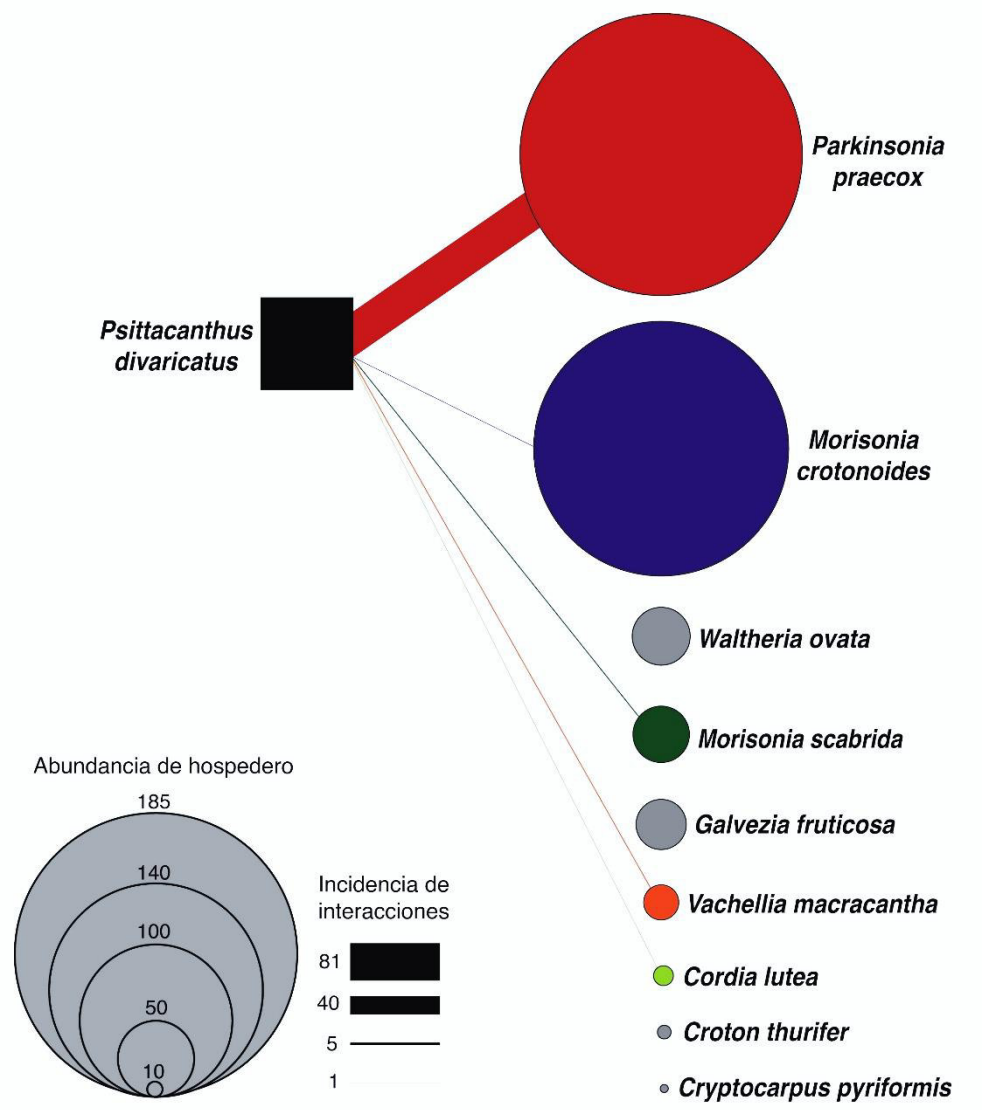


Figura 16. Redes de interacción de *Psittacanthus divaricatus* con sus respectivos hospederos en el Matorral espinoso, mostrando predominancia en *Parkinsonia praecox* y *Morisonia crotonoides,* respectivamente.

Tabla 4. Tabla de contingencia mostrando la abundancia de plantas leñosas frecuencia de hemiparásita en el Matorral espinoso.

ESPECIES	Abundancia relativa de árboles y arbustos (%)	Frecuencia relativa de hemiparásito (%)
Parkinsonia praecox	36.6	97.2
Morisonia crotonoides	33.0	0.3
Waltheria ovata	7.5	0
Morisonia scabrida	7.3	0.9
Galvezia fruticosa	6.5	0
Vachellia macracantha	4.5	1.3
Cordia lutea	2.6	0.3
Croton thurifer	1.8	0
Cryptocarpus pyriformis	0.2	0

6.2. Características de los hospederos y factores que influencian la distribución y establecimiento de *Psittacanthus divaricatus*.

6.2.1 Descripción de las características de los hospederos de *Psittacanthus divaricatus*

6.2.1.1. Altura de los hospederos de *Psittacanthus divaricatus*

- **Bosque Relicto de *Prosopis***

Los resultados muestran que el intervalo de tamaño entre uno y dos metros de altura concentró la mayor abundancia de árboles y arbustos con 55 individuos (47.4%) y 21 individuos (60%) de árboles que fueron forófitos (hospederos) registrados en las parcelas de estudio, seguido del intervalo entre cero y un metro de altura con 27 individuos de árboles y arbustos (23.3%) y cuatro individuos de forófitos (11.4%). Los tres últimos intervalos tuvieron una abundancia relativa de 30% entre árboles y arbustos y 28.6% de abundancia relativa de forófitos registrados en las parcelas (Fig.17).

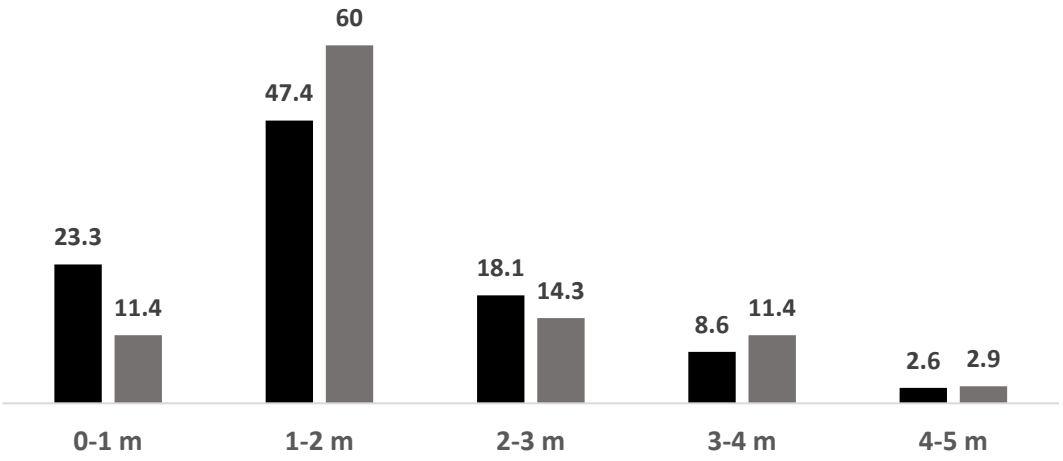


Figura 17. Comparación de la abundancia relativa de árboles y arbustos (negro) y la abundancia relativa de árboles y arbustos que fueron hospederos de *P. divaricatus* (gris) por intervalo de altura en metros en el Bosque relicto de *Prosopis*, mostrando predominancia en el intervalo de 1- 2 metros.

El intervalo de tamaño entre uno y dos metros concentró la mayor abundancia de árboles y arbustos y del muérdago *Psittacanthus divaricatus* en las parcelas de estudio, este intervalo de tamaño tuvo una abundancia de 55 individuos (47.4%) de árboles y arbustos y 51 individuos de *Psittacanthus divaricatus* (46.4%), siendo los valores más altos de abundancia. Los demás intervalos tuvieron valores menores de abundancia (Fig. 18).

La hipótesis puesta a prueba fue que la abundancia total de árboles y la frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* coincidieran, de manera tal que el muérdago no mostrara predilección por ningún tamaño en particular. El análisis de Chi cuadrado muestra que las distribuciones de abundancia del forófito y preferencia del hemiparásito no son iguales a las distribuciones esperadas ($Xi^2 = 21.053$, $p<0.001$) por lo tanto, la hipótesis no fue aceptada puesto que hay una diferencia entre los valores, como se puede examinar en la Tabla 5, por ejemplo, el intervalo entre dos y tres metros presentó un valor bajo de abundancia relativa total de árboles y arbustos en las parcelas (18.1%),

pero presentó 30% de frecuencia relativa de la hemiparásita, un valor superior a lo esperado, en el caso del intervalo entre cero y un metro, la abundancia relativa de árboles y arbustos fue de 23.3%, pero presentó una frecuencia de la hemiparásita de 4.5% que fue un valor menor a lo esperado, para el intervalo de tamaños entre cuatro a cinco metros, la abundancia relativa de árboles y arbustos fue de 2.6%, pero la frecuencia relativa de la hemiparásita fue de 9.1%. un valor mayor a lo esperado.

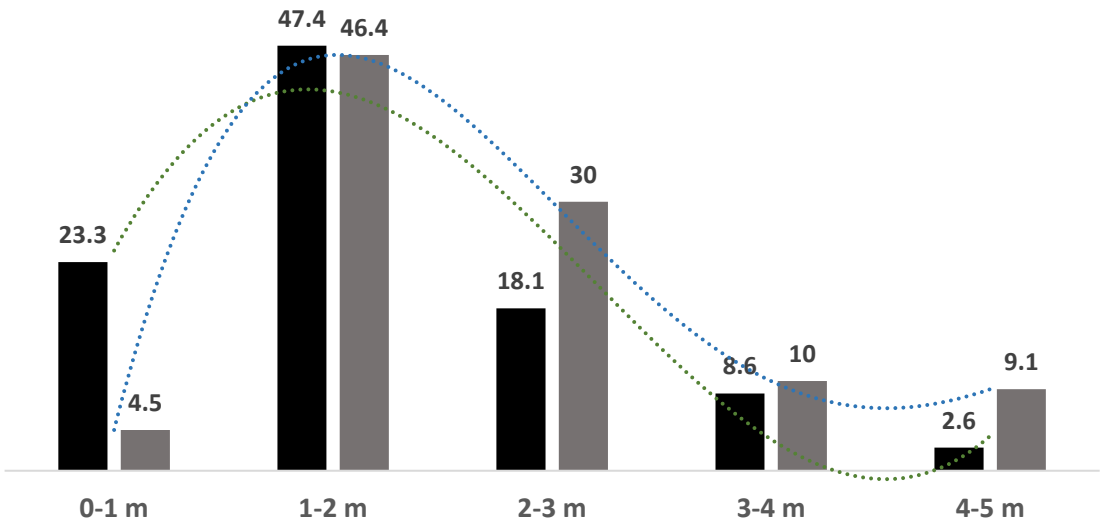


Figura 18. Comparación de las abundancias relativas de las especies arbóreas y arbustivas (negro) y frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en los hospederos (gris) con curvas de color de 3 grados, en el Bosque relicto de *Prosopis*. Mostrando la predominancia de árboles y arbustos y hemiparasitismo en el intervalo de 1-2 metros.

Tabla 5. Tabla de contingencia mostrando la abundancia de los árboles y arbustos y la frecuencia de *Psittacanthus divaricatus*.

Intervalos de tamaños	Abundancia relativa de árboles y arbustos	Frecuencia relativa de hemiparásito
0-1 m	23.3	4.5
1-2 m	47.4	46.4
2-3 m	18.1	30
3-4 m	8.6	10
4-5 m	2.6	9.1

El total de árboles de *Maytenus orbicularis* tuvo alturas entre 0 y 5 metros, con una mediana de 2 metros, es decir presentó una distribución simétrica, en el caso de *Maytenus orbicularis* que fueron hospederos de *Psittacanthus divaricatus*, estuvo entre 2 y 4 metros, donde la mayor abundancia de árboles se ubicó entre 2 y 3.5 metros de altura. El total de arbustos de *Cryptocarpus pyriformis* tuvo un rango de altura entre 1 y 3 metros con una distribución simétrica y con una mediana de 2 metros de altura, los arbustos de *Cryptocarpus pyriformis* que fueron hospederos tuvieron un rango de altura de 1 a 3 metros y la mayor abundancia de arbustos se ubicó en la altura entre 1.8 y 2 metros. El total de arbustos de *Vachellia macracantha* tuvo un rango de altura de 6 metros con valores atípicos de 1.5 y 1.8 metros de altura, en arbustos de *Vachellia macracantha* que fueron hospederos de *Psittacanthus divaricatus,* tuvieron alturas de 6 metros. Finalmente, el total de árboles de *Prosopis pallida* tuvo un rango de altura entre 3 y 7 metros, con una mediana de 5.7 metros y la mayor abundancia de árboles se ubicó entre las alturas de 5.7 y 6 metros, no se registraron hemiparásitos. (Fig. 19).

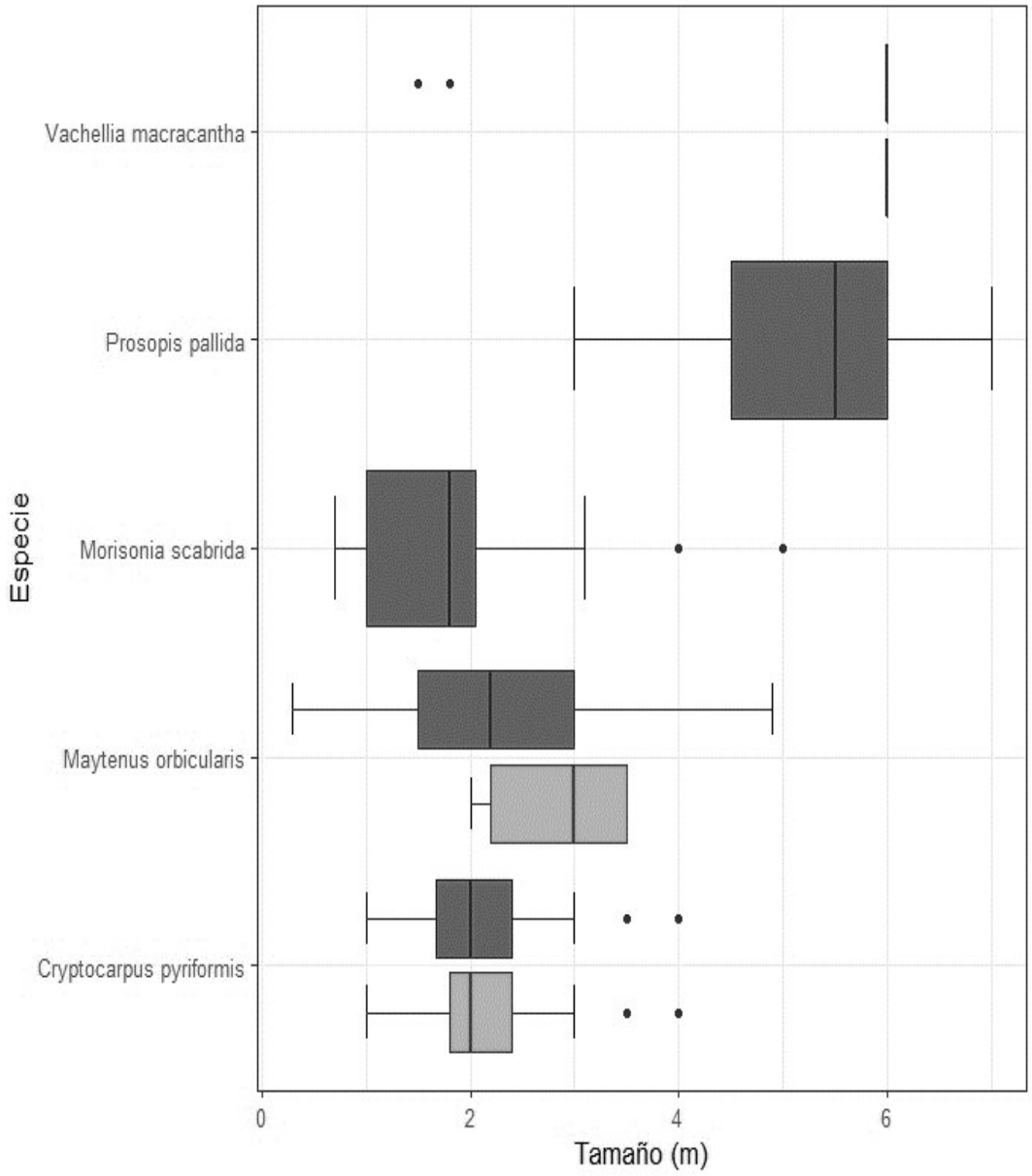


Figura 19. Dispersión del tamaño del total de árboles y arbustos (gris oscuro) y especies hospederas de *Psittacanthus divaricatu*s (gris claro) en el Bosque relicto de *Prosopis.*

- **Matorral Espinoso**

El intervalo entre uno y dos metros de altura concentró la mayor abundancia de árboles y arbustos registrados en las parcelas con 345 individuos (74.8%), sin embargo, en el intervalo de dos a tres metros de altura se registraron 55 individuos (59.8%) que fueron forófitos (hospederos) y tuvieron la mayor abundancia en este intervalo, seguido del intervalo de uno a dos metros que tuvo 31.5% de abundancia forófitos. Los demás intervalos de tamaño tuvieron porcentajes menores de abundancia de árboles y forófitos, por ejemplo, el intervalo entre cuatro y cinco metros de altura tuvo una abundancia relativa de 0.2% y 1.1% de árboles y forófitos respectivamente (Fig. 20).

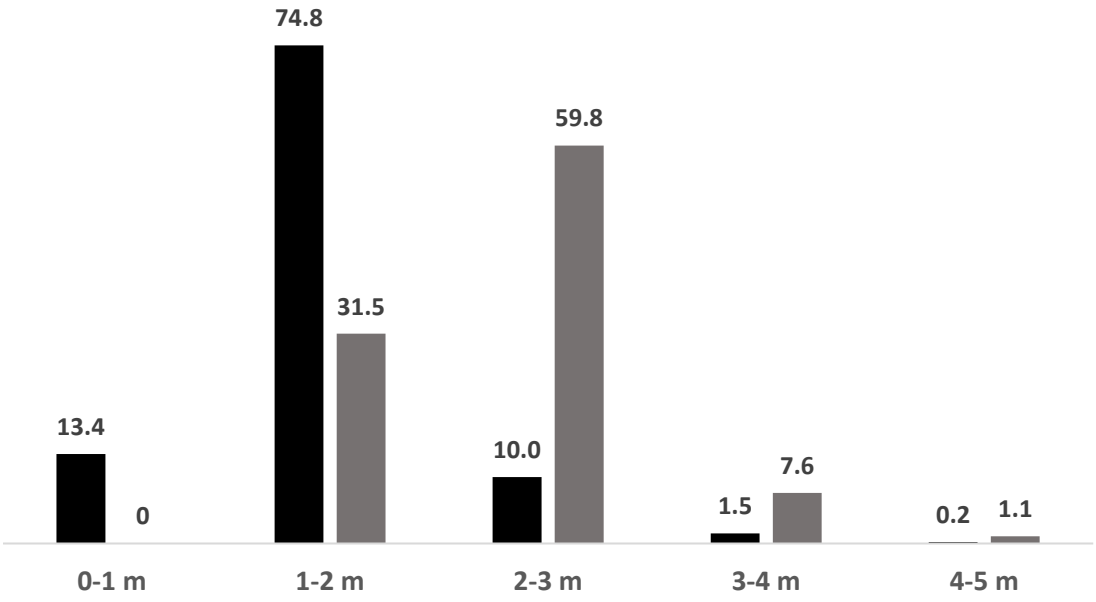


Figura 20. Comparación de la abundancia relativa del total de árboles y arbustos de las parcelas (negro) y la abundancia relativa de árboles y arbustos que fueron hospederos de *P. divaricatus* (gris oscuro) por intervalo de altura en el Matorral espinoso, mostrando predominancia en el intervalo de 1- 2 metros.

En el intervalo entre uno y dos metros se halló la mayor abundancia de árboles y arbustos registrados en las parcelas, este intervalo de tamaño tuvo 345 individuos

(74.8%) de árboles y arbustos. Sin embargo, el intervalo entre dos y tres metros de altura concentró a 218 individuos de *P. divaricatus* (hemiparásita) que corresponde al 65.7% de la abundancia relativa del hemiparásito hallados en las parcelas, siendo el intervalo que tuvo la mayor abundancia de la hemiparásita. Los demás intervalos tuvieron porcentajes menores, siendo el intervalo entre cuatro y cinco metros el que tuvo la menor abundancia de árboles y hemiparásito con 0.2% y 2.4% respectivamente. (Fig. 21).

La hipótesis puesta a prueba fue que la abundancia de árboles y la frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* coincidieran, de manera tal que el muérdago no mostrara predilección por ningún tamaño en particular. El análisis de Chi cuadrado muestra que las distribuciones de abundancia del forófito y preferencia del hemiparásito no son iguales a las distribuciones esperadas ($Xi^2 = 97.168$, $p<0.001$) por lo tanto, la hipótesis no fue aceptada puesto que hay una diferencia entre los valores, como se puede examinar en la Tabla 6, por ejemplo, el intervalo entre dos y tres metros presentó un valor bajo de abundancia relativa de árboles y arbustos en las parcelas (10%), pero presentó 65.7% de frecuencia relativa de la hemiparásita, un valor superior a lo esperado, en el caso del intervalo entre cero y un metro la abundancia relativa de árboles y arbustos fue de 13.4%, pero se evidencia que no presentó presencia de la hemiparásita, el intervalo entre uno y dos metros presentó una abundancia relativa de árboles y arbustos de 74.8%, y el valor de frecuencia relativa de la hemiparásita fue menor a lo esperado (19.9%); para el caso del intervalo entre tres y cuatro metros la abundancia relativa de árboles y arbustos fue de 1.5% y presentó un valor de frecuencia relativa de la hemiparásita mayor a lo esperado (12%).

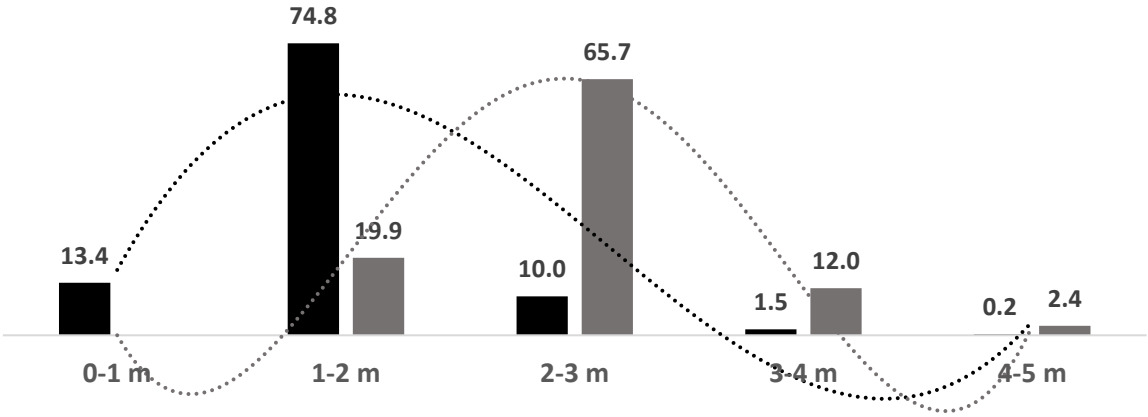


Figura 21. Comparación de las abundancias relativas de las especies arbóreas y arbustivas (negro) y frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en los hospederos (gris) por intervalo de altura, con curvas de color de 3 grados en el Matorral espinoso.

Tabla 6. Tabla de contingencia mostrando la abundancia de los árboles y arbustos y la frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en el Matorral espinoso.

Intervalos de tamaños	Abundancia relativa de árboles y arbustos	Frecuencia relativa de hemiparásito
0-1 m	13.4	0
1-2 m	74.8	19.9
2-3 m	10.0	65.7
3-4 m	1.5	12.0
4-5 m	0.2	2.4

Las alturas del total de árboles de *Parkinsonia praecox* tuvieron valores entre 0.8 y 5 metros de altura, y con valores atípicos de 4.5 metros, la mediana se ubicó en la altura de 2.5 metros y se presenta una distribución simétrica con valores atípicos de 0.3 metros, en el caso de los árboles de *Parkinsonia praecox* tuvo valores entre 1.5 y 4 metros de altura, con mayor frecuencia de árboles entre 2.7 y 3 metros, con una

distribución sesgada a la izquierda, la mayor acumulación de datos estuvo entre las alturas de 2.7 y 3 metros. El total de árboles de *Morisonia scabrida* tuvo valores entre 0.5 y 3.5 metros de altura con mayor frecuencia de árboles entre 1.6 y 1.9 metros con una distribución sesgada a la derecha y valores atípicos de 5 metros de altura; en el caso de arbustos de *Morisonia scabrida* que fueron hospederos de *Psittacanthus divaricatus,* se registraron valores entre 2.3 y 3 metros. El total de arbustos de *Vachellia macracantha* tuvo valores entre 1, 2 y 3; metros de altura, la mayor frecuencia de datos estuvo entre 2 y 2.2 metros con una distribución sesgada hacia la derecha, en el caso de arbustos de *Vachellia macracantha* que fueron hospederos de *Psittacanthus divaricatus*, se registraron a una altura de 2.2 metros. El total de árboles de *Morisonia crotonoides* tuvo alturas entre 0.7 y 2.3 metros, con valores atípicos de 0.5, la mayor frecuencia de árboles se ubicó entre 1.6 y 1.8 metros, se observa que tuvo una distribución sesgada a la izquierda. El total de arbustos de *Cordia lutea* presentó valores atípicos de 0.5, 1.3 y 2 metros de altura, presentó alturas entre 1.6 y 1.7 metros. En arbustos de *Cordia lutea* que fueron hospederos de *Psittacanthus divaricatus*, se registró en una altura de 1.7 metros. El total de arbustos de *Croton thurifer* tuvo alturas entre 1.2 y 1.6 metros con mayor frecuencia de árboles en la altura de 1.5 y 1.6 metros y valores atípicos de 0.5 y 2.2 metros de altura, con una distribución sesgada hacia la izquierda. El total de arbustos de *Cryptocarpus pyriformis* presentó 1.8 metros. *Galvezia fruticosa* tuvo alturas entre 1.2 y 1.8 metros, la mayor frecuencia de árboles se encuentra entre 1.2 metros de altura con una distribución sesgada hacia la derecha. Finalmente, en *Waltheria ovata* con alturas entre 0.8 y 1.5 metros*,* la mayor frecuencia de datos estuvo entre 1.2 y 1.3 metros de altura con una distribución sesgada hacia la izquierda (Fig. 22).

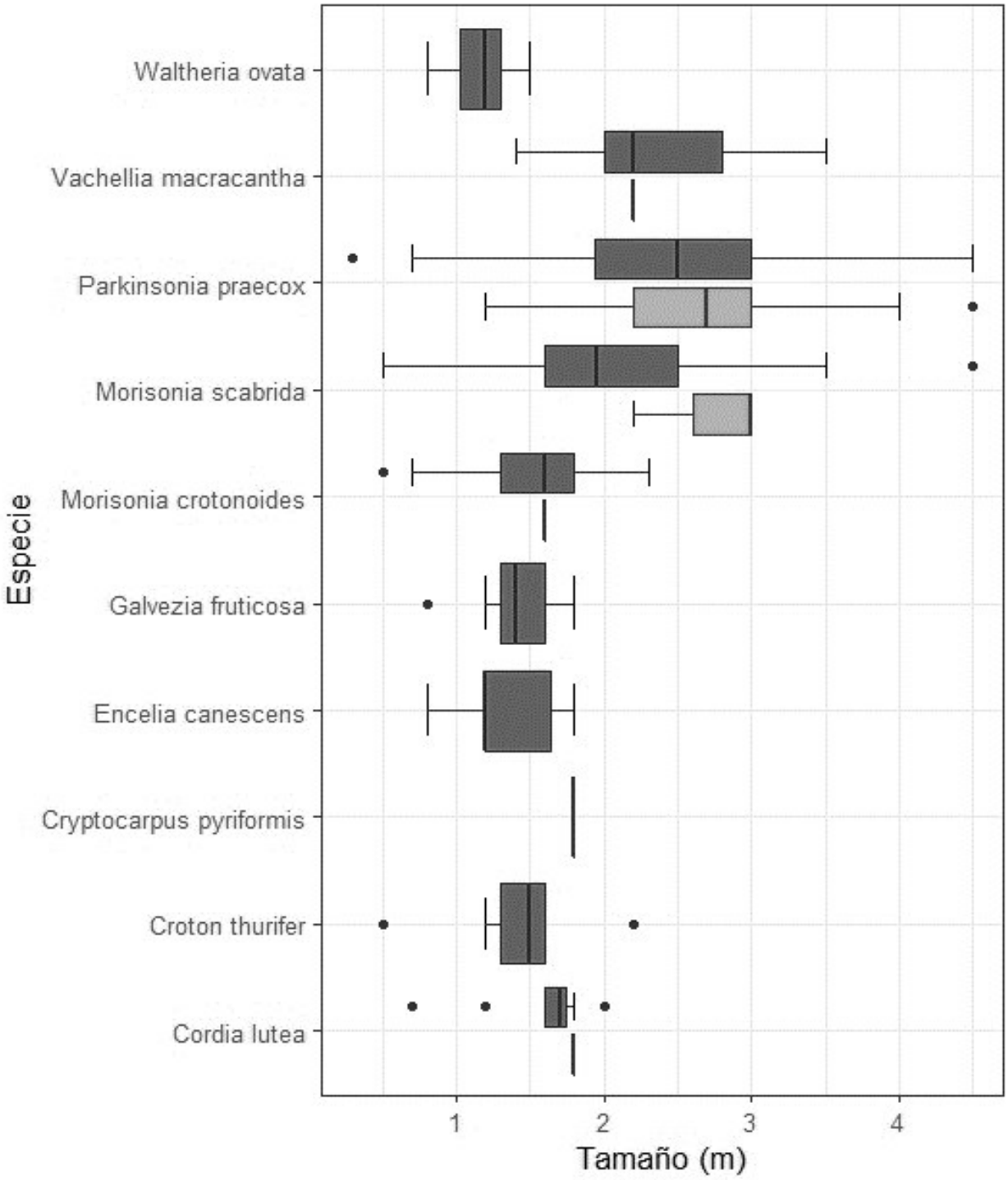


Figura 22. Dispersión de los tamaños de árboles y arbustos (gris oscuro) y los tamaños de los árboles y arbustos que fueron hospederos de *P. divaricatus* (gris claro) en el Matorral espinoso.

6.2.1.2. Diámetro de las ramas de los hospederos de *Psittacanthus divaricatus*

- **Bosque relicto de *Prosopis***

Se registraron 110 individuos de *Psittacanthus divaricatus*, de los cuales 43 de ellos (39.1%) se encontraron en el intervalo de diámetro entre 0.5 y 1 centímetros el cual concentró la mayor abundancia *P. divaricatus*, mientras que en el intervalo entre 1 y 1.5 centímetros de diámetro se encontró una abundancia de 32 individuos (29.1%), seguida del intervalo de 1.5 y 2 centímetros de diámetro que tuvo una abundancia de 27 individuos (24.5)%, finalmente los demás intervalos tuvieron porcentajes menores de abundancia (Fig. 23).

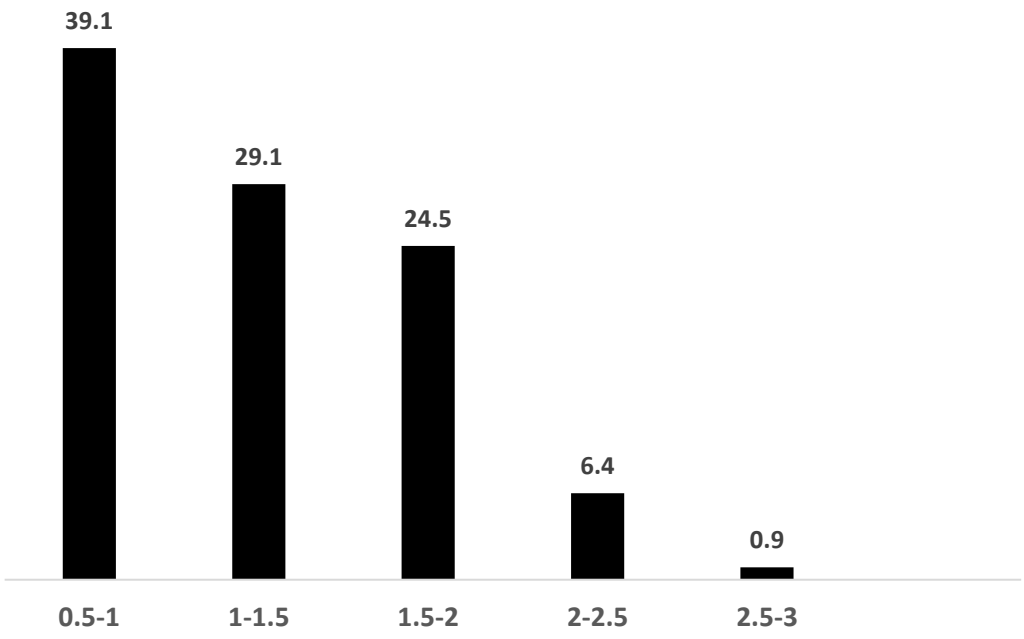


Figura 23. Abundancia relativa de *Psittacanthus divaricatus* por cada intervalo de diámetro de ramas del hospedero en el Bosque relicto de *Prosopis.*

Cryptocarpus pyriformis tuvo valores entre 1 y 3 centímetros, con una mediana en el centro de 1.5 centímetros de diámetro de la rama, por lo tanto, presenta una distribución simétrica, *Maytenus orbicularis*, tuvo valores entre 1 y 2.5 centímetros de diámetro, con una mediana de 1.7 centímetros, finalmente *Vachellia macracantha*, presentó alturas de 1 centímetro de diámetro (Fig. 24).

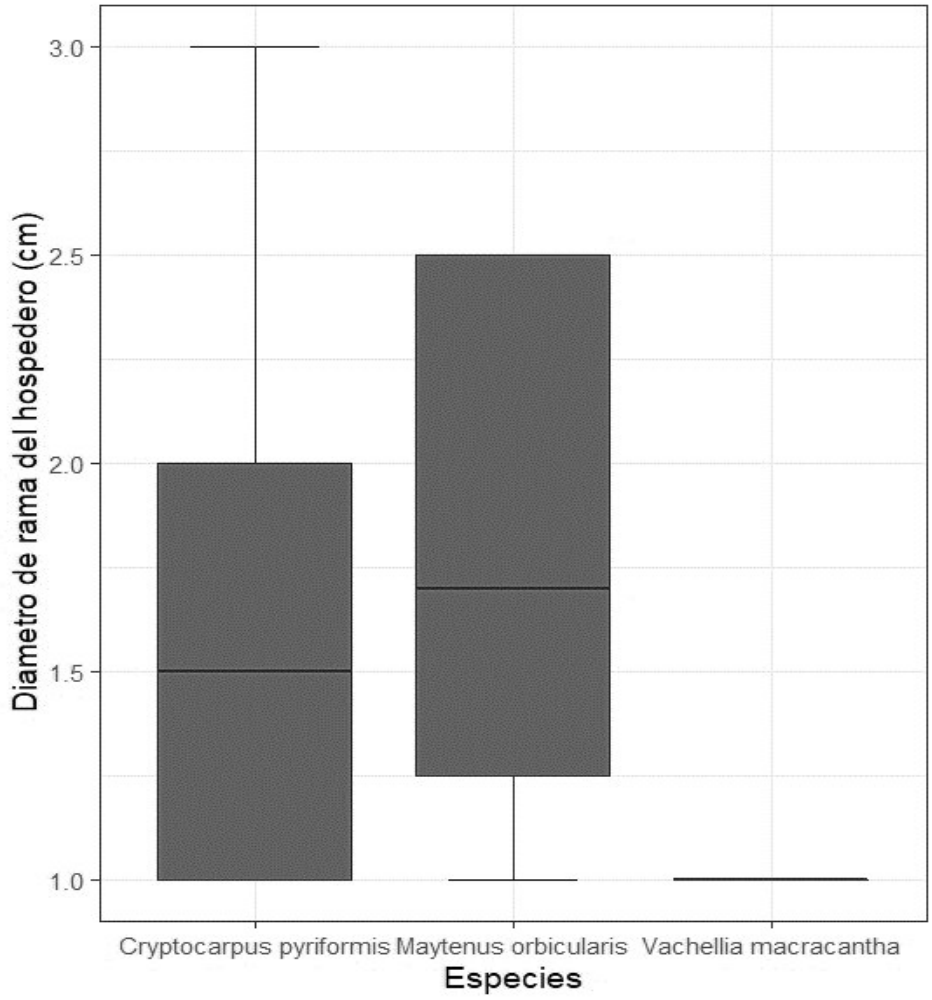


Figura 24. Dispersión del diámetro de ramas de las especies hospederas en el Bosque relicto de *Prosopis*.

- **Matorral espinoso**

Se registraron 318 individuos de *Psittacanthus divaricatus* en las parcelas de estudio, la mayor abundancia de *Psittacanthus divaricatus* se encontró en el intervalo de diámetro entre 0.5 y 1 centímetro y entre 1 y 1.5 centímetros con 110 individuos (35.5%) cada uno, mientras que en el intervalo entre 1.5 y 2 centímetros de diámetro se encontró una abundancia de 70 individuos (22.6%), finalmente los demás intervalos tuvieron abundancias menores (Fig. 25).

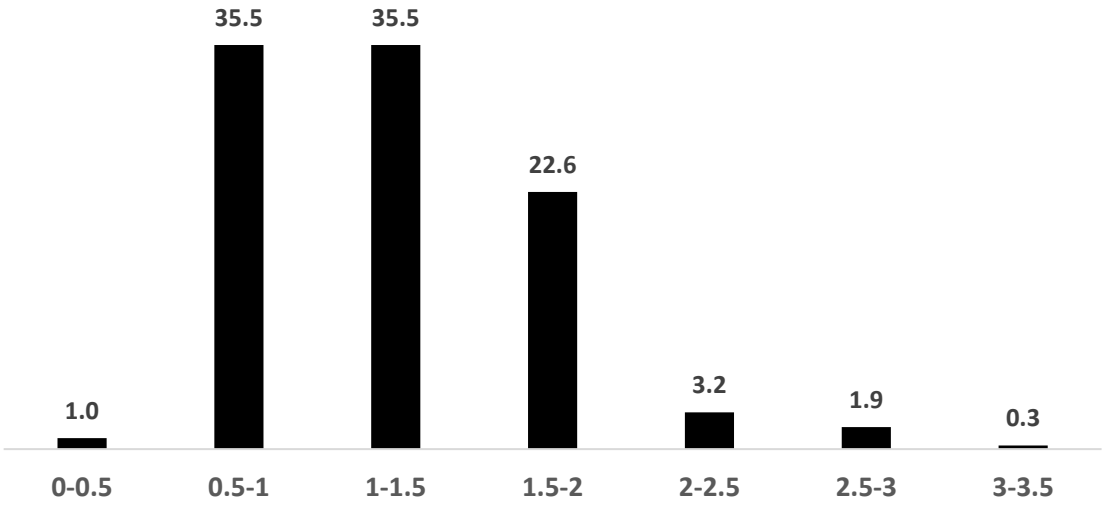


Figura 25. Diámetro de ramas del hospedero y frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en el Matorral espinoso.

Parkinsonia praecox tuvo valores entre 0.5 y 3.5 centímetros, la mayor frecuencia de datos se encontró entre 1 y 1.2 centímetros, con una distribución sesgada a la derecha. *Vachellia macracantha* tuvo valores entre 0.5 y 2.5 centímetros, la mayor frecuencia de datos se encontró entre 0.6 y 1 centímetro, con una distribución sesgada hacia la derecha. *Morisonia scabrida,* tuvo valores entre 1 y 2.5 centímetros, con mayor frecuencia de datos entre 1 y 1.5 centímetros. Finalmente, *Morisonia crotonoides* y *Cordia lutea* tuvieron alturas entre 0.5 y 2 centímetros de diámetro de la rama, respectivamente (Fig. 26).

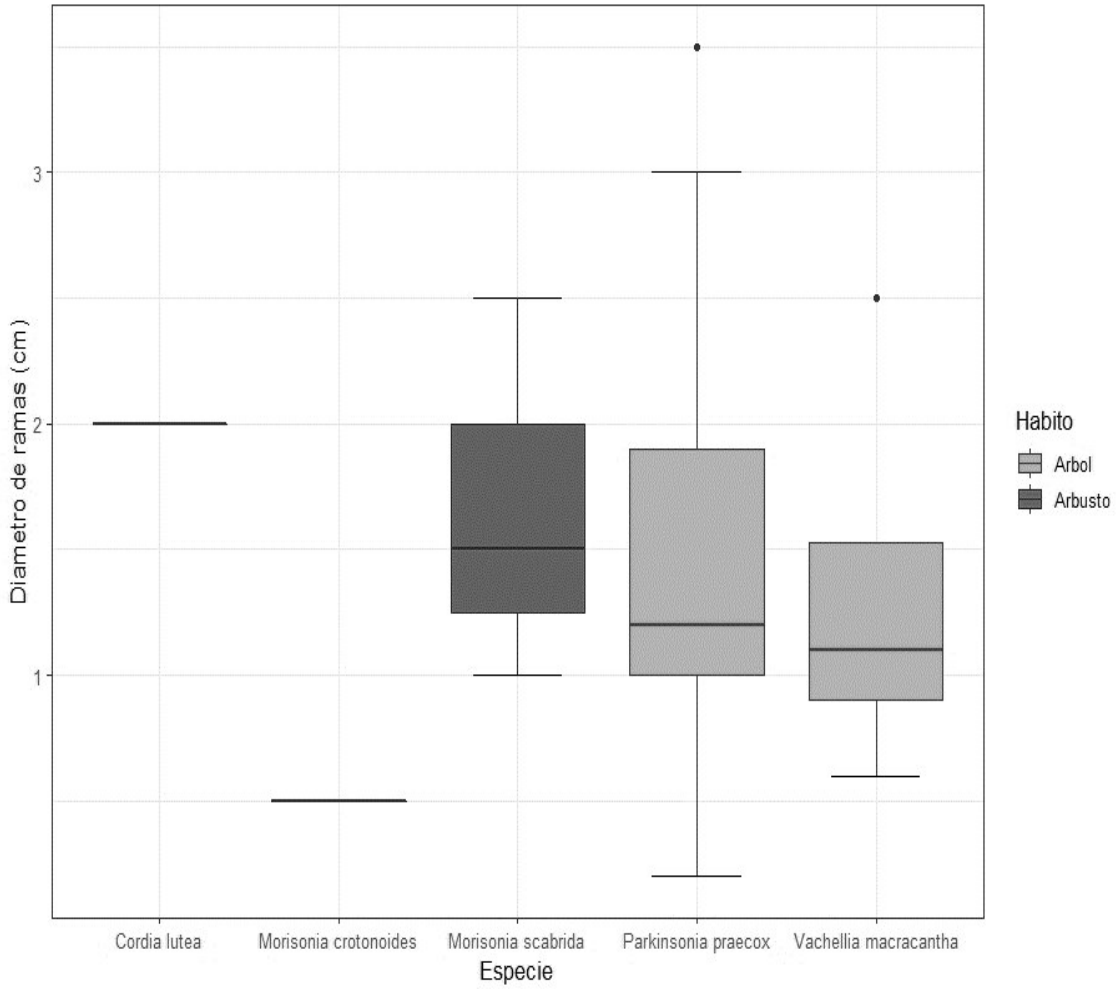


Figura 26. Dispersión del diámetro de ramas de las especies hospederas en el Matorral espinoso.

Cryptocarpus pyriformis tuvo tamaños entre 1 y 3 centímetros de diámetro de rama, la mayor concentración de datos estuvo entre los 1, 1.5 y 2 centímetros de diámetro (se evidencia en los puntos y la figura sombreada, que representa un histograma) y *Parkinsonia praecox* tuvo tamaños entre 0.3 y 3 centímetros de diámetro, la mayor acumulación de datos estuvo entre 1, 1.2 y 2 centímetros de diámetro de la rama.

Existen diferencias significativas, según la prueba de U de Mann-Whitney (U **=** 11403, p-valor = 0.020433) entre los diámetros de ramas de *Cryptocarpus pyriformis* y *Parkinsonia praecox*. Solo se evaluaron las diferencias entre dos árboles *Cryptocarpus*

pyriformis y *Parkinsonia praecox* ya que en las demás especies de hospederos se observó una baja frecuencia de ocurrencia de *P. divaricatus* (Fig. 27).

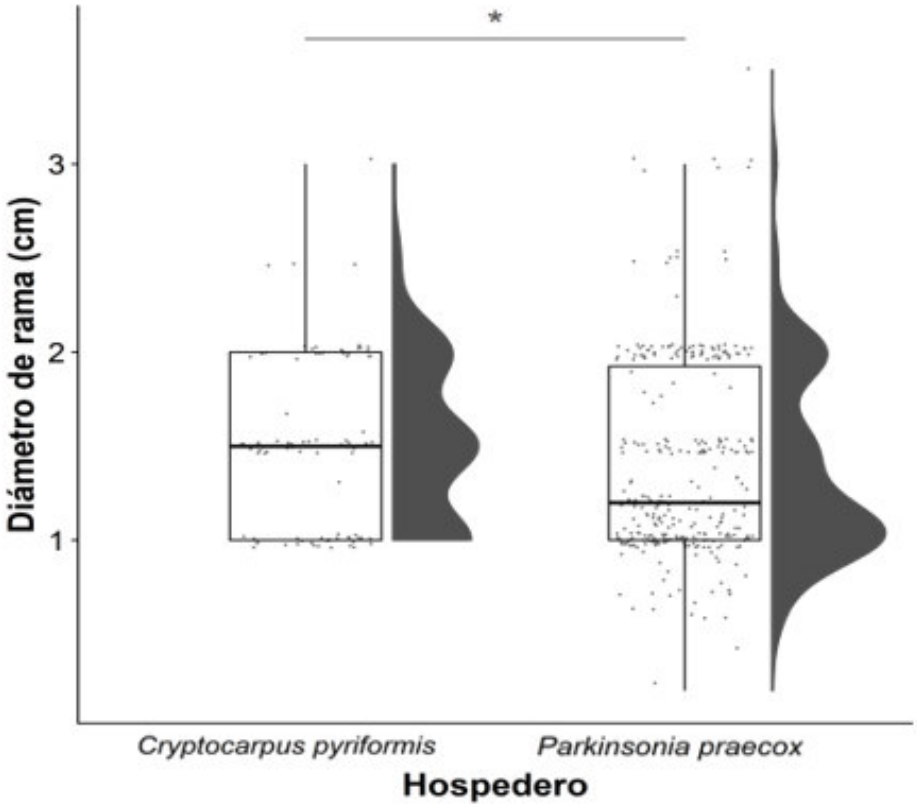


Figura 27. Dispersión del diámetro de ramas de las especies hospederas *Cryptocarpus pyriformis* y *Parkinsonia praecox* en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso respectivamente.

6.2.1.3. Altura de establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero

- **Bosque relicto de *Prosopis***

El intervalo entre 1 y 1.5 metros de altura de establecimiento de *P. divaricatus* (hemiparásita) concentró la mayor abundancia de la hemiparásita con 49 individuos (49.5%), seguido del intervalo entre 1.5 y 2 metros con un 24 individuos (17.4%) de abundancia, mientras que el rango de alturas entre 0.5 y 1 metro tuvo una abundancia

de 18 individuos (16.5%). Los demás intervalos de establecimiento tuvieron porcentajes menores de abundancia (Fig. 28).

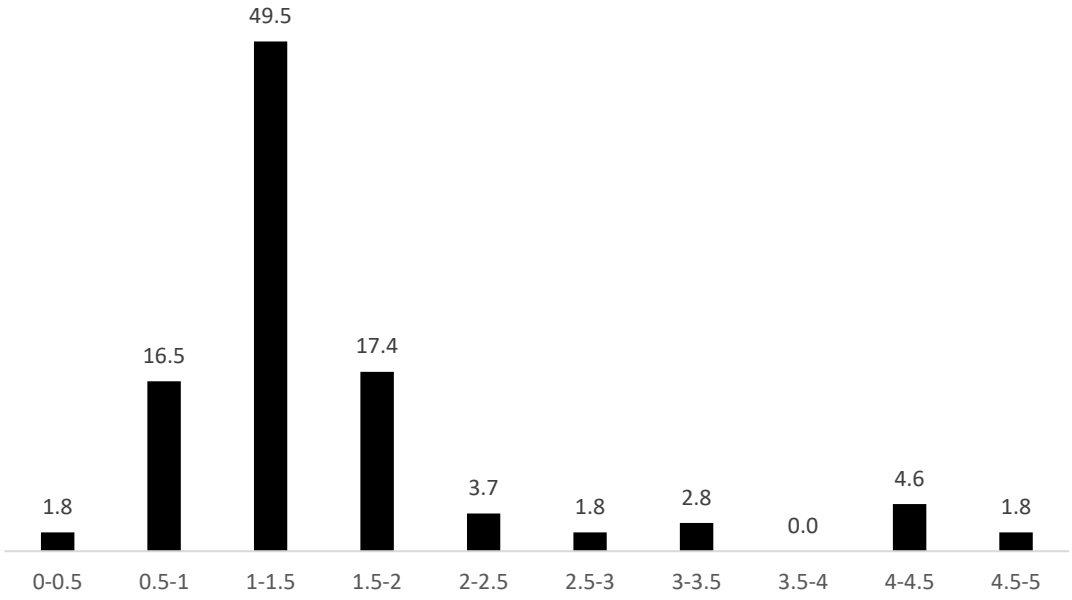


Figura 28. Altura de establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero en el Bosque relicto de *Prosopis*, mostrando predominancia en el intervalo de 1-1.5 metros.

Cryptocarpus pyriformis tuvo valores entre 0.5 y 2.5 metros de altura, con valores atípicos de 2.8 y 3 metros, la mayor frecuencia de datos se encontró entre las alturas de 1.5 y 1.6 metros, con una distribución sesgada hacia la izquierda. *Maytenus orbicularis* tuvo valores entre 0.9 y 2.1 metros de altura, la mayor frecuencia de datos se encontró en la altura de 1 metro y presenta una distribución sesgada hacia la derecha. Finalmente, *Vachellia macracantha* presentó valores entre 3 y 6 metros de altura, la mayor frecuencia de datos se encontró entre las alturas de 3.4 y 4.1 metros, con una distribución sesgada hacia la derecha (Fig. 29).

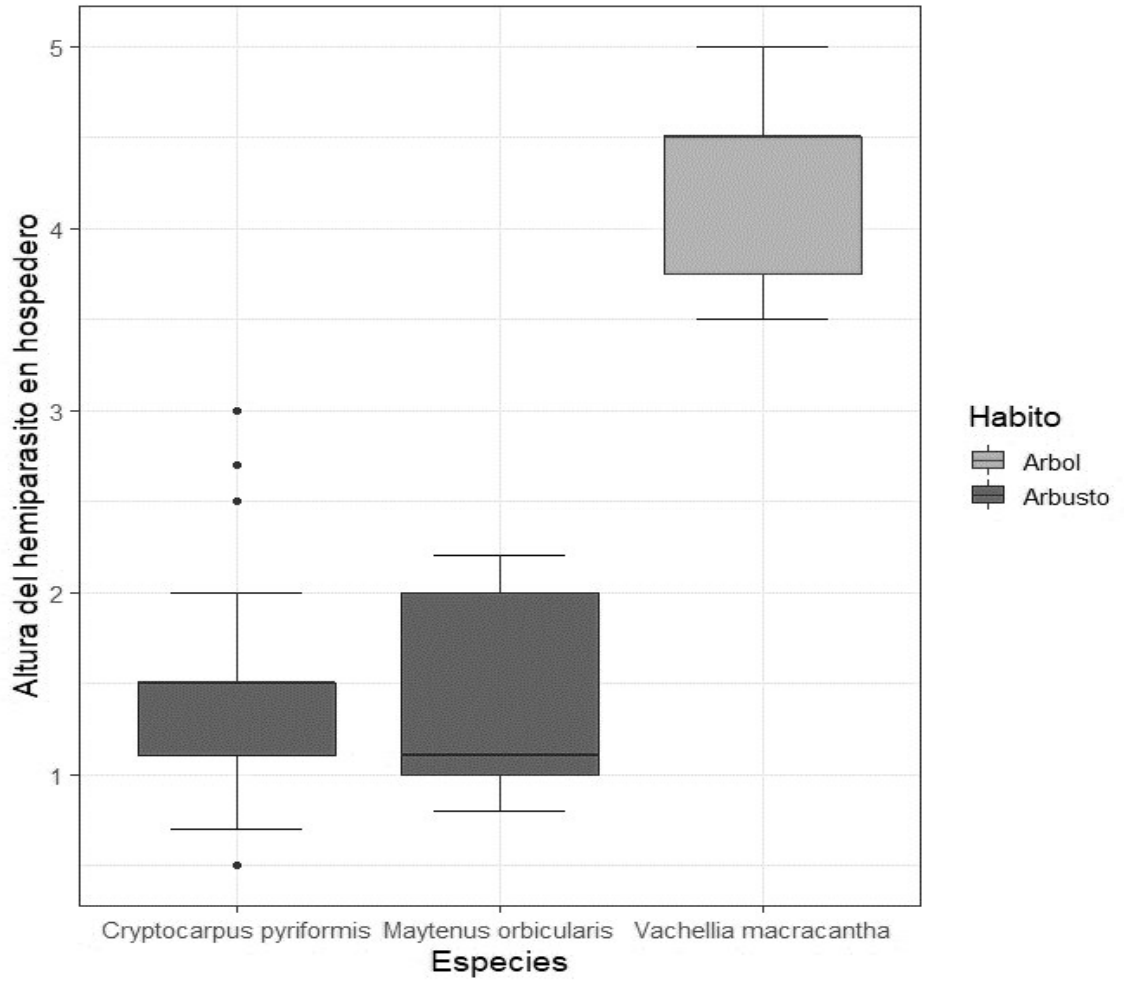


Figura 29. Dispersión de alturas de *Psittacanthus divaricatus* en el forófito por especie hospedera en el Bosque relicto de *Prosopis*.

- **Matorral espinoso**

El intervalo de altura de establecimiento de *P. divaricatus* (hemiparásita) en el hospedero entre 1.5 y 2 metros, concentró la mayor abundancia de la hemiparásita con 166 individuos (52.2%,), seguido del intervalo entre 1 y 1.5 metros con 85 individuos (26.7%), mientras que el rango de alturas de establecimiento de *P. divaricatus* entre 2 y 2.5 metros tuvo una abundancia de 29 individuos (9.1%), los demás intervalos tuvieron porcentajes menores de abundancias (Fig. 30).

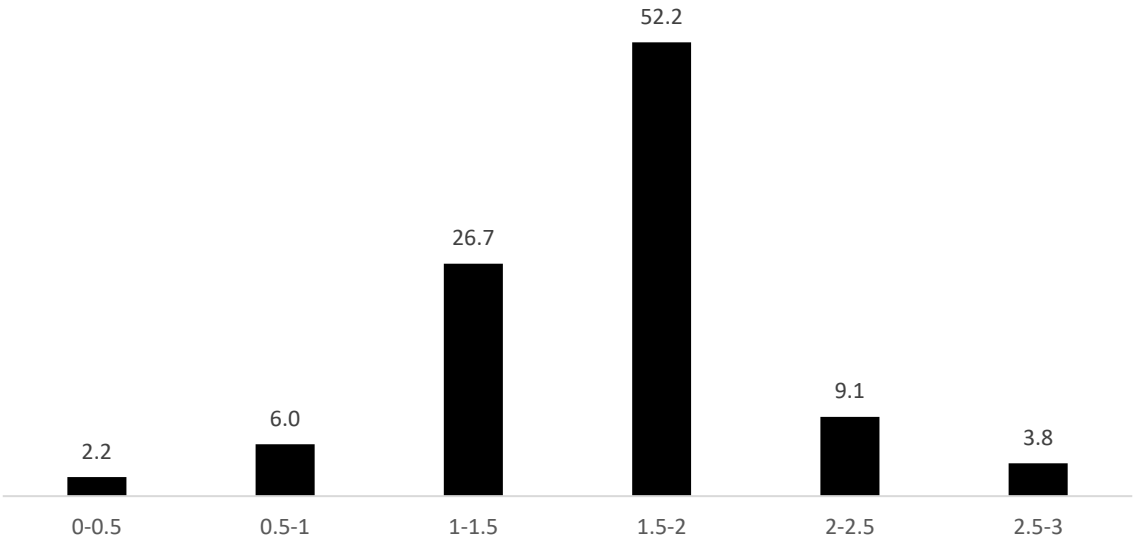


Figura 30. Altura de establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero en el Matorral espinoso, mostrando predominancia en el intervalo de 1.5-2 metros.

Morisonia scabrida tuvo valores entre 0.5 y 0.8 metros de altura, con una mediana de 0.7 metros y presentó una distribución simétrica. *Parkinsonia praecox* tuvo valores entre 0.7 y 2.5 metros de altura, con valores atípicos entre 0.2, 0.5, 2.7 y 3 metros de altura, la mayor frecuencia de datos se encontró entre 1.7 y 1.9 metros de altura. *Vachellia macracantha* tuvo valores entre 0.6 y 1.9 metros de altura, con mayor frecuencia de datos entre 1.5 y 1.9 metros de altura, y presenta una distribución sesgada hacia la izquierda. Finalmente, *Morisonia crotonoides* y *Cordia lutea* presentaron valores de 1.3 y 1.4 metros de altura respectivamente (Fig. 31).

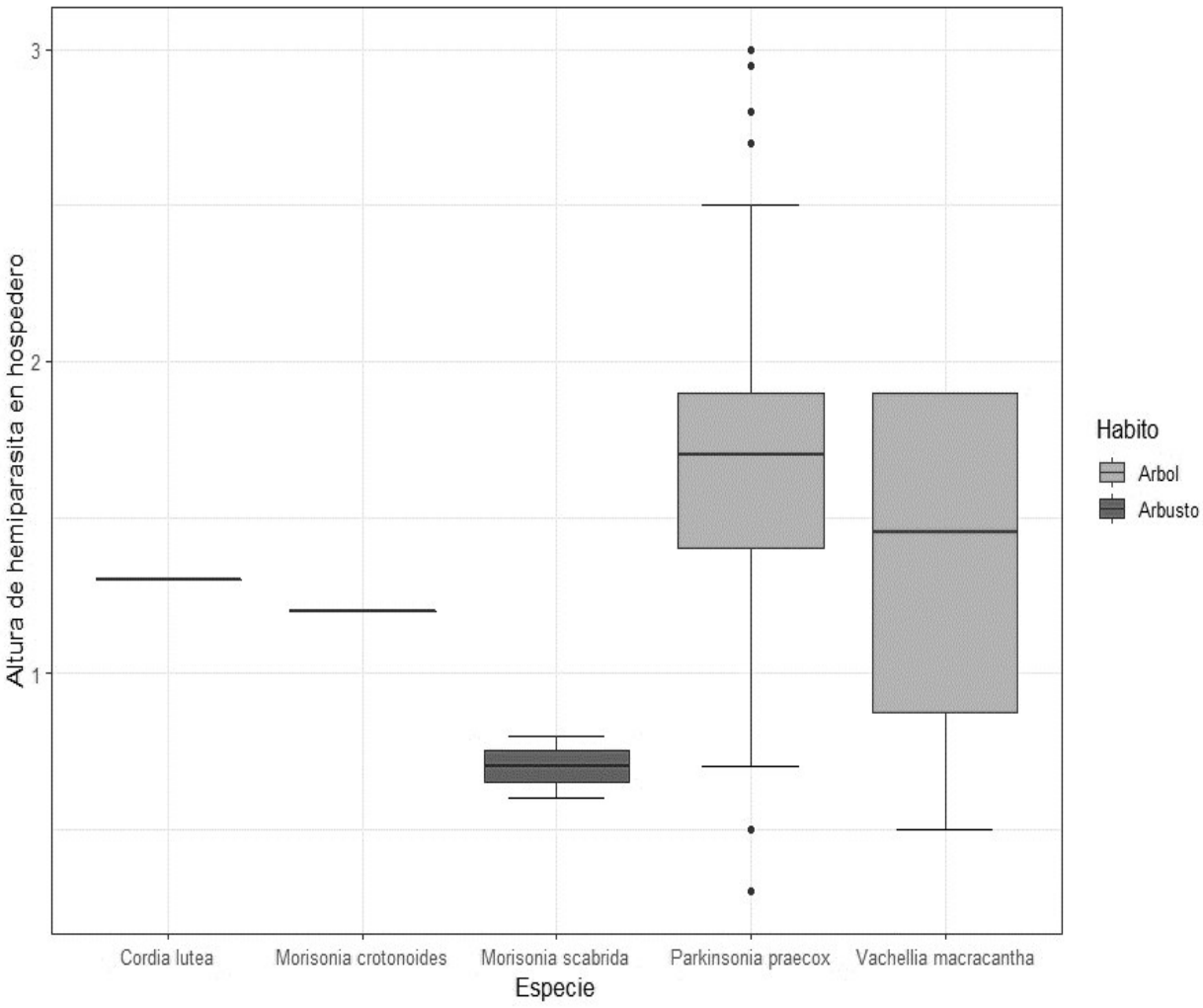


Figura 31. Alturas de establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* en el forófito por especie hospedera en el Matorral espinoso.

Cryptocarpus pyriformis tuvo alturas de establecimiento de *P. divaricatus* entre 0.5 y 2 metros, la mayor acumulación de datos estuvo entre los 1, 1.5 y 2 metros de altura (se puede observar en la concentración de puntos y el gráfico sombreado al lado representando un histograma) y *Parkinsonia praecox* tuvo tamaños entre 0.5 y 2.5 metros de altura de establecimiento de *P. divaricatus*, la mayor acumulación de datos estuvo en 1.2 a 2 metros de altura.

Existen diferencias significativas, según la prueba de U de Mann-Whitney (U = 5.3208, p-valor = 1.0332E-07) entre los árboles *Cryptocarpus pyriformis* y *Parkinsonia praecox*, solo se evaluaron las diferencias entre dos árboles porque en las demás especies de hospederos se observó una baja frecuencia de ocurrencia de *P. divaricatus*. (Fig. 32).

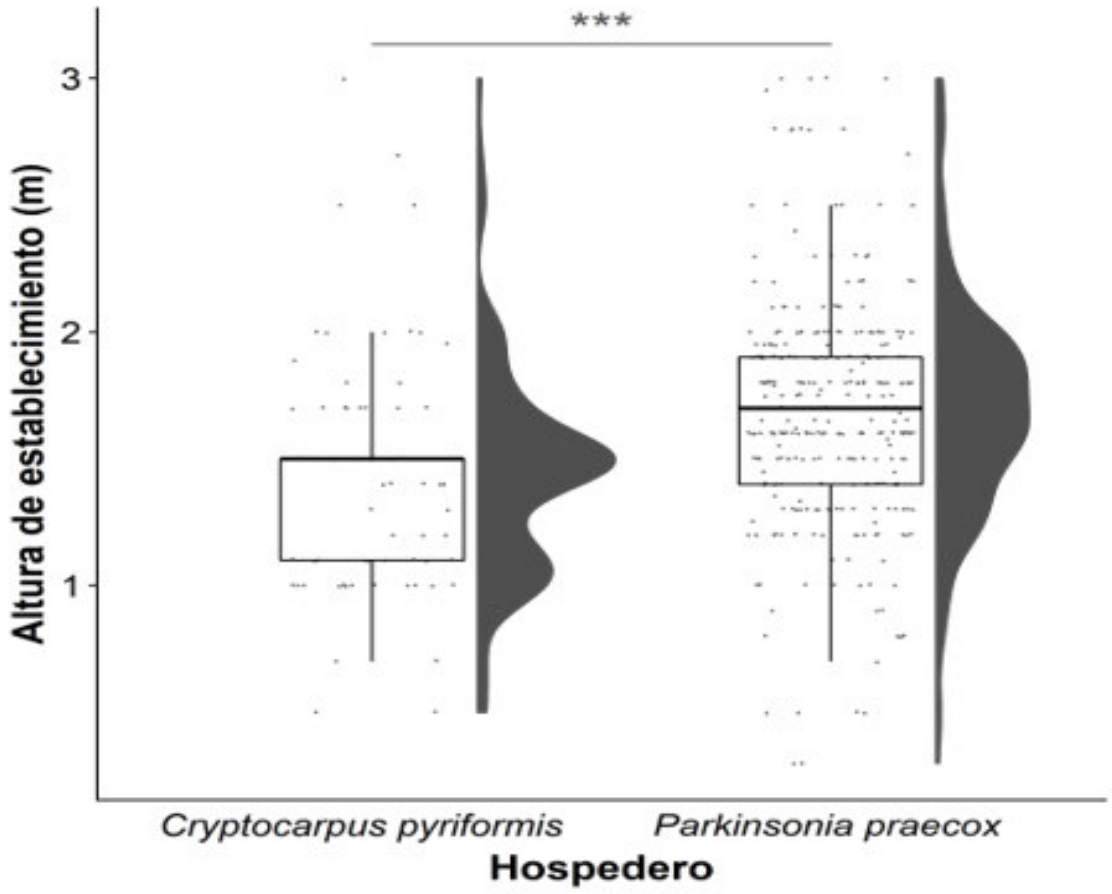


Figura 32. Dispersión de las alturas de establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* en las especies hospederas *Cryptocarpus pyriformis* y *Parkinsonia praecox* en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso respectivamente.

6.2.1.4. Posición de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero

- **Bosque relicto de *Prosopis***

La mayor abundancia relativa de *P. divaricatus* estuvo en la posición exterior con 91 individuos (82.7%), en el caso de la posición centro, tuvo una abundancia de 19 individuos (17.3%) de *P. divaricatus* en el hospedero.

El arbusto *Cryptocarpus pyriformis* concentró en la posición exterior a 72 individuos de *P. divaricatus* (66,1%) y 16 individuos (14.7%) en la posición centro, acumulando la mayor abundancia, seguido de *Vachellia macracantha* con 10 individuos de la hemiparásita (9.2%) en la posición exterior y finalmente *Maytenus orbicularis* con 9 individuos (8.3%) en el exterior y 2 individuos (1.8%) de abundancia en la posición centro (Fig. 33).

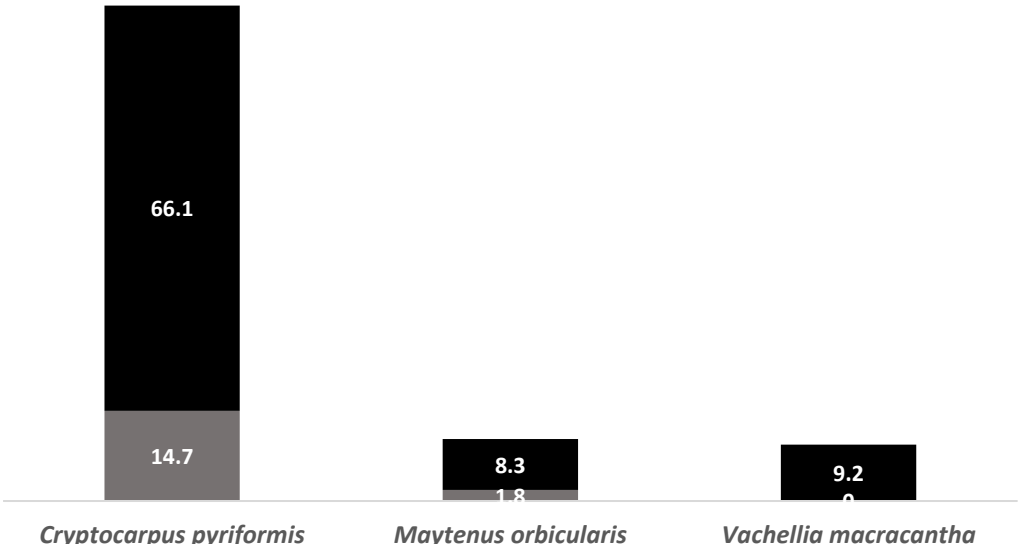


Figura 33. Abundancia relativa de *Psittacanthus divaricatus* por cada posición en las especies hospederas en el Bosque relicto de *Prosopis*, mostrando predominancia en la posición exterior de hemiparasitismo en *Cryptocarpus pyriformis*. El color negro representa la posición exterior y el color gris representa la posición centro *P. divaricatus* en el hospedero.

- **Matorral espinoso**

La mayor abundancia relativa de *P. divaricatus* estuvo en la posición exterior del hospedero y concentró a 249 individuos (78.3%), en el caso de la posición centro, tuvo una abundancia de 69 individuos (21.7%) del hemiparásito en el hospedero.

El árbol *Parkinsonia praecox* concentró en la posición exterior a 242 individuos (76.1%), y la posición centro con 67 individuos (21.1%), seguido de *Vachellia macracantha* con 4 individuos (1.3%) en la posición exterior. Finalmente, *Morisonia scabrida* en la posición exterior y centro con 2 y 1 individuo (0.6% y 0.3%) respectivamente y *Morisonia crotonoides* con 1 individuo (0.3%) de abundancia en la posición exterior (Fig. 34).

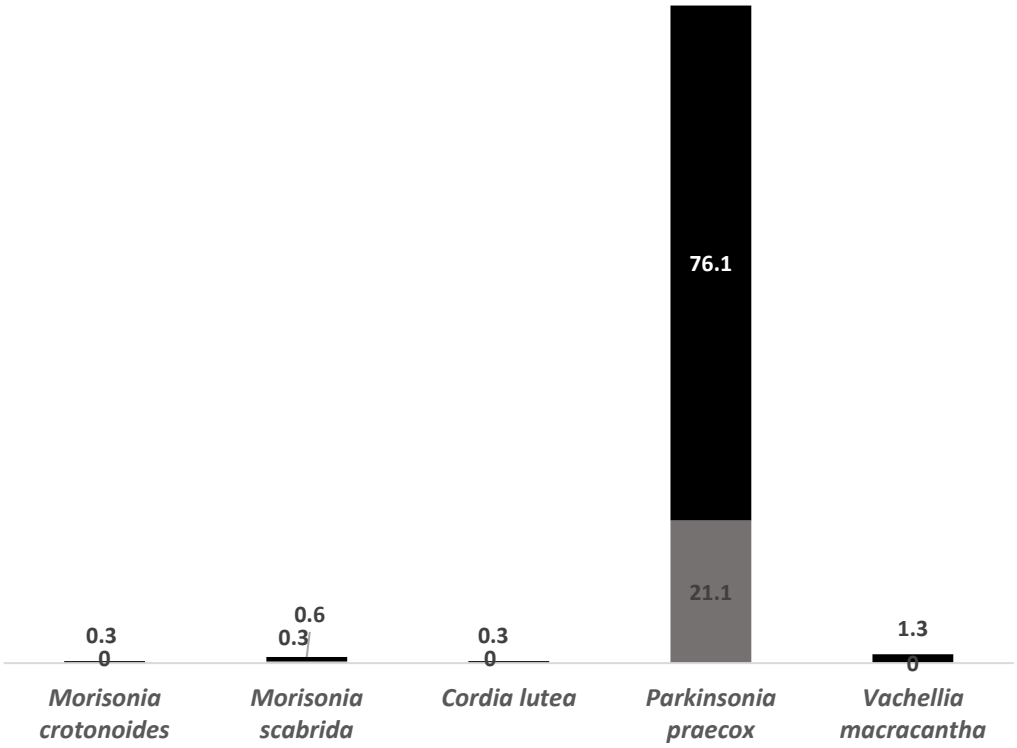


Figura 34. Abundancia relativa de *Psittacanthus divaricatus* por cada posición en las especies hospederas en el Matorral espinoso, mostrando predominancia en la posición exterior de hemiparasitismo en *Parkinsonia praecox*. El color negro representa la posición exterior y el color gris representa la posición centro *P. divaricatus* en el hospedero.

6.2.1.5. Orientación geográfica de establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero

- **Bosque relicto de *Prosopis***

La mayor abundancia de *P. divaricatus* en el hospedero, se encuentra en la orientación geográfica Este con 63 individuos (57.8%), seguido de la orientación Oeste con 45 individuos (41.3%), finalmente en la orientación cardinal Norte con 1 individuo (0.9%). No se registró presencia de hemiparásito en las orientaciones geográficas Sur, Suroeste, Noroeste, Noreste y Sureste (Fig. 35).

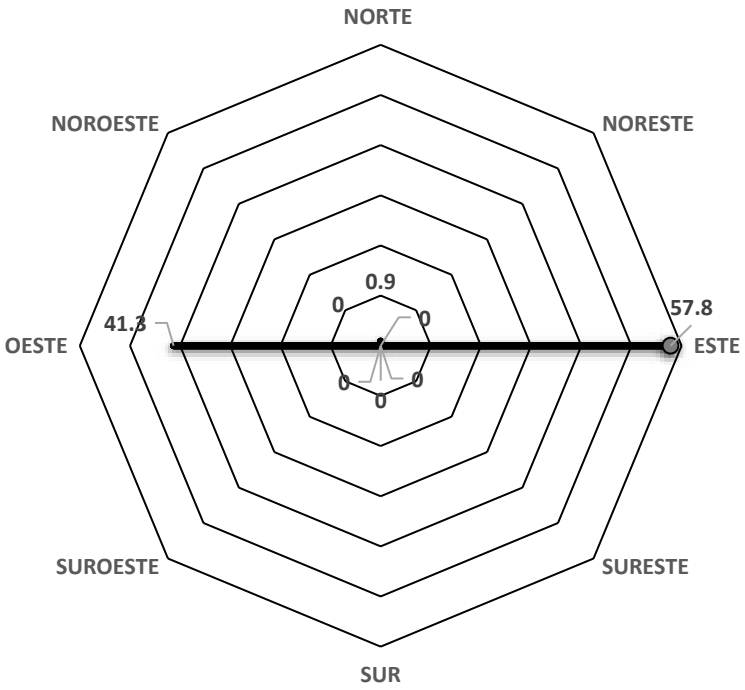


Figura 35. Frecuencia relativa de *Psittacanthus divaricatus* en cada orientación geográfica en el Bosque relicto de *Prosopis*, mostrando predominancia en la orientación geográfica Este.

La mayor frecuencia de *P. divaricatus* se ubicó en la orientación cardinal Este (57.8%). Sin embargo, se evidencia que el vector promedio fue la orientación geográfica Noroeste (NW) con 315° y tuvo una amplitud grupal de 45° (desviación estándar circular), es decir no se evidencia una orientación cardinal predominante ya que las diferencias

estadísticas fueron muy amplias. La longitud del vector medio (r), el cual muestra la concentración de datos, fue igual a cero (r=0), por lo tanto, no hubo concentración de datos, sin embargo, los datos no necesariamente estuvieron distribuidos de manera uniforme, como se observa en este caso (Fig. 36).

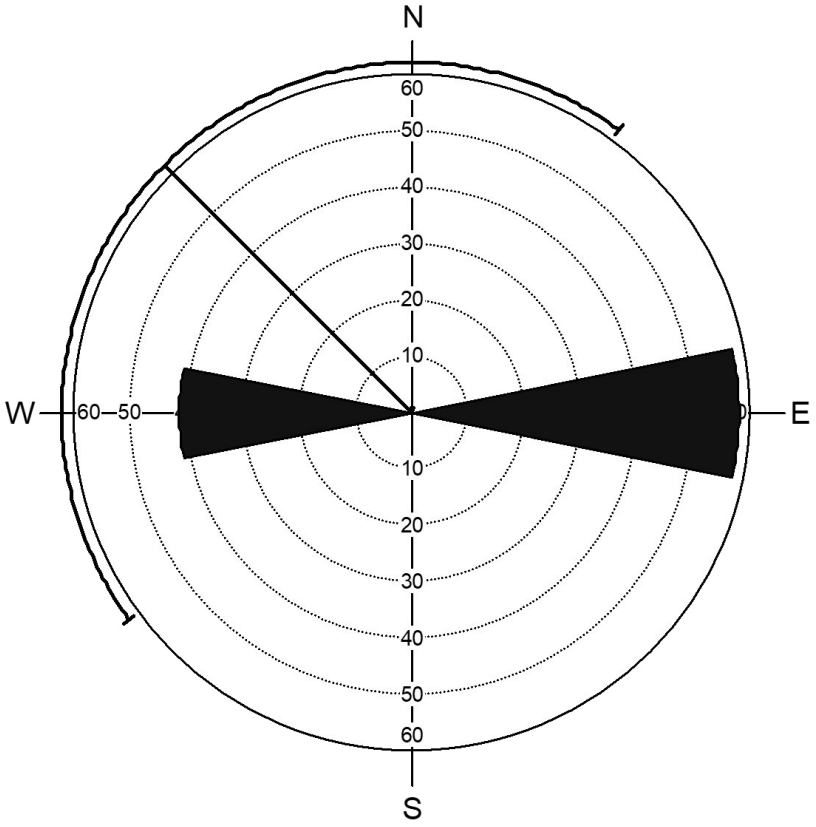


Figura 36. Orientación geográfica indicando el porcentaje de frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en el Bosque relicto de *Prosopis.*

- **Matorral espinoso**

La mayor abundancia de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero se encontró en la orientación geográfica Sur con 60 individuos (18.9%), seguido de orientación Este con 58 individuos (18.3%), el Noreste y Norte tuvieron 52 y 45 individuos (16.4% y 14.2%) de abundancia respectivamente. Finalmente, el Noroeste, Oeste y Sureste tuvieron 30, 25 y 24 individuos (9.5%, 7.9% y 76%) de abundancia respectivamente, teniendo el Suroeste la menor abundancia de *P. divaricatus* con 23 individuos (7.3%) (Fig. 37).

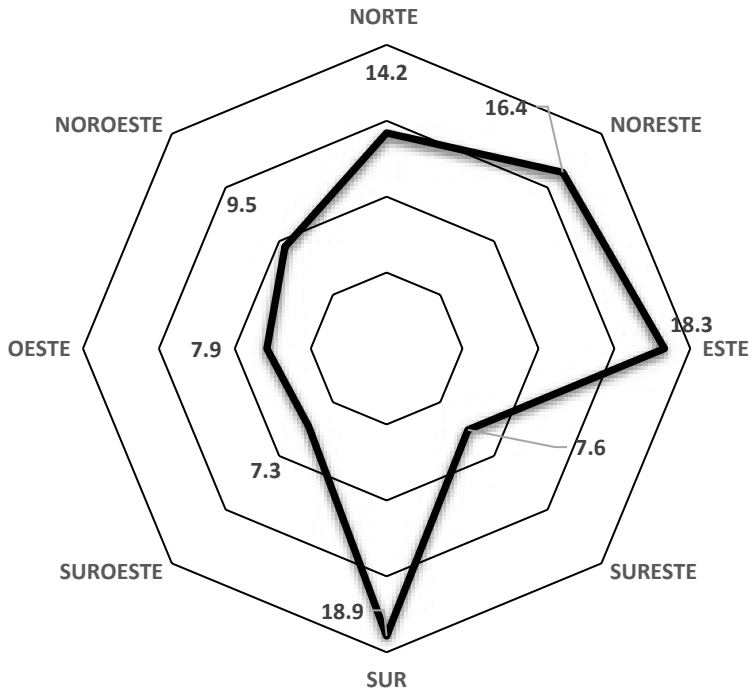


Figura 37. Frecuencia relativa de *Psittacanthus divaricatus* en cada orientación geográfica en el Matorral espinoso, mostrando predominancia en la orientación geográfica Sur.

La mayor frecuencia de *P. divaricatus* se ubicó en la orientación cardinal Sur (18.9%). Sin embargo, se evidencia que el vector promedio fue la orientación geográfica Noroeste (NW) con 315° y tuvo una amplitud grupal de 45° (desviación estándar circular), es decir no se evidencia una orientación cardinal predominante ya que las diferencias estadísticas fueron muy amplias. La longitud del vector medio (r), el cual muestra la concentración de datos, fue igual a cero (r=0), por lo tanto, no hubo concentración de datos, sin embargo, este resultado no necesariamente indica que los datos estuvieron distribuidos de manera uniforme, como se observa en el diagrama circular (Fig. 38)

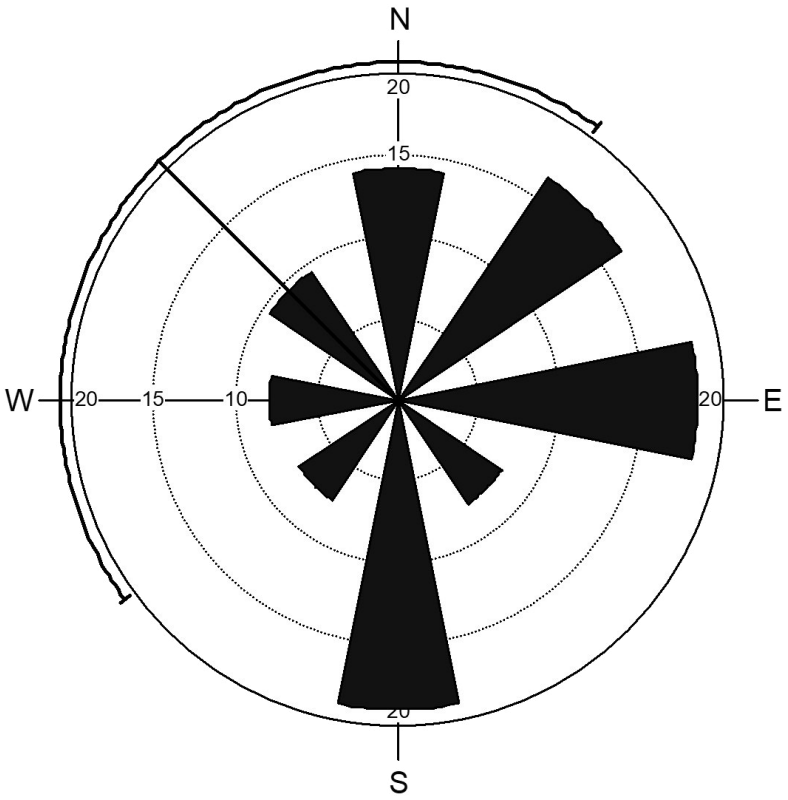


Figura 38. Orientación geográfica indicando el porcentaje de frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en el Matorral espinoso.

6.2.1.6. Características de la corteza de las ramas del hospedero

- **Bosque relicto de *Prosopis***

La corteza delgada y textura rugosa fue la que tuvo la mayor abundancia relativa de hospederos (85.3%), seguida de la corteza delgada y textura fisurada con 11.8% de abundancia relativa, finalmente la corteza mediana y textura fisurada tuvo una abundancia relativa de 2.9%. (Fig. 39)

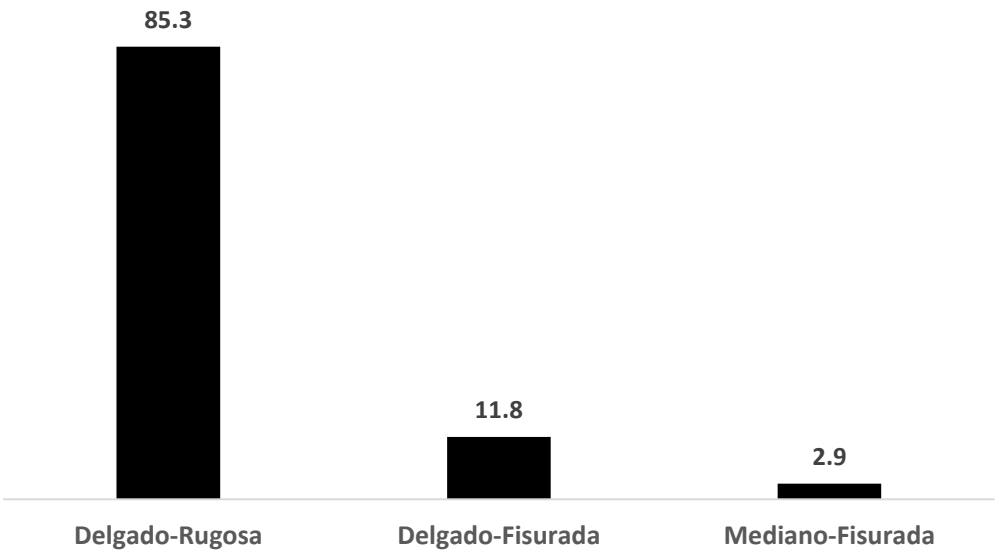


Figura 39. Abundancia relativa de los tipos de corteza (grosor y textura) de los árboles y arbustos hospederos de *P. divaricatus* en el Bosque relicto de *Prosopis*, mostrando predominancia en la corteza delgada y textura rugosa de la corteza.

Tabla 7. Tipos de corteza de los árboles y arbustos en el Bosque relicto de *Prosopis*

	CORTEZA	
HOSPEDERO	**GROSOR**	**TEXTURA**
Cryptocarpus pyriformis	Delgado	Rugosa
Maytenus orbicularis	Delgado	Fisurada
Morisonia scabrida	Mediano	Agrietada
Prosopis pallida	Grueso	Agrietada
Vachellia macracantha	Mediano	Fisurada

- **Matorral espinoso**

La corteza delgada y textura rugosa de la corteza tuvieron la mayor abundancia relativa de hospederos (93.1%), seguida de la corteza mediana y textura fisurada con 2.3% de abundancia relativa, la corteza mediana y textura agrietada tuvo una abundancia relativa de 2.3%, finalmente las corteza delgada y textura agrietada, y la corteza delgada y la textura lisa tuvieron una abundancia relativa de 1.1% cada una (Fig. 40).

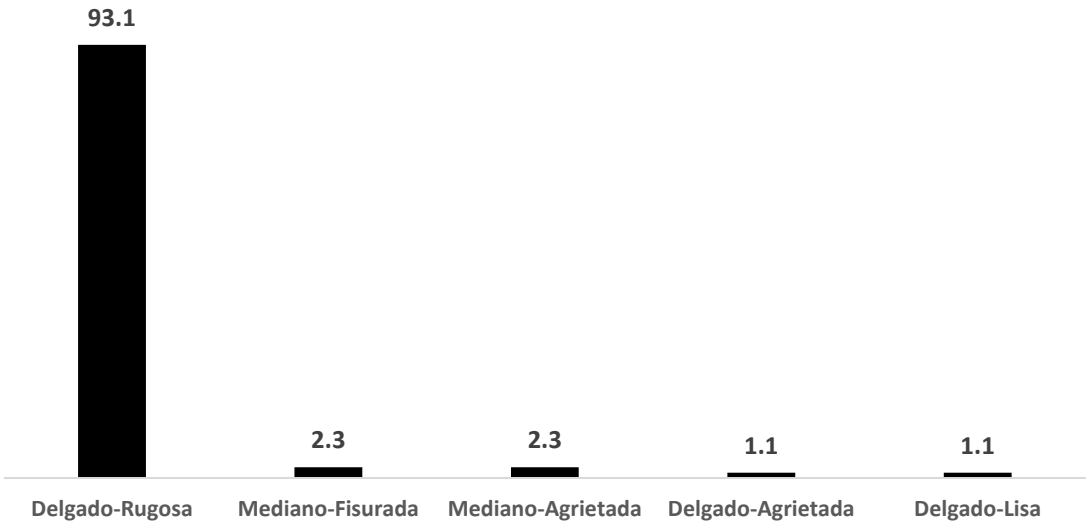


Figura 40. Abundancia relativa de los tipos de corteza (grosor y textura) de los árboles y arbustos hospederos de *P. divaricatus* en el Matorral espinoso, mostrando predominancia en la corteza delgada y textura rugosa de la corteza.

Tabla 8. Tipos de corteza de los árboles y arbustos en el Matorral espinoso.

	CORTEZA	
HOSPEDERO	**GROSOR**	**TEXTURA**
Cordia lutea	Delgado	Agrietada
Cryptocarpus pyriformis	Delgado	Rugosa
Croton thurifer	Delgado	Rugosa
Galvezia fruticosa	Delgado	Lisa
Morisonia crotonoides	Delgado	Lisa
Morisonia scabrida	Mediano	Agrietada
Parkinsonia praecox	Delgado	Rugosa
Vachellia macracantha	Mediano	Fisurada
Waltheria ovata	Delgado	Lisa

6.2.1.7. Tipos de frutos del hospedero

- **Bosque relicto de *Prosopis***

La mayor abundancia relativa de hospederos tuvo el fruto tipo antocarpo (85.3%), fruto característico de la familia Nyctaginaceae, el cual tiene forma de aquenio o nuez, envuelto o fusionado con el cáliz, seguido del fruto tipo cápsula, el cual tuvo una abundancia de 11.8% y se caracteriza por ser un fruto seco dehiscente. Finalmente, el tipo de fruto legumbre tuvo una abundancia de 2.9%, este tipo de fruto se caracteriza por ser un fruto seco de tipo dehiscente, característico de la familia Fabaceae (Fig. 41)

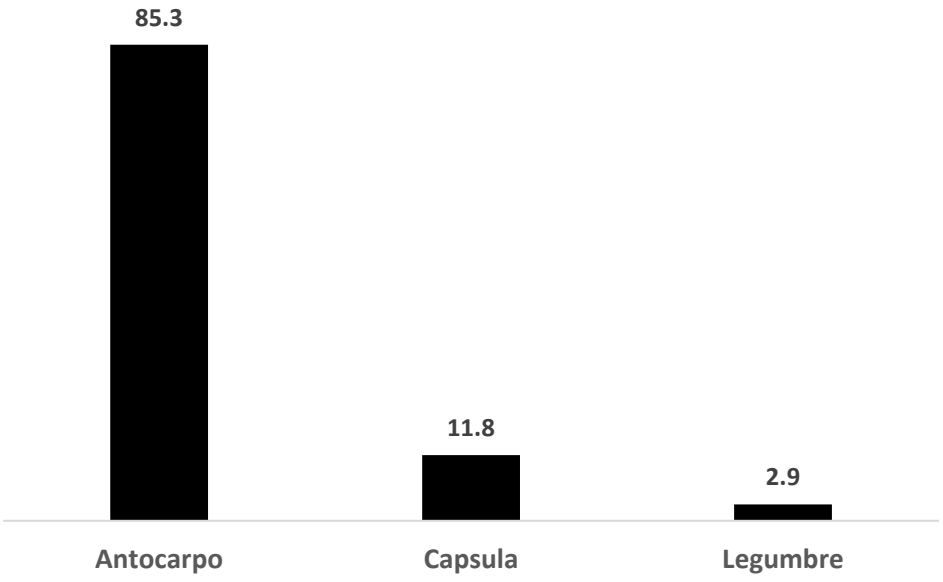


Figura 41. Abundancia relativa de los tipos de frutos de los árboles y arbustos que fueron hospederos de *P. divaricatus* en el Bosque relicto de *Prosopis*, mostrando predominancia en el fruto tipo Antocarpo.

Tabla 9. Tipos de frutos de los árboles y arbustos en el Bosque relicto de *Prosopis*.

HOSPEDERO	TIPO DE FRUTO
Cryptocarpus pyriformis	Antocarpo
Maytenus orbicularis	Cápsula
Morisonia scabrida	Baya
Prosopis pallida	Legumbre
Vachellia macracantha	Legumbre

- **Matorral espinoso**

La mayor abundancia relativa de hospederos tuvo el tipo de fruto legumbre (95.4%), caracterizado por ser un fruto seco, mientras que el fruto tipo baya tuvo una abundancia relativa de 4.6% y este se caracteriza por ser un fruto carnoso con semillas rodeadas de pulpa (Fig. 42).

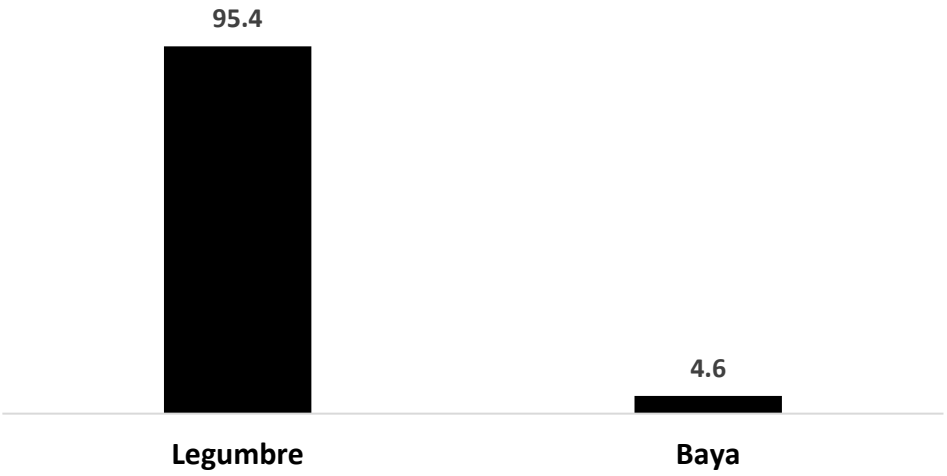


Figura 42. Abundancia relativa de los tipos de frutos de los árboles y arbustos que fueron hospederos de *P. divaricatus*, mostrando predominancia en el fruto tipo legumbre en el Matorral espinoso.

Tabla 10. Tipos de frutos de los árboles y arbustos en el Matorral espinoso.

HOSPEDERO	TIPO DE FRUTO
Cordia lutea	Baya
Cryptocarpus pyriformis	Antocarpo
Croton thurifer	Cápsula
Galvezia fruticosa	Cápsula
Morisonia crotonoides	Baya
Morisonia scabrida	Baya

HOSPEDERO	TIPO DE FRUTO
Parkinsonia praecox	Legumbre
Vachellia macracantha	Legumbre
Waltheria ovata	Cápsula

6.2.2. Análisis de los factores que influyen sobre el hemiparasitísmo de *Psittacanthus divaricatus*

6.2.2.1 Factores que influyen en la presencia de *Psittacanthus divaricatus*.

Se generaron 67 modelos lineales generalizados (GLM) y se usó la prueba de distribución la Binomial la cual indicó que el mejor modelo sin colinealidad es el de Altura+Localidad+Textura+Altura*Localidad (AICc= 364.7956206) (Anexo III). Se muestra una influencia significativa de las variables Localidad, Textura de la corteza y de la interacción entre Altura del hospedero y Localidad; se evidencia que solo la altura del hospedero no es una variable influyente para la presencia de la hemiparásita, por lo tanto, la localidad, la textura de la corteza y altura del hospedero, en interacción con la localidad influyen sobre la presencia de la hemiparásita.

La prueba de significancia Chi cuadrado, evidencia que no hubo diferencias significativas en la variable altura del hospedero (X^2 = 2.408, p-valor<0.1207), mientras que las variables Localidad, Textura de la corteza y la relación Altura*Localidad tuvieron diferencias significativas (p<000.1) (Tabla 11).

Tabla 11. Resultados de la prueba de significancia de las variables (test de significancia con Chi cuadrado) para el mejor modelo de presencia de *P. divaricatus* en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso.

	LR Chisq	Grados de Libertad	Pr(>Chisq)
Altura del hospedero	2.408	1	0.1207
Localidad	**25.189**	**1**	**<0.001**

Textura de la corteza	**152.203**	**3**	**<0.001**
Altura * Localidad	**17.83**	**1**	**<0.001**

La prueba Tukey evidencia que los tipos de texturas de corteza del hospedero, tales como Rugosa-Agrietada, Rugosa-Fisurada y Rugosa-Lisa tuvieron diferencias significativas (p<000.1), en el caso de la variable localidad, se evidenciaron diferencias significativas (p<000.1), esto nos demuestra que efectivamente las localidades y los diferentes tipos de textura de la corteza del hospedero influencian sobre la presencia de *P. divaricatus* (Tabla 12).

Tabla 12. Resultados de la prueba Tukey en los tipos de corteza y según la textura de la rama de los hospederos y localidad en ambos ecosistemas.

Textura				
	Estimate	Std. Error	Z value	Pr(>|z|)
Fisurada - Agrietada	1.2743	0.75114	1.696	0.302
Lisa – Agrietada	-0.09709	1.24086	-0.078	1
Rugosa – Agrietada	**4.1339**	**0.69281**	**5.967**	**<0.001**
Lisa – Fisurada	-1.371139	1.13587	-1.207	0.598
Rugosa – Fisurada	**2.85959**	**0.48792**	**5.861**	**<0.001**
Rugosa – Lisa	**4.23099**	**1.02466**	**4.129**	**<0.001**
Localidad				
Matorral espinoso – Bosque relicto	**-3.9398**	**0.8189**	**-4.811**	**<0.001**

- **Bosque relicto de *Prosopis***

Se muestra los diferentes tipos de textura de corteza, las alturas de los hospederos y la probabilidad de presencia de *P. divaricatus*, representado por los Odds rattio (una medida de asociación entre las variables).

Los diferentes tipos de textura de la corteza del hospedero tienen influencia sobre la probabilidad de observar la presencia de *P. divaricatus* y la altura de hospedero aumenta progresivamente también esa probabilidad. En este caso, la influencia de la altura del

hospedero es mínima, la textura de la corteza es la que juega un rol principal, siendo la textura rugosa la que incrementa la probabilidad de presencia de *P. divaricatus*, aun cuando el forófito es de menor tamaño, mientras que *P. divaricatus* tiene mayor probabilidad de presencia solo cuando las texturas fisurada y agrietada tienen forófitos de mayor tamaño (Fig. 43).

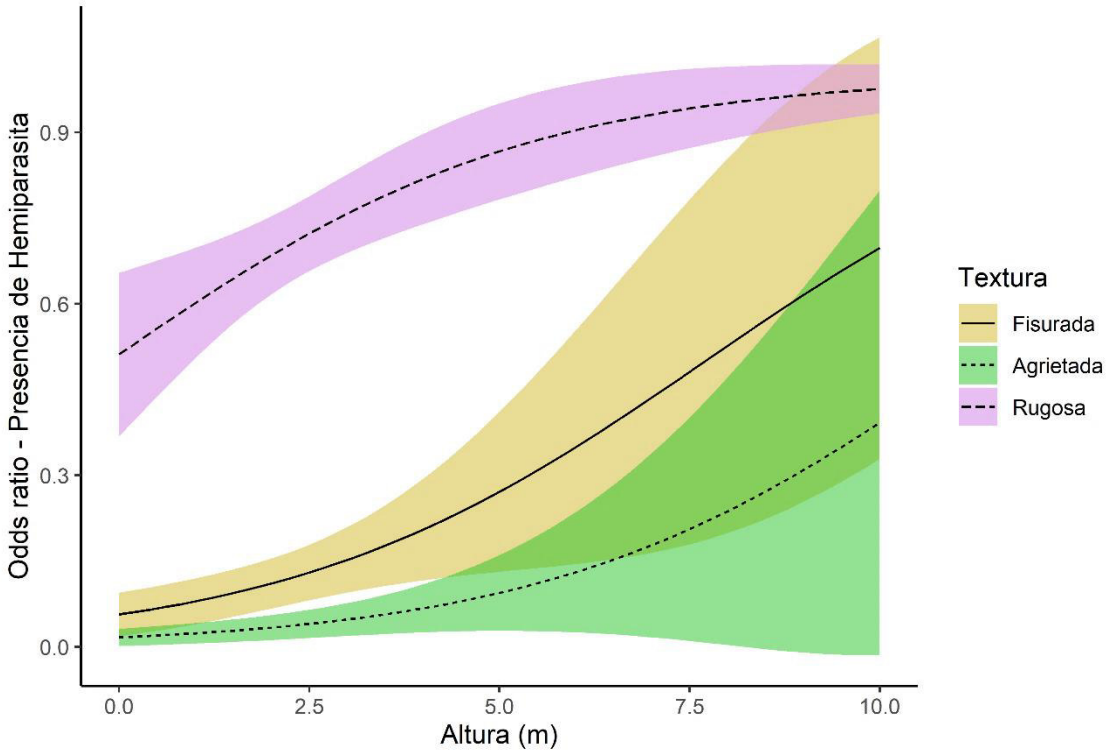


Figura 43. Presencia de *Psittacanthus divaricatus* con relación a la altura del forófito y tipos de textura de las ramas de los hospederos en el Bosque relicto de *Prosopis*.

- **Matorral espinoso**

La altura del hospedero tiene una influencia mayor, ya que, en un poco de aumento en la altura, la curva de probabilidad (Odds rattio) (medida de asociación) aumenta abruptamente. Si bien la textura de la corteza sigue siendo importante, su importancia es menor que la altura. Al igual que en Bosque relicto de *Prosopis*, la textura rugosa es la que tiene más probabilidad de presencia de *P. divaricatus*, mientras que en los otros tipos de texturas de la corteza (fisurada, lisa y agrietada) la probabilidad comienza a aumentar aproximadamente a partir de los 2.5 metros de altura del hospedero (Fig. 44).

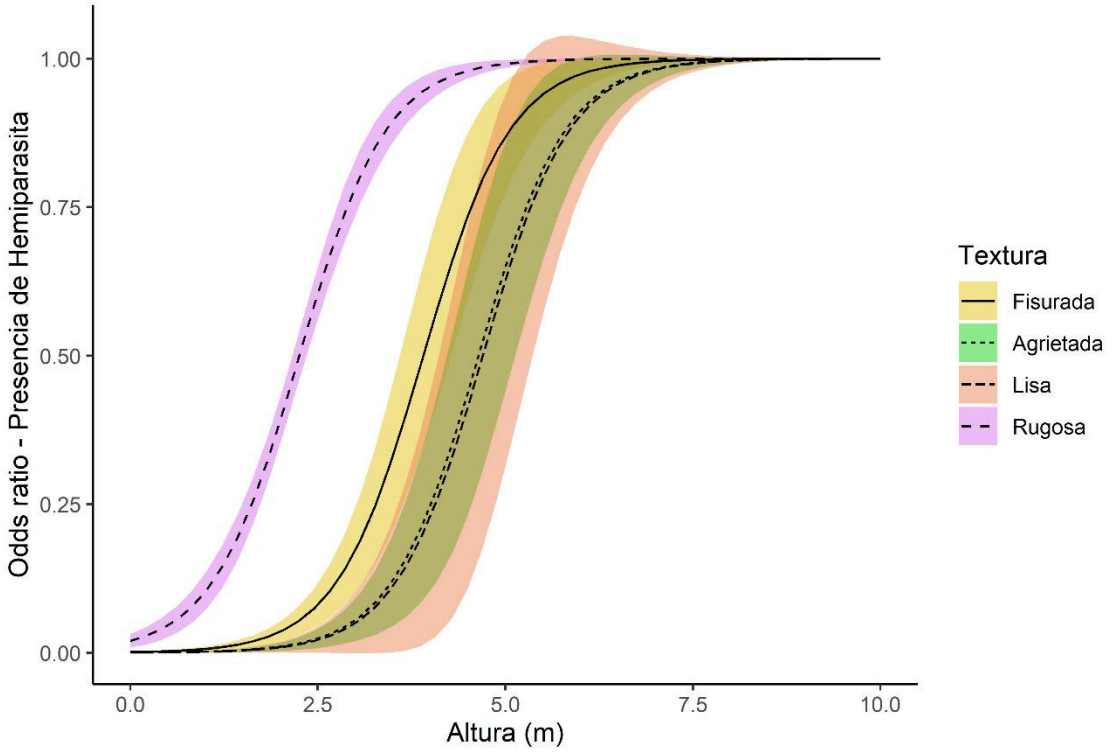


Figura 44. Presencia de *Psittacanthus divaricatus* con relación a la altura y tipos de textura de las ramas de los hospederos en el Matorral espinoso.

6.2.2.2. Factores que influyen en la abundancia de *Psittacanthus divaricatus*

Se generaron 67 modelos lineales generalizados y se usó la distribución la Binomial negativa, la cual indicó que el mejor modelo sin colinealidad es el de Altura+Localidad+Textura+Altura*Localidad (AICc= 885.8976589) (Anexo IV).

La prueba de significancia Chi cuadrado, evidencia que si hubo diferencias significativas en las variables Altura del hospedero (X^2 = 14.45, p-valor<0.001), Localidad (X^2 = 20.881, p-valor<0.001), Textura de la corteza (X^2 = 193.799, p-valor<0.001) y la relación Altura*Localidad (X^2 = 15.646, p-valor<0.001) (Tabla 13).

Tabla 13. Resultados de la prueba de significancia de las variables (test de significancia con Chi cuadrado) para el mejor modelo en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso.

	LR Chisq	Grados de libertad	Pr(>Chisq)
Altura del hospedero	**14.45**	**1**	**<0.001**
Localidad	**20.881**	**1**	**<0.001**
Textura de la corteza	**193.799**	**3**	**<0.001**
Altura:Localidad	**15.646**	**1**	**<0.001**

La prueba Tukey muestra que los tipos de texturas de corteza del hospedero, tales como Fisurada-Agrietada, Lisa-Fisurada no tuvieron diferencias significativas (p>0.001), mientras que los tipos de corteza Lisa-Agrietada, Rugosa-Agrietada, Rugosa-Fisurada y Rugosa- Lisa, si tuvieron diferencias significativas (p<0.001), siendo la textura rugosa la que más influye en la abundancia de *P. divaricatus*. Las localidades también tuvieron una diferencia significativa, por lo tanto, también tuvo influencia en la abundancia de *P. divaricatus* (p<0.001), y nos dice exactamente lo mismo que el modelo de presencia (Tabla 14).

Tabla 14. Resultados de la prueba Tukey en los tipos corteza según la de textura de la rama de los hospederos en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso. Nivel de significancia (* 0.05; ** 0.01; *** 0.001)

Textura					
	Estimado	Error estándar	Z value	Pr(>|z|)	
Fisurada – Agrietada	1.7911	0.5971	3	0.01313	*
Lisa – Agrietada	**3.0755**	**0.5789**	**5.312**	**< 0.001**	***
Rugosa – Agrietada	**5.5517**	**0.6475**	**8.573**	**< 0.001**	***
Lisa – Fisurada	1.2844	0.3685	3.485	0.00242	**
Rugosa – Fisurada	**3.7606**	**0.4757**	**7.905**	**< 0.001**	***

Rugosa – Lisa	**2.4762**	**0.3741**	**6.619**	**< 0.001**	*******
Localidad					
Bosque relicto-Matorral espinoso	**-5.7799**	**0.6131**	**0.6131**	**<2e-16**	*******

6.2.2.3. Factores que influyen en el tamaño de *Psittacanthus divaricatus*

Se generaron 60 modelos lineales generalizados y se usó la prueba de distribución Gamma la cual nos indica que el mejor modelo sin colinealidad es el de Diámetro+ Establecimiento (AICc= -20.86016858) (Anexo V). El modelo evidencia que el diámetro de la rama del hospedero y la altura de establecimiento de *P. divaricatus* en el hospedero tiene una influencia en el tamaño de la hemiparásita.

La prueba de significancia Chi cuadrado, evidencia que hubo diferencias significativas en la variable diámetro de la rama del hospedero, es decir es la que tiene mayor influencia (X^2 = 7.1289, p-valor<0.001), mientras que la altura de establecimiento no tuvo diferencias significativas (X^2 = 3.0709, p-valor<0.0797), (Tabla 15).

Tabla 15. Resultados de la prueba de significancia de las variables (test de significancia con Chi cuadrado) para el mejor modelo en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso Nivel de significancia (* 0.05; ** 0.01; *** 0.001; . 0.1).

	LR Chisq	**Grados de libertad**	**Pr(>Chisq)**	
Altura de Establecimiento	3.0709	1	<0.0797	.
Diámetro de la rama	**7.1289**	**1**	**<0.001**	*******

6.3. Estructura poblacional *Psittacanthus divaricatus*.

- **Bosque relicto de *Prosopis***

La mayor frecuencia de tamaño de *P. divaricatus* (31.2%) se encontró en el intervalo entre 70-80 centímetros, seguido del tamaño de 60-70 centímetros con 20,2% de frecuencia, el tamaño entre 50-60 centímetros tuvo una frecuencia de 17.4% seguido del intervalo de tamaños entre 40-50 y 30-40 centímetros, con una frecuencia de 14.7% en ambos casos. Finalmente, el intervalo de tamaño entre 80-90 centímetros tuvo la menor frecuencia con 1.8% (Fig. 45).

Los datos no muestran una distribución normal, según la prueba Shapiro Wilk, (W= 0.7982) y (p-valor<000.1).

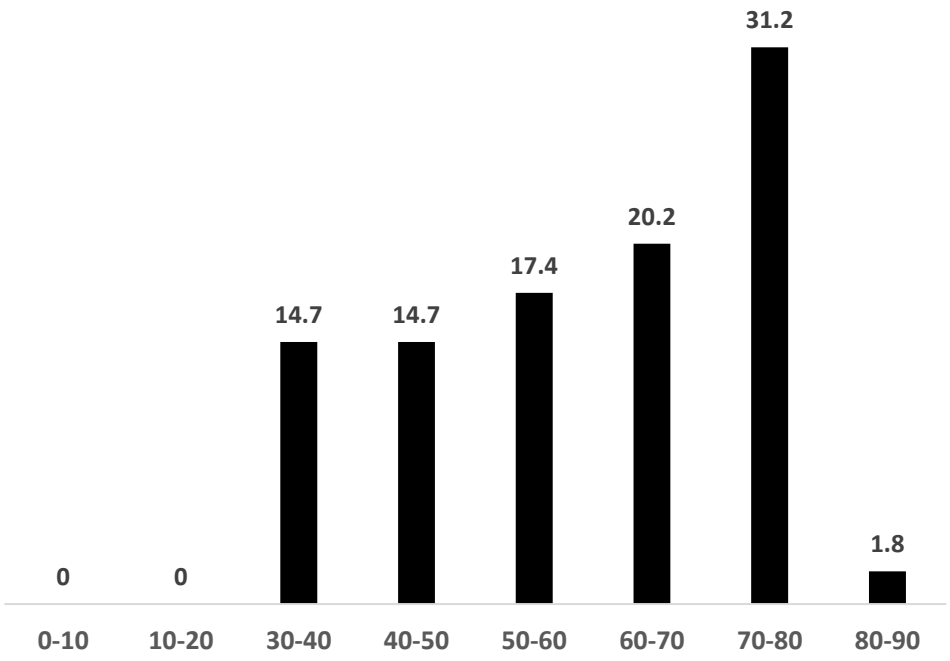


Figura 45. Frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* en cada intervalo de tamaño en el Bosque relicto de *Prosopis*, mostrando predominancia en el intervalo de 70-80 cm.

La mayor abundancia relativa de *P. divaricatus* estuvo en el tamaño mediano (83.5%), seguido del tamaño pequeño el cual tuvo una abundancia relativa de 14.7% y mientras que el tamaño grande tuvo 1.8% de abundancia relativa, no se registraron juveniles en esta zona. La categoría juvenil representa tamaños de *P. divaricatus* menores a 20 centímetros, la categoría pequeño representa tamaños entre 20-40 centímetros, la categoría mediano de 40-80 centímetros y finalmente la categoría grande representa tamaños mayores a 80 centímetros (Fig. 46).

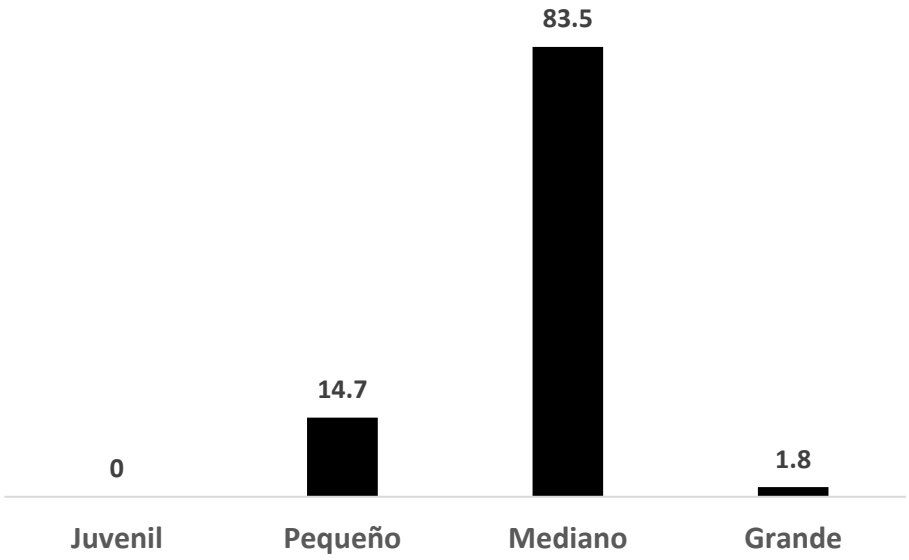


Figura 46. Frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* por cada categoría de tamaño en el Bosque relicto de *Prosopis*, mostrando predominancia en el tamaño mediano.

La especie arbustiva *Cryptocarpus pyriformis* hospedó a 88 individuos de *Psittacanthus divaricatus* (hemiparásita), con tamaños entre 30 y 80 centímetros de altura; la mayor abundancia *de P. divaricatus* (44 individuos) se concentró en los tamaños entre 70 y 80 centímetros en este hospedero. En el caso de *Maytenus orbicularis*, hospedó a 11 individuos de la hemiparásita y tuvo tamaños entre 35 y 90 centímetros, se evidenció

que la mayor abundancia de *P. divaricatus* (5 individuos) se encontró en el tamaño de 80 centímetros. Finalmente, *Vachellia macracantha* hospedó a 10 individuos de la hemiparásita con tamaños entre 50 y 75 centímetros, el tamaño de 60 centímetros tuvo la mayor abundancia (4 individuos) del hemiparásito en este hospedero (Fig. 47).

No se evidencia diferencias estadísticamente significativas entre las variables según la prueba de Kruskal Wallis (H=1.435) (p- valor<0.4879)

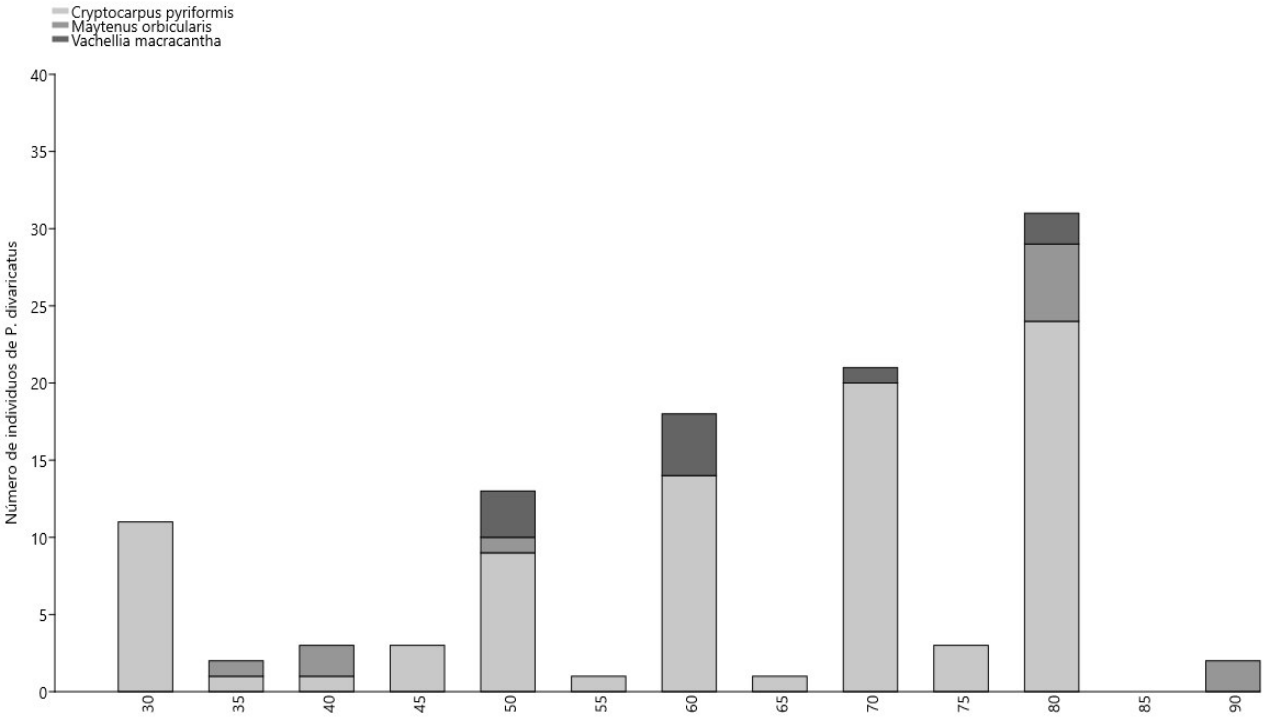


Figura 47. Abundancia de *Psittacanthus divaricatus* por tamaño en relación a sus hospederos en el Bosque relicto de *Prosopis*

Las flores con fenología cerrada y abierta en *P. divaricatus*, se encontraron en tamaños de la hemiparásita de hasta 1 metro, mientras que las flores cerradas estuvieron solo hasta tamaños máximos de 80 centímetros (Fig. 48).

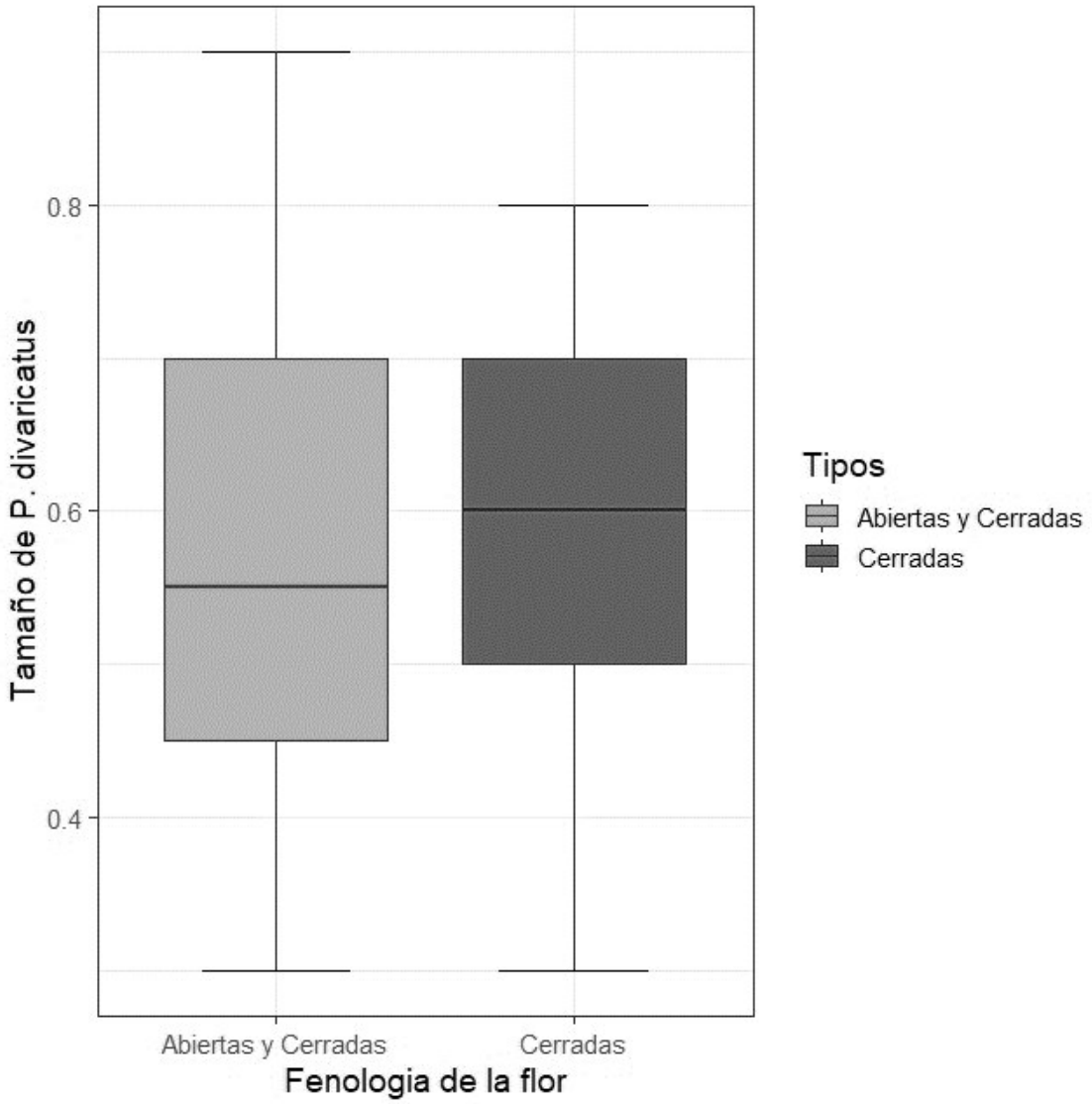


Figura 48. Tamaños de *Psittacanthus divaricatus* por tipos de fenología de flor, en el Bosque relicto de *Prosopis*.

- **Matorral espinoso**

La mayor frecuencia de tamaño de *P. divaricatus* estuvo en el intervalo entre 60-70 centímetros (17%), seguido del intervalo entre 40-50 centímetros con 14.8% de frecuencia, el tamaño entre 50-60 centímetros tuvo una frecuencia de 17.4% seguido del intervalo de tamaños entre 20-30 y 70-80 centímetros, con una frecuencia de 13.5% en ambos casos. Finalmente, el intervalo de tamaño entre 120-130 centímetros tuvo la

menor frecuencia con 0.6%. Los datos no muestran una distribución normal, según la prueba Shapiro Wilk, (W= 0.7499; p-valor<0000.1) (Fig. 49).

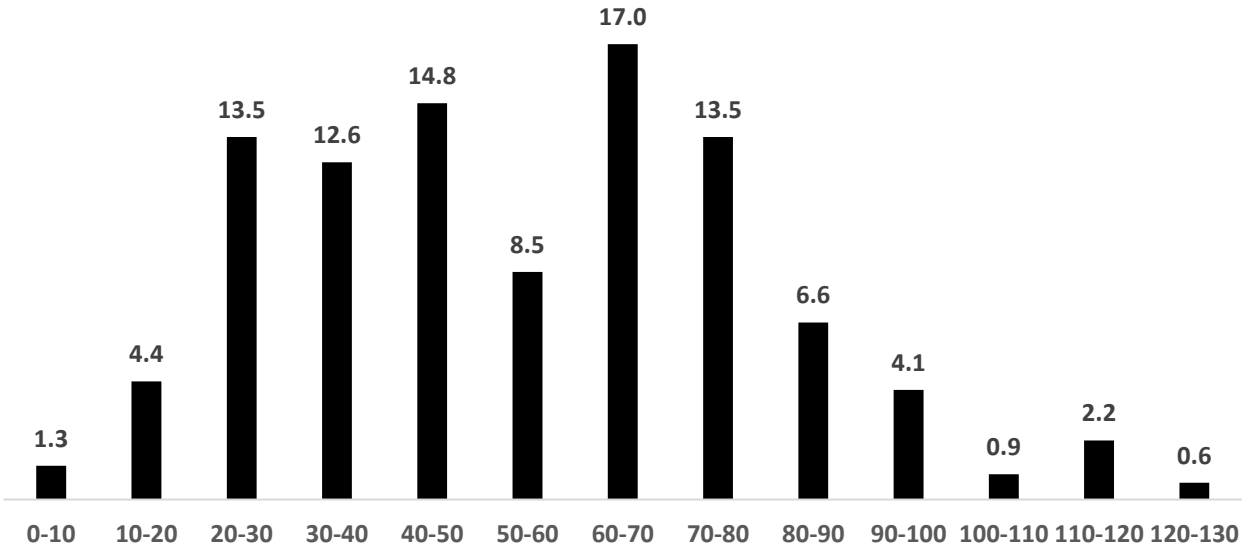


Figura 49. Abundancia relativa de *Psittacanthus divaricatus* en cada intervalo de tamaño en el Matorral espinoso, mostrando predominancia en el intervalo de 60-70 cm.

La mayor abundancia relativa de *P. divaricatus* se concentró en el tamaño mediano (53.8%), seguido del tamaño pequeño el cual tuvo una abundancia relativa de 26.1% y el tamaño grande de 14.5%, finalmente los tamaños de *P. divaricatus* juveniles tuvieron la menor abundancia relativa (5.7%) en esta zona. La categoría juvenil representa tamaños de *P. divaricatus* menores a 20 centímetros, la categoría pequeño representa tamaños entre 20 y 40 centímetros, la categoría mediano de 40 y 80 centímetros y finalmente la categoría grande representa tamaños mayores a 80 centímetros (Fig. 50).

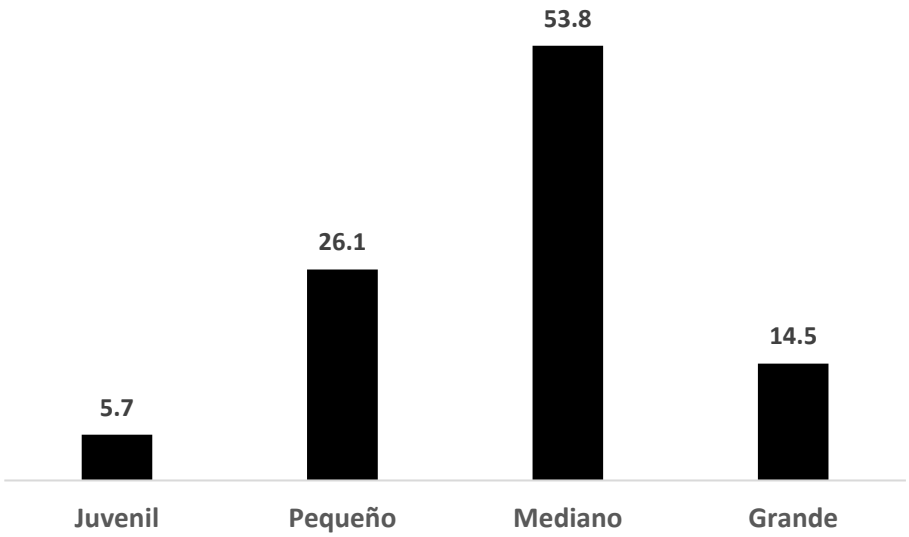


Figura 50. Frecuencia de *Psittacanthus divaricatus* por cada categoría de tamaño en el Matorral espinoso, mostrando predominancia en el tamaño mediano.

La especie arbórea *Parkinsonia praecox* hospedó a 309 individuos de *P. divaricatus* (hemiparásita) con tamaños entre 10 y 110 centímetros, la mayor abundancia de la hemiparásita (91 individuos) estuvo entre los tamaños 70 y 80 centímetros en este hospedero. *Morisonia scabrida* hospedó a 3 individuos de *P. divaricatus* los cuales tuvieron tamaños entre 60 y 110 centímetros. *Vachellia macracantha* hospedó a 4 individuos de *P. divaricatus* los cuales tuvieron valores entre 50 y 80 centímetros de tamaño, teniendo mayor abundancia (2 individuos) en el tamaño de 80 centímetros. Finalmente, *Cordia lutea* y *Morisonia crotonoides* tuvieron tamaños de la hemiparásita de 35 y 20 centímetros respectivamente (Fig. 51).

Se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre *Parkinsonia praecox* y *Vachellia macracantha* según la prueba U de Mann-Whitney ($U=5$; p-valor<0.0192)

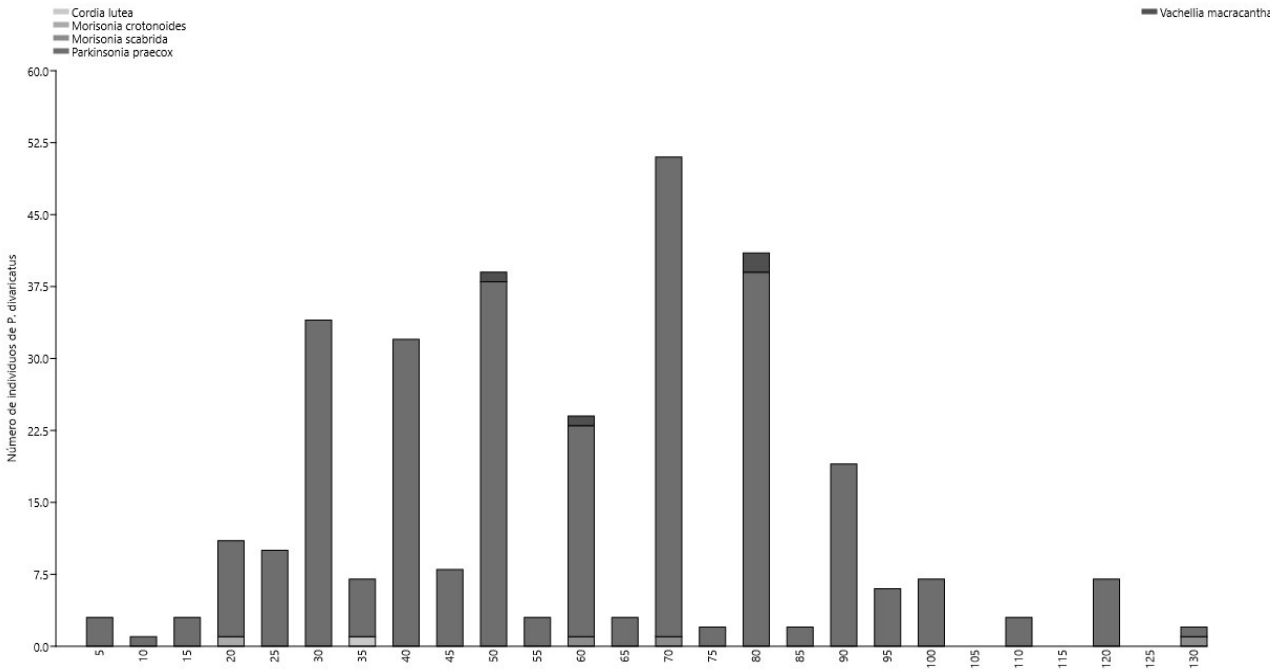


Figura 51. Abundancia de *Psittacanthus divaricatus* por tamaño en relación a sus hospederos en el Matorral espinoso.

Las flores con fenología cerrada y abierta en *P. divaricatus*, se encontraron en tamaños de la hemiparásita de hasta 1.6 metros, las flores cerradas estuvieron entre 20 y 40 centímetros, mientras que las *P. divaricatus* sin flores estuvieron en estadio vegetativo, con tamaños entre 5 y 20 centímetros (Fig. 52).

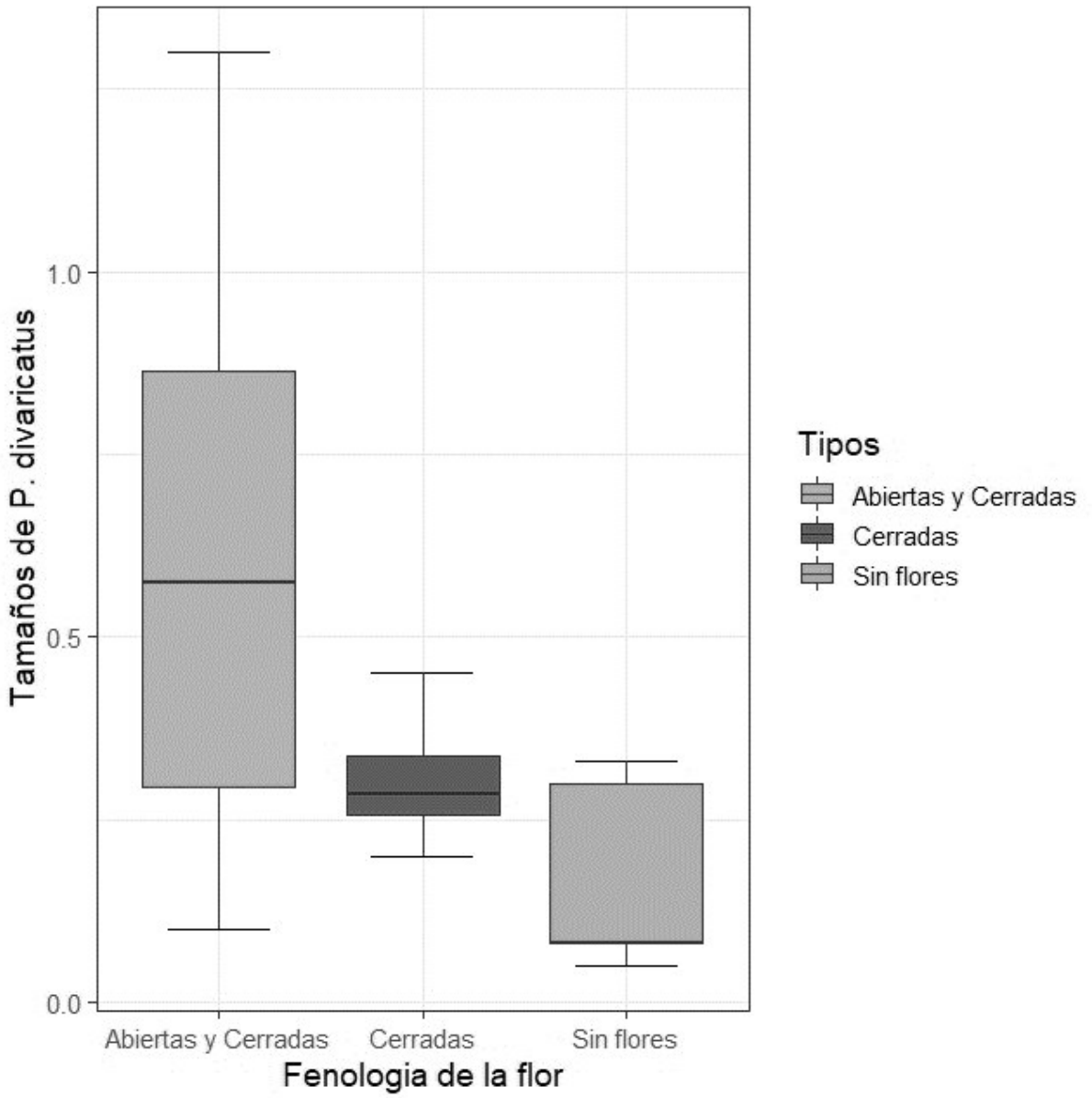


Figura 52. Tamaños de *Psittacanthus divaricatus* por tipos de fenología de flor, en el Matorral espinoso.

No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los árboles *Cryptocarpus pyriformis* y *Parkinsonia praecox*, según la prueba de U de Mann-Whitney (U = 12076, p-valor = 0.11646), solo se evaluaron las diferencias entre dos árboles *Cryptocarpus pyriformis* y *Parkinsonia praecox* porque en las demás especies de hospederos se observó una baja frecuencia de ocurrencia de *P. divaricatus*. Se evidencia que

Cryptocarpus pyriformis tuvo tamaños de *P. divaricatus* entre 25 y 75 centímetros de altura, la mayor frecuencia de tamaños de *P. divaricatus* estuvo entre 30 y 60 centímetros, mientras que en los árboles de *Parkinsonia praecox* los tamaños de *P. divaricatus* estuvieron entre 10 y 130 centímetros, teniendo mayor concentración de datos entre 30, 50 y 75 centímetros de altura. (Fig. 53)

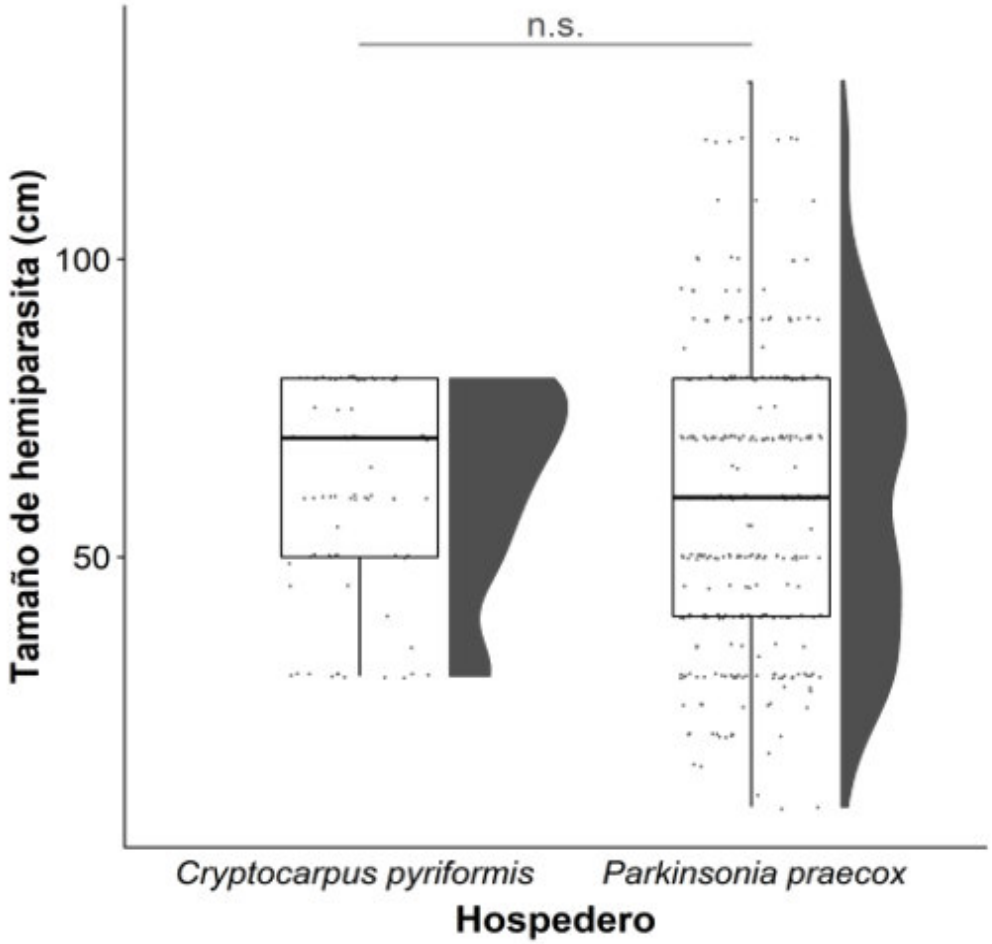


Figura 53. Dispersión de tamaños de *Psittacanthus divaricatus* en las especies hospederas *Cryptocarpus pyriformis* y *Parkinsonia praecox* en el Bosque relicto de *Prosopis* y Matorral espinoso respectivamente.

VII. DISCUSIÓN

7.1. Nivel de Asociación de *Psittacanthus divaricatus* con los hospederos

Estudios muestran que la abundancia relativa de especies hospederas es un factor clave que determina el grado de especificidad del hospedador en un parásito (Norton, 1998; Norton et al., 1999). A pesar de ello, el análisis de la información obtenida de este estudio muestra que, si bien la abundancia puede ser un factor importante en la selección de la especie de forófito, no es el único, pues otras especies con altos valores de abundancia no presentaron una similar ocurrencia del muérdago. La naturaleza de la corteza y la arquitectura del forófito pueden potencialmente determinar cuáles son las especies con más muérdagos. La corteza de muchas especies de plantas no hospederas es resistente a la penetración del haustorio por los muérdagos, por lo que las especies que hospedan al muérdago le proporcionarían las características necesarias para el establecimiento exitoso (Yan 1993a).

Por otro lado, se ha mostrado que el establecimiento exitoso de semillas depende de la especie del hospedador potencial (Thomson et al., 1983; Clay et al., 1985; Glazner, et al., 1988; Overton, 1997). En etiquetas de herbario de muestras de *P. divaricatus* se encontraron registros de hospedadores que incluyen a *Parkinsonia praecox, Prosopis pallida, Tecoma* sp., *Cordia lutea y Vachellia* sp. (Fieldmuseum.org, 2020; GBIF.org, 2020). A esta lista se agregan las especie *Cryptocarpus pyriformis*, *Morisonia scabrida*, *Morisonia crotonoides* y *Vachellia macracantha* (este estudio).

7.2. Características de los hospederos y factores que influencian la distribución y establecimiento de *Psittacanthus divaricatus*.

7.2.1 Descripción de las características de los hospederos de *Psittacanthus divaricatus.*

Se evaluaron los rasgos de los hospederos tales como los tamaños, el diámetro de las ramas, los tipos de frutos, tipos de textura y grosor de la corteza de la rama de los hospederos, seguidamente la organización espacial de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero respecto a la posición (centro, exterior), la orientación cardinal y la altura de establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* en el hospedero.

En el Bosque relicto de *Prosopis*, los hospederos que tuvieron alturas entre uno y dos metros concentraron la mayor frecuencia de *P. divaricatus*, esto debido a que *Cryptocarpus pyriformis* fue el forófito (hospedero) que más ocurrencia de *P. divaricatus* tuvo y se halló entre estas alturas. *Cryptocarpus pyriformis* se caracteriza por ser de porte arbustivo y tener una distribución en la costa del Perú. Cabe resaltar que las especies del género *Cryptocarpus* se caracterizan por tener alturas entre dos y tres metros (Wiggins et al., 1971). En el caso del Matorral espinoso, los hospederos con alturas de dos a tres metros tuvieron mayor ocurrencia de la hemiparásita, esto debido a que *Parkinsonia praecox* fue el árbol con mayor ocurrencia de la hemiparásita y se encontró en estos rangos de alturas; hay registros de que *Parkinsonia praecox* alcanza alturas de hasta cuatro metros (Montaña et al. 1997), por lo que el rango de altura encontrado en la zona está dentro de los registros hallados con anterioridad.

En el caso del diámetro de las ramas se evidenció que en el Bosque relicto de *Prosopis*, los diámetros de las ramas estuvieron entre 0.5 y 3 centímetros y la mayor frecuencia de la hemiparásita estuvo entre los diámetros de 0.5 y 1 cm, esto debido a que se encontraron en ramas delgadas, ya que el forófito más recurrente fue *Cryptocarpus pyriformis* y este se caracteriza por tener el tallo muy ramificado y las ramas delgadas

(Wiggins & Porter, 1971). En el Matorral espinoso, los diámetros de ramas estuvieron entre 0.5 y 3.5 centímetros y la mayor frecuencia de la hemiparásita estuvo entre los diámetros de 0.5 y 1.5 cm. Al igual que en el Bosque relicto de *Prosopis*, se registró la presencia de *P. divaricatus* (hemiparásita) en ramas delgadas, esto debido a que *Parkinsonia praecox* fue el forófito con mayor ocurrencia de *P. divaricatus*, este forófito tiene la característica de tener el tallo con muchas ramificaciones y ramas delgadas (Roth, 1992; Paéz et al., 2005). Es decir, la mayor frecuencia relativa de *P. divaricatus* se encontró en ramas de diámetro delgado, esto se podría deber a que las ramas con estas características tendrían una corteza más delgada y suave que permitiría una fácil penetración del haustorio, por ejemplo, la capa de corteza o xilema de algunas plantas pueden impedir el establecimiento o detener el crecimiento de los muérdagos (Tainter, 1971; Roth 1974; Hoffmann et al. 1986); además, el grosor de la corteza aumenta con el diámetro del tallo (Sargent, 1995). Asimismo, estudios evidencian que varias especies del género *Psittacanthus*, son dispersadas por diferentes especies de aves, pero particularmente por las familias Thraupidae (tangaras), Turdidae (zorzales) y Tyrannidae (atrapamoscas) las cuales se caracterizan por tener un tamaño pequeño (Genini et al., 2012), por lo que tendrían la tendencia de posarse y depositar la semilla del hemiparásito en ramas con diámetro delgado debido al tamaño pequeño de sus patas.

Se evidenció que el grosor delgado y la textura rugosa fueron los tipos de corteza de la rama del hospedero donde hubo mayor frecuencia relativa de *P. divaricatus*, es decir, estas características de la corteza de la rama tuvieron una influencia en el establecimiento exitoso de *P. divaricatus*. El éxito del establecimiento del muérdago puede deberse a diferencias en la adherencia de las semillas y la penetración de la corteza por parte de la hemiparásita (muérdago), la semilla de este debe adherirse fuertemente a la corteza, obviamente puede marcar una gran diferencia en el establecimiento (Glatzel & Geils, 2009). Por lo que la corteza delgada proporcionaría

una ventaja para la penetración del haustorio en la rama, y la textura rugosa facilitaría la fijación de las semillas de *P. divaricatus* en el hospedero.

En ambos ecosistemas la posición en la que se ubicó *Psittacanthus divaricatus* fue al exterior del hospedero, lo que puede implicar que compiten constantemente por la luz y los recursos derivados del hospedero (Queijeiro et al., 2019), es decir, el muérdago estaría ubicado en las ramas más expuestas del hospedero lo que aumenta la prevalencia de hemiparásitos (muérdago) debido a una mayor disponibilidad de luz dentro de su dosel (Norton et al., 1997).

La orientación geográfica de *P. divaricatus* en la rama del hospedero en el Bosque relicto de *Prosopis* se halló en el Este y en el Matorral espinoso en el Sur. En el presente estudio las áreas evaluadas se encontraban entre zonas de valles cultivados y de pequeñas montañas, las cuales podrían influir sobre la humedad y la exposición solar, sin embargo, no se evidenció una orientación predominante en ambas zonas, ya que las diferencias no fueron estadísticamente significativas. No obstante, el tiempo de exposición del muérdago a la luz solar, es decir las horas de luz solar que el muérdago estaría expuesto en relación con su orientación geográfica, la dirección del viento entre otros factores tales como el microclima y el éxito de la germinación del muérdago en los bosques aumenta en la posición geográfica del hospedador orientados hacia el sol (Taylor et al., 2016), pero se ha reportado que los muérdagos que crecen en regiones semiáridas germinan en las zonas más frías de sus hospederos (Botto-Mahan et al. 2000), por lo que sería un mecanismo para protegerse de la alta exposición solar en los bosques áridos. Cabe resaltar que pocos estudios han explorado los patrones espaciales de las plantas aéreas a medida que ocurren radialmente alrededor de los troncos de los árboles, que pueden estar igualmente sujetos a variaciones en el microclima (Taylor et al., 2016), además los estudios realizados son observacionales y no discutidos (Botto-Mahan et al. 2000; Tremblay, 2009). Adicionalmente, estudios en plantas epífitas (las cuales usan al forófito solo como sustrato) indican que estas podrían

tener preferencia por alguna orientación geográfica, ya que dependen de la menor incidencia a la exposición solar, la mayor humedad y la dirección y velocidad predominante de los vientos (González et al. 2007; Hernández et al., 2012). A diferencia de las epifitas, los muérdagos no dependen de la humedad ambiental, sino que captan el agua de sus forófitos, por lo que la orientación geográfica a partir de estos parámetros tendría menor influencia.

Finalmente, la altura de establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* en el Bosque relicto de *Prosopis* estuvo entre 1 y 1.5 metros, y en el caso del Matorral espinoso estuvo entre 1.5 y 2 metros, es decir que se ubicaron en las partes altas del hospedero, esto se debería a que sus dispersores los cuales principalmente son las aves tienden a depositar semillas en lo alto del dosel (Mathiasen, 2008). No obstante, el establecimiento exitoso de las semillas del muérdago probablemente correspondería a la ubicación en las partes altas, ya que el muérdago tendría más acceso a la luz solar. Estudios muestran que los muérdagos funcionan mejor en ambientes de mucha luz, es así que se han usado métodos para dar sombra y así reducir el impacto de los muérdagos en los árboles cultivados (Parker et al,. 1993).

7.2.2. Análisis de los factores que influyen sobre el hemiparasitismo de *Psittacanthus divaricatus*

En el caso de la variable presencia y abundancia de *P. divaricatus*, los análisis muestran que la textura de las ramas y altura del hospedero son los factores que influencian en la probabilidad de observar a *P. divaricatus*. La textura de la rama es importante en ambos ecosistemas, esto se debería a que el establecimiento y crecimiento exitoso del muérdago requiere compatibilidades físicas y fisiológicas con el hospedero (Rödl, 2002; Fadini et al., 2014). Estas compatibilidades, incluyen el tipo de corteza, el grosor de los tallos, la penetración haustorial exitosa a través de las capas de la corteza y factores moleculares y/o genéticos, todos los cuales deben ser compatibles con los muérdagos

para poder acceder al xilema de su hospedero para adquirir agua y nutrientes minerales (Caraballo et al., 2017). Factores tales como la rugosidad de la corteza, el grosor de la corteza y la inclinación de las ramas, podrían desempeñar un papel importante en la determinación de la frecuencia de distribución de los muérdagos establecidos en los árboles hospederos, pero es poco probable que afecten a la variedad de hospederos parasitados (Arruda et al. 2006; Fadini, 2011). La altura adquiere más importancia en el Matorral espinoso, debido a que el establecimiento en los pocos árboles más altos que pueda haber aumentará considerablemente la probabilidad de observar *P. divaricatus* (Fig. 44) En cambio, en el Bosque relicto de *Prosopis*, se evidencia que hay plantas con mayor altura, por lo que la textura de la rama juega un rol importante en la presencia y abundancia del muérdago (Fig. 43). Esto se debería a que las aves que dispersan las semillas del muérdago favorecen a los árboles infectados más altos y los usan como sitios para posarse y alimentarse, consecuentemente depositan las semillas sobre ellos de manera desproporcionada (Aukema & Martínez del Rio, 2002; Aukema, 2003, 2004). En resumen, la presencia de árboles altos en los ecosistemas de matorral es importante para la presencia de *P. divaricatus*. y el tipo de corteza, en este caso la corteza con textura rugosa en ambos ecosistemas influye en la presencia de *P. divaricatus*. En el caso de la variable abundancia, los análisis muestran que la altura del hospedero y la textura de las ramas de éstos son los factores que influencian en la probabilidad de encontrar mayor cantidad de *P. divaricatus* en un hospedero, es decir no estaría explicando el mismo fenómeno que en la variable presencia, dándonos cantidades de *P. divaricatus* por forófito (hospedero).

Se evidencia que el diámetro de la rama del hospedero es el que influye en el tamaño de las *P. divaricatus*, es decir a mayor diámetro de ramas de hospedero, mayor tamaño de *P. divaricatus,* esto se debería a que las ramas con mayor diámetro podrían sostener a los *P. divaricatus* de mayor tamaño, ya que estos ejercerían una fuerza mayor sobre la rama (puesto que tienen tamaños más grandes y mayor peso). Además, el diámetro

de la rama del hospedero en relación con el muérdago es un índice de la edad del muérdago, porque la rama del hospedero crece con el muérdago, y las plántulas de muérdago (muérdagos pequeños) generalmente solo se establecen en ramas que son pequeñas a comparación de los muérdagos más viejos que ocupan diámetros más grandes de rama (Reid et al., 1988; Yan et al., 1995; Norton et al., 1998). Estudios por Reid et al. (2000), muestran que el tamaño del muérdago está relacionado con el diámetro de la rama hospedante, siendo los muérdagos pequeños más frecuentes en los tallos pequeños y los muérdagos grandes limitados a las ramas de los hospederos de mayor tamaño.

7.3. Estructura poblacional *Psittacanthus divaricatus*

Se evidencia que en el Bosque relicto de *Prosopis*, los tamaños de *Psittacanthus divaricatus* estuvieron entre 70 y 80 centímetros y en el Matorral espinoso los tamaños de *P. divaricatus* estuvieron entre 60 y 70 centímetros, en ambos ecosistemas *P. divaricatus* tuvo una población de tamaño mediano, en contraste, los tamaños juvenil y pequeño fueron los que tuvieron menor abundancia, esto se debería a que los factores bióticos (dispersores) del muérdago pueden ser responsables de la poca abundancia de las plantas pequeñas de muérdago (Norton et., 1997). Cabe resaltar que en ambas zonas *P. divaricatus* con tamaños grandes, tiene mayor abundancia de flores abiertas y cerradas, por lo que los tamaños se relacionarían con las edades de *P. divaricatus*. Se ha registrado que las distribuciones de clases de tamaño pueden usarse como sustitutos de las distribuciones de edad del muérdago (Norton & Ladley, 1998). Finalmente se ha estudiado estructuras de población similares y se han interpretado en otros lugares como evidencia de reclutamiento episódico con factores climáticos o bióticos sugeridos como causales (Dawson et al., 1990; Reid et al., 1995; Norton et al., 1997). Los resultados sugieren que este sería el caso de la población de *P. divaricatus*, ya que se evidencia que hay poca cantidad de plantas vegetativas y mayor cantidad de plantas con clase tamaño intermedio y en la etapa adulta. Caso contrario a un reclutamiento

continuo que se caracteriza por tener mayor número de individuos de la clase de tamaño pequeña y menor cantidad de los tamaños intermedios y grandes (Silvertown et al., 2001).

VIII. CONCLUSIONES

- *Psittacanthus divaricatus* en ambos ecosistemas muestra una marcada preferencia por un hospedero en particular, los cuales, si bien son los más abundantes en ambos casos, tienen una incidencia de hemiparasitismo mucho mayor y significativamente distinta a lo esperado.
- Las características del hospedero que propician el establecimiento de *Psittacanthus divaricatus* se hallaron en árboles de dos a tres metros en ambos ecosistemas, alturas de establecimiento de *P. divaricatus* en el hospedero de uno a dos metros, diámetros de ramas del forófito (hospedero) de uno a dos centímetros, la posición de *P. divaricatus* en el hospedero estuvo en mayor abundancia al exterior de este y la corteza delgada y de textura rugosa de las ramas del hospedero fue la que más predominó en ambos ecosistemas.
- Entre todos los factores evaluados, se halló que en ambos ecosistemas la altura del hospedero en cada localidad, y la textura de la rama son los factores que determinan la presencia de *P. divaricatus*. En el caso del tamaño de *P. divaricatus* este se vería influenciado por el diámetro de la rama del hospedero.
- Finalmente, la estructura poblacional de *Psittacanthus divaricatus* hallada en ambos ecosistemas correspondería a una población de tamaño mediano, con tamaños entre 60 a 80 centímetros y flores abiertas y cerradas y estos parámetros se pueden relacionar con las edades de *Psittacanthus divaricatus* y reclutamientos episódicos.

IX. RECOMENDACIONES

- Ampliar el estudio con otras especies de *Psittacanthus* y evaluar los potenciales hospederos y variaciones con los tipos de vegetación.
- Añadir la relación de *Psittacanthus divaricatus* con la avifauna, ya que son sus principales dispersores, para así determinar si poseen dispersores específicos o una amplia gama de ellos.
- Realizar estudios de la ecología de *P. divaricatus* con sus polinizadores, para evaluar si posee polinizadores específicos o una variedad abundante.
- Realizar seguimiento a las poblaciones de *P. divaricatus* para verificar si poseen reclutamientos episódicos mencionados o son poblaciones con reclutamientos continuos.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAIKE, H. (1977). On entropy maximization principle, Applications of Statistics. In Proceedings of the Symposium held at Wright State University, PR Krishnaiah, Ed., North-Holland Publishing Company (pp. 27-41).

AMICO, G., & AIZEN, M.A. (2000). Mistletoe seed dispersal by a marsupial. Nature, 408(6815), 929–930.

ARCE-ACOSTA, I., SUZÁN, H., & GARCÍA, O. (2016). Biotic factors associated with the spatial distribution of the mistletoe *Psittacanthus calyculatus* in a tropical deciduous forest of central Mexico. Botanical Sciences, 94(1), 89-96.

ARISTEGUIETA, L. (1973). Familias y géneros de los árboles de Venezuela. Edición especial del Instituto Botánico, Dirección de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Cría. .

ARRUDA, R., FADINI, R. F., CARVALHO, L. N., & DEL-CLARO, K. (2012). Ecology of neotropical mistletoes: an important canopy-dwelling component of Brazilian ecosystems. Acta Botanica Brasilica 26(2): 264-274.

ARRUDA, R., CARVALHO, L. N., & DEL-CLARO, K. (2006). Host specificity of a Brazilian mistletoe, *Struthanthus* aff . *polyanthus* (Loranthaceae), in cerrado tropical savanna. Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 201(2), 127-134.

AUKEMA, J. E. (2004). Distribution and dispersal of desert mistletoe is scale-dependent, hierarchically nested. Ecography 27(2), 137-144.

AUKEMA, J. E. (2003). Vectors, viscin, and Viscaceae: mistletoes as parasites, mutualists, and resources. Frontiers in Ecology and the Environment, 1(4), 212-219.

AUKEMA, J. E., & MARTÍNEZ DEL RIO, C. (2002). Where does a fruit-eating bird deposit mistletoe seeds? Seed deposition patterns and an experiment. Ecology 83(12), 3489-3496

BALZARINI, M., DI RIENZO, J., TABLADA, M., GONZALEZ, L; BRUNO, C; CÓRDOBA, M; ROBLEDO, W; & CASANOVES, F. (2011). Estadística y Biometría Ilustraciones del Uso de InfoStat en Problemas de Agronomía (No. 570.15195 B198e 2016). :

Brujas.

BAREA, L. (2008). Nest-site selection by the Painted Honeyeater (*Grantiella picta*), a mistletoe specialist. Emu-Austral Ornithology, 108(3), 213-220.

BARLOW, B. A. (1997). Loranthaceae. Flora Malesiana-Series 1, Spermatophyta, 13(1), 209-401.

BARLOW, B. A., & WIENS, D. (1977). Host–parasite resemblance in Australian mistletoe: the case for cryptic mimicry. Evolution, 69–84.

BATES, D., MAECHLER, M., BOLKER, B., & WALKER, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. Journal of Statistical Software, 1–48.

BELL, T. L., & ADAMS, M. A. (2011). Attack on all fronts: functional relationships between aerial and root parasitic plants and their woody hosts and consequences for ecosystems. Tree Physiology. 31(1), 3–15

BITTRICH, V., & KÜHN, U. (1993). Nyctaginaceae. Flowering Plants · Dicotyledons (pp. 473-486). Springer, Berlin, Heidelberg.

BOTTO-MAHAN, C. A., MEDEL R., GINOCCHIO, R., & MONTENEGRO, G. (2000). Factors affecting the circular distribution of the leafless mistletoe *Tristerix aphyllus* (Loranthaceae) on the cactus *Echinopsis chilensis*. Revista Chilena de Historia Natural. 73, 525–531.

BURNHAM, K. P., & ANDERSON, D. R. (2001). Kullback-Leibler information as a basis for strong inference in ecological studies. Wildlife research, 28(2), 111-119.

CASTILLO-CAMPOS, G., MEDINA, M., & ACEVEDO-ROSAS, R. (2018). El género *Psittacanthus* (Loranthaceae) en Veracruz, México. Acta Botánica Mexicana, (124), 0–0.

CARABALLO-ORTIZ, M. A., GONZÁLEZ, A., YANG, S., DEPAMPHILIS, C. W., & CARLO, T. A. (2017). Dissecting the contributions of dispersal and host properties to the local abundance of a tropical mistletoe. Journal of Ecology, 105(6), 1657-1667.

CARLO, T. A., & AUKEMA, J. E. (2005). Female-directed dispersal and facilitation between a tropical mistletoe and a dioecious host. Ecology, 86(12), 3245-3251 .

CLAY, K., DEMENT, D., & REJMANEK, M. (1985) Experimental evidence for host races in mistletoe *Phoradendron tomentosum*. American Journal of Botany 72(8), 1225–1231.

CORNEJO, X. (2018). Notes on the nomenclature of neotropical Capparaceae: an answer to global flora. Harvard Papers in Botany, 23(2), 179-185.

DAWSON, T. E., KING, E. J., & EHLERINGER, J. R. (1990). Age structure of *Phoradendron juniperinum* (viscaceae), a xylem-tapping mistletoe: inferences from a non-destructive morphological index of age. American Journal of Botany, 77(5): 573-583.

DOSTERT, N., ROQUE, J., CANO, A., LA TORRE, M., WEIGEND, M., & LUEBERT, F. (2012). Hoja botánica: Algarrobo - *Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth. Botconsult GmbH.

FADINI, R. F., MELLADO, A., & GHIZONI, L. P. (2014). A host creates an enemy-free space for mistletoes by reducing seed predation caused by a woodboring beetle: a hypothesis. Biotropica, 46(3), 260–263.

FADINI, R. F. (2011). Non-overlap of hosts used by three congeneric and sympatric loranthaceous mistletoe species in an Amazonian savanna: host generalization to extreme specialization. Acta Botanica Brasilica, 25, 337-345.

FERREIRA, R., PARENTONI, R., & YAMAMOTO, K. (1992). Host specifcity and seed dispersal of *Psittacanthus robustus* (Loranthaceae) in south-east Brazil. Journal of Tropical Ecology 8(3), 307-314

FIELD MUSEUM OF NATURAL HISTORY (BOTANY) SEED PLANT COLLECTION. (2020).https://plantidtools.fieldmuseum.org/es/rrc/search-adv results/family/none/genus/*Psittacanthus*/species/none/country/none/state/none/habit/none/status/none/photographer/none/itemsperpage/48. [2 de abril 2020]

GARCIA B. (2009). C *Caesalpinia spinosa, Cercidium praecox, Bursera graveolens, Cordia lutea* y *Jathropa curcas*, reportadas como medicinales en la zona reservada de Tumbes. Universidad Nacional de Tumbes. Perú.

GBIF.org. The Global Biodiversity Information Facility. (2020). GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.f0wif [19 de marzo 2020]

GEILS, B. W., TOVAR, J., & MOODY, B. (2002). Mistletoes of North American conifers. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station

GENINI, J., CÔRTES, M. C., GUIMARÃES JR, P. R., & GALETTI, M. (2012). Mistletoes play different roles in a modular host–parasite network. Biotropica, 44(2), 171-178.

GLATZEL, G., & GEILS, B. W. (2009) Mistletoe ecophysiology: host-parasite interactions. Botany 87(1), 10–15

GLAZNER, J. T., DEVLIN, B., & ELLSTRAND, N. C. (1988). Biochemical and morphological evidence for host race evolution in desert mistletoe, *Phoradendron californicum* (Viscaceae). Plant Systematics and Evolution 161(1), 13–21.

GÓMEZ, M., SÁNCHEZ, L. J., & SALAZAR, L. A. (2011). Anatomy of Mexican species of the genera *Phoradendron* and *Psittacanthus*, endemic to the New World. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82(4), 1203–1218.

GONZÁLEZ, E., J. RAVENTÓS, E. MÚJICA & A. BONET. 2007. Estructura y ecología de la población del endemismo cubano *Broughtonia cubensis* (Orchidaceae), en Cabo San Antonio, Península de Guanahacabibes, provincia de Pinar del Río, Cuba. Lankesteriana 7(1), 469-478.

GRANADOS, D., LOPEZ, G., HERNANDEZ, M., & SANCHEZ, A. (2003). Ecología de las plantas epífitas. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 9(2), 101-111.

GRENFELL, M., & BURNS, K. C. (2009). Sampling effects and host ranges in Australian mistletoes. Biotropica, 41(6), 656-658.

GRIEBEL, A., WATSON, D., & PENDALL, E. (2017). Mistletoe, friend and foe: Synthesizing ecosystem implications of mistletoe infection. Environmental Research Letters, 12(11), 115012.

GUTIÉRREZ, R. (1986). Estudio del comportamiento del muérdago sobre Quercus sp. En la Sierra de San Blas de Pabellón del Estado de Aguascualientes. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

GUERRERO, C., & LÓPEZ, F. (1993). Árboles Nativos de la provincia de Loja. Fundación Ecológica Arcoiris. pp.20, 24-26,32. Loja, Ecuador

HEIDE-JØRGENSEN, H. S. (2008). Parasitic flowering plants. Brill. pp.10, 307-356.

Netherlands.

HERNÁNDEZ, M. A., VARELA, R. O., TERÁN, L. C., & MATA, M. (2012). Preferencia de hospedero, orientación y rasgos morfológicos-anatómicos de *Pleopeltis minima* (Polypodiaceae) en un ambiente urbano. Lilloa, 49(2), 105-117.

HOFFMANN, A. J., FUENTES, E. R., CORTÉS, I., LIBERONA, F., & COSTA, V. (1986) *Tristerix tetrandrus* (Loranthaceae) and its host-plants in the Chilean matorral: patterns and mechanisms. Oecología, 69 (2), 202–206.

HOTHORN, T., BRETZ, F., & WESTFALL, P. (2008). Simultaneous inference in general parametric models. Biometrical Journal: Journal of Mathematical Methods in Biosciences, 50(3), 346-363.

HUARIPATA, D. (2012). Memoria descriptiva del mapa de vegetación. Gobierno regional de Lambayeque. http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Lambayeque/Memoria_Descriptiva_Vegetacion

ILTIS, H. H., & CORNEJO, X. (2007). Studies in the Capparaceae XXX: *Capparicordis*, a new genus from the neotropics. Brittonia, 59(3), 245-254.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA (INEI). (2018). Lambayeque, resultados definitivos. Tomo I, p. 19. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1560/14TOMO_01.pdf.

INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU (IGP). (2021). Chiclayo, breve reseña. http://met.igp.gob.pe/clima/HTML/chiclayo.html

JANZEN, D. (1981) The peak in North American Ichneumonid species richness lies between 38 degrees and 42 degrees N. Ecology 62(3), 532-537.

JOHNSON, R. (2011). Probabilidad y estadística para ingenieros. México D.F: Pearson.

KRASYLENKO, Y; TĚŠITEL, J; CECCANTINI, G; OLIVEIRA-DA-SILVA, M; DVOŘÁK, V ; STEELE, D ; SOSNOVSKY, Y ; PIWOWARCZYK, R; WATSON, D; TEIXEIRA-COSTA, L. (2021). Parasites on parasites: hyper-, epi-, and autoparasitism among flowering plants . American Journal of Botany, 108(1), 8-21.

KREBS, C. (2013b). Ecological Methodology. Chapter 8 sampling designs – random

sampling, adaptive and systematic. Edición; 2nd ed. New York: Harper & Row.

KUIJT, J., & LYE, D. (2005). A Preliminary Survey of Foliar Sclerenchyma in Neotropical Loranthaceae. Blumea - Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants, 50(2), 323–355.

KUIJT, J. (2009). Monograph of *Psittacanthus* (Loranthaceae). Systematic Botany Monographs, 86.

LABRADA, I. (2005). Propagación in vitro de Parkinsonia praecox (Ruiz & Pavón) Hawkins (Caesalpiniaceae) del Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de México.

LEÓN, B. (2006). Loranthaceae endémicas del Perú. Revista Peruana de Biología, 13(2), 403-405.

MARCELO-PEÑA, J., PENNINGTON, R., REYNEL, C., & ZEVALLOS, P. (2010). Guía ilustrada de la flora leñosa de los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina / Royal Botanic Garden Edinburgh. Lima. 288 pp

MARCH, W. A., & WATSON, D. M. (2007). Parasites boost productivity: Effects of mistletoe on litterfall dynamics in a temperate Australian forest. Oecologia, 154(2), 339–347.

MATHIASEN, R. L., NICKRENT, D. L., SHAW, D. C., & WATSON, D. M. (2008). Mistletoes: pathology, systematics, ecology, and management. Plant Disease, 92(7), 988–1006.

MATHIASEN, R. L., HAWKSWORTH, F. G., & EDMINSTER, C. B. (1990) . Effects of dwarf mistletoe on growth and mortality of Douglas-fir in the Southwest. The Great Basin Naturalist 50(2), 173 – 179 .

MENDENHALL, W., BEAVER, R., & BEAVER, B. (2010). Introducción a la Probabilidad y Estadística. Ciudad de México: Cengage Learning.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2012). Memoria descriptiva del mapa de vegetación. Gobierno Regional de Lambayeque. Ministerio del Ambiente, Lima.

MONTAÑA C., DIRZO R., & FLORES, A. (1997). Structural Parasitism of an Epiphytic *Bromelia* upon *Cercidium praecox* in an intertropical Semiarid Ecosystem.

Biotropica, 29(4): 517-521.

MOSTACERO, J., MEJÍA, F., & GAMARRA, O. (2009). "Fanerógamas del Perú: Taxonomía, utilidad y Ecogeografía". CONCYTEC. Trujillo (Perú).

MÚJICA, E., RAVENTÓS, J., & GONZÁLEZ, E. (2010). Análisis de la selección de sustrato por parte de *Dendrophylax lindenii* (Orchidaceae) en Cabo San Antonio, Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. Lankesteriana, 9(3), 533—540.

NICKRENT, D., MALÉCOT, V., VIDAL-RUSSELL, R., & DER, J. (2010). A revised classification of Santalales. Taxon 59(2), 538-558.

NORTON, D. A., & DE LANGE, P. J. (1999). Host specificity in parasitic mistletoes (Loranthaceae) in New Zealand. Functional Ecology, 552-559.

NORTON, D. A., & CARPENTER, M. A. (1998). Mistletoes as parasites: host specificity and speciation. Trends in Ecology and Evolution, 13(3), 101–105.

NORTON, D. A., & LADLEY, J. J. (1998). Establishment and early growth of *Alepis flavida* in relation to *Nothofagus solandri* branch size. New Journal of Botany, 36(2), 213-17

NORTON, D., LADLEY, J. J., & OWEN, H. (1997). Distribution and population structure of the loranthaceous mistletoes *Alepis flavida, Peraxilla colensoi,* and *Peraxilla tetrapetala* within two New Zealand Nothofagus forests. New Zealand Journal of Botany, 35(3), 323–336.

NORTON, D. A., & REID, N. (1997) . Lessons in ecosystem management from management of threatened and pest loranthaceous mistletoes in New Zealand and Australia. Conservation Biology, 11(3), 759 – 769.

OCHOA, J. (2012). Estudio del mapa de vegetación en la zonificación ecológica económica, Gobierno regional de Lambayeque. http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Lambayeque/Memoria_Descriptiva_Zvida

OKUBAMICHAEL, D. Y., GRIFFITHS, M. E., & WARD, D. (2016). Host specificity in parasitic plants – perspectives from mistletoes. Annals of Botany Company, 8.

OKUBAMICHAEL D. Y., GRIFFITHS M. E., WARD D. (2011a). Host specificity, nutrient

and water dynamics of the mistletoe *Viscum rotundifolium* and its potential host species in the Kalahari of South Africa. Journal of Arid Environments, 75(10), 898–902.

OVERTON, J. M. (1997) Host specialization and partial reproductive isolation in desert mistletoe (*Phoradendron californicum*). Southwestern Naturalist, 42, 201–209.

PÁEZ, L. E., AGUILAR, S., TERRAZAS, T., HUIDOBRO, M. E., & AGUIRRE, E. (2005). Anatomical changes in the crust of *Parkinsonia praecox* (Ruiz et Pavon) Hawkins caused by epiphyte *Tillandsia recurvata* L. (Bromeriaceae). Botanical Sciences, (77), 59 - 64.

PARKER, C., & RICHES, C. (1993). Parasitic Weeds of the World, Biology and Control. CAB International, Wallingford, UK.

PÉREZ, O., CEJA, R., & VELA, R. (2006). Árboles y muérdagos: una relación que mata. Revista Contactos, 59, 28-34.

PIIRTO, D., CREWS, D., & TROXELL, H. (1974). The effects of dwarf mistletoes on the wood properties of lodgepole pine. Wood and Fiber Science, 6, 26-35.

PÖLL, E. (2006). Los muérdagos de Guatemala (Loranthaceae, Viscaceae y Eremolepidaceae): diversidad, distribución e importancia económica. Biodiversidad de Guatemala, 1, 211.

PONCE, M, E; OLIVO, M; PONCE, R, A & LUGO, T. (2016). Caracterización florística y fisionómica de los matorrales espinosos del paisaje costero al noroeste del estado Vargas, Venezuela. Terra Nueva Etapa, 32(51), 13-40.

QUEIJEIRO, M. E., MALDA, G. X., CARRILLO, I. G., & SUZÁN, H. (2019). Contrasting gas exchange effects on the interactions of two mistletoe species and their host *Acacia schaffneri*. Journal of Arid Environments, 173, 104041.

REICHSTEIN, M., BAHN, M., CIAIS, P., FRANK, D., MAHECHA, M., SENEVIRATNE, S. & WATTENBACH, M. (2013). Climate extremes and the carbon cycle. Nature, 500(7462), 287–295.

REID, N., & SMITH, M. (2000). Population dynamics of an arid zone mistletoe (*Amyema preissii*, Loranthaceae) and its host *Acacia victoriae* (Mimosaceae). Australian Journal of Botany, 48(1), 45.

REID, N. (1991) Coevolution of mistletoes and frugivorous birds? Australian Journal of Ecology, 16(4), 457-469.

REID, N., & LANGE, R. T. (1988) Host specificity, dispersion and persistence through drought of two arid zone mistletoes. Australian Journal of Botany, 36(3), 299–313.

RODRÍGUEZ, E. F., BUSSMANN, R.W., ARROYO, S. J., LÓPEZ, S. E., & BRICEÑO, J. (2007). *Capparis scabrida* (Capparaceae) una especie del Perú y Ecuador que necesita planes de conservación urgente. Arnaldoa, 14(2), 269-282.

RÖDL, T., & WARD, D. (2002). Host recognition in a desert mistletoe: early stages of development are influenced by substrate and host origin. Functional Ecology, 16(1), 128–134.

ROTH, I. (1992). Leaf structure: Coastal vegetation and mangroves of Venezuela. (Vol. 14). G. Borntraeger.

SALA , A., CARREY, E. V., & CALLAWAY, R.M. (2001). Dwarf mistletoe affects whole-tree water relations of Douglas fir and western larch primarily through changes in leaf to sapwood ratios . Oecologia, 126(1),: 42–52.

SALAZAR, C,. & DEL CASTILLO, S. (2018). Fundamentos básicos de estadística. Primera edición.

SANTIAGO, E. (2015). Necrosis del muérdago (*Phoradendron densum* Torr) sobre Cedro (*Cupressus arizonica* Greene) en Arteaga, Coahuila. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

SARGENT, S. (1995). Seed Fate in a Tropical Mistletoe: The Importance of Host Twig Size. Functional Ecology, 9(2), 197-244.

SCOONES, C. 1993. *Cercidium praecox* subsp. *glaucum*. Multequina. (2), 0.

SENAMHI. (2021). Promedio de temperatura normal para Chiclayo. https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=lambayeque&p=pronostico-detalle

SILVERTOWN, J. & CHARLESWORTH, D. (2001). Introduction to plant population biology. Blackwell Scientific Publications.

SOKAL, R., & ROHLF, F. (1995). Biometry. 3rd ed. 887, New York.

SPROULE , A. (1996) . Impact of dwarf mistletoe on some aspects of the reproductive

biology of jack pine . Forestry Chronicle, 72(3), 303-306 .

TAINTER, F. H., & FRENCH, D. W. (1971) The role of wound periderm in the resistance of eastern larch and jack pine to dwarf mistletoe. Canadian Journal of Botany, 49(4), 501–504.

TAYLOR, A., & BURNS, K. (2016). Radial distributions of air plants: a comparison between epiphytes and mistletoes. Ecology, 97(4), 819–825.

TEJADA, S., & AYASTA, V. (2016). Caracterización Ecológica y Florística de las Dunas Litorales y Costeras del Departamento de Lambayeque. Ciencia, Tecnología y Humanidades, 7(1): 67 – 82.

TREMBLAY, R., & CASTRO, J. (2009). Circular distribution of an epiphytic herb on trees in a subtropical rain forest. Tropical Ecology, 50(2), 211–217.

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 10 Jul 2022<http://www.tropicos.org/Name/40019059>

THOMSON, V. E., & MAHALL, B. E. (1983) Host specificity by a mistletoe, *Phoradendron villosum* (Nutt.) Nutt. subsp. *villosum*, on three oak species in California. Botanical Gazette, 144(1), 124–131.

VÁSQUEZ. C., & PEREZ, C. (1982). Effects of parasitism by the mistletoe (*Psittacanthus schiedeanus* Cham. and Schlecht Blume) on the development of three species of the genus Pinus (*Pinus leiophylla, Pinus montezumae, Pinus teocote*), Mexico. Ciencia Forestal. 40(7):48-64

VIDAL-RUSSELL, R; &. NICKRENT, D. L. (2008). The first mistletoes: Origins of aerial parasitism in Santalales. Molecular phylogenetics and evolution, 47(2), 523–537.

VISSER, J. (1982). Epiparasitism – How many mistletoes on one another?. The Golden Baugh (Royal Botanic Gardens, Kew), 1(4).

WATSON, D, M., & HERRING, M. (2012). Mistletoe as a keystone resource: an experimental test. Proceedings: Biological Sciences, 279(1743), 3853–3860.

WATSON, D. M. 2011. Mistletoes of southern Australia. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia.

WATSON, D. M., MCGREGOR, H. W., & SPOONER, P, G. (2011). Hemiparasitic shrubs

increase resource availability and multi-trophic diversity of eucalypt forest birds. Functional Ecology, 25(4), 889–899.

WATSON, D. M. (2002). Effects of Mistletoe on diversity: A case-study from southern New South Wales. *Emu*, 102(3), 275-281.

WATSON, D. M. (2001). Mistletoe—A Keystone Resource in Forests and Woodlands Worldwide. Annual Review of Ecology and Systematics, *32*(1), 219–249.

WEIGEND, M., RODRÍGUEZ, E. F., & ARANA, C. (2005). The relict forests of Northwest and Southwest Ecuador. Revista peruana de biología, 12(2): 184-94.

WIENS, D., & CALVIN, C. L. (1987). Epiparasitism in mistletoes. Golden Bough (Royal Botanic Gardens, Kew). 9,3-5.

WIGGINS, I. L., & PORTER, D. M. (1971). Flora of the Galápagos Islands. Stanford, California: Stanford University Press.

YAN, Z., & REID, N. (1995). Mistletoe (*Amyema miquelii* and *A. pendulum*) seedling establishment on eucalypt hosts in eastern Australia. Journal of Applied Ecology, 32(1), 778–784.

YAN, Z. (1993a). Resistance to haustorial development of two mistletoes, *Amyema preissii* (Miq.) *Tieghem* and *Lysiana exocarpi* (Behr.) *Tieghem* ssp. *exocarpi* (Loranthaceae), on host and non-host species. International Journal of Plant Sciences, 154(3),386–394.

YAN, Z. (1993b). Germination and seedling development of two mistletoes, *Ameyema preissi* and *Lysiana exocarpi*: host specificity and mistletoe–host compatibility. Australian Journal of Ecology, 18(4), 419–429.

XI. ANEXOS

Anexo I: Abundancia de especies arbóreas y arbustivas en el Bosque relicto de *Prosopis*

ESPECIES	% ABUNDANCIA	PORTE
Cryptocarpus pyriformis	33.9	Arbusto
Maytenus orbicularis	28.8	Arbusto
Morisonia scabrida	28.0	Arbusto
Prosopis pallida	6.8	Árbol
Vachellia macracantha	2.5	Árbol

Anexo II: Abundancia de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Matorral espinoso.

ESPECIES	% ABUNDANCIA	PORTE
Parkinsonia praecox	33.8	Árbol
Morisonia crotonoides	30.5	Arbusto
Waltheria ovata	6.9	Arbusto
Morisonia scabrida	6.8	Arbusto
Galvezia fruticosa	6.0	Arbusto
Encelia canescens	5.5	Subarbusto
Vachellia macracantha	4.2	Árbol
Cordia lutea	2.4	Arbusto
Alternanthera peruviana	2.0	Hierba
Croton thurifer	1.6	Arbusto
Cryptocarpus pyriformis	0.2	Arbusto
Heliotropium curassavicum	0.2	Hierba

Anexo III: Modelos lineales generalizados de presencia de *Psittacanthus divaricatus* en ambos ecosistemas. Distribución Binomial. El mejor modelo esta sombreado en azul.

FUNCIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	logLik	AICc	delta	weight
Presencia~altura+habito+localidad+textura+altura:localidad	8	-174.206525	364.644189	0	0.23386369
Presencia~altura+localidad+textura+altura:localidad	**7**	**-175.308067**	**364.795621**	**1.51E-01**	**0.21681027**
Presencia~altura+grosor+localidad+textura+altura:localidad	9	-174.019873	366.329136	1.684947	0.100712
Presencia~altura+fruto+habito+localidad+textura+altura:localidad	10	-173.321788	366.997843	2.35365402	0.07208972
Presencia~altura+fruto+localidad+textura+altura:localidad	10	-173.321788	366.997843	2.35365402	0.07208972
Presencia~altura+grosor+habito+localidad+textura+altura:localidad	10	-173.743771	367.841808	3.19761941	0.0472725
Presencia~altura+fruto+grosor+habito+localidad+altura:localidad	9	-174.890975	368.071339	3.42714969	0.042147
Presencia~altura+grosor+localidad+altura:localidad	9	-174.890975	368.071339	3.42714969	0.042147
Presencia~altura+fruto+grosor+habito+localidad+textura+altura:localidad	12	-171.842365	368.188769	3.5445802	0.03974358
Presencia~altura+fruto+grosor+localidad+textura+altura:localidad	12	-171.842365	368.188769	3.5445802	0.03974358
Presencia~altura+fruto+habito+localidad+textura	8	-176.913311	370.057762	5.4135729	0.01561063
Presencia~altura+textura	8	-176.913311	370.057762	5.4135729	0.01561063
Presencia~altura+habito+localidad+textura	7	-178.610209	371.399905	6.75571638	0.00797954
Presencia~altura+fruto+habito+localidad+textura	9	-176.675348	371.640085	6.99589597	0.00707658
Presencia~altura+localidad+textura	9	-176.675348	371.640085	6.99589597	0.00707658

FUNCIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	logLik	AICc	delta	weight
Presencia~altura+fruto+grosor+habito+textura	10	-175.701505	371.757277	7.11308812	0.00667383
Presencia~altura+fruto+grosor+textura	10	-175.701505	371.757277	7.11308812	0.00667383
Presencia~altura+grosor+habito+textura	8	-177.906919	372.044977	7.40078816	0.00577966
Presencia~altura+habito+textura	6	-180.171236	372.476872	7.8326833	0.00465712
Presencia~altura+grosor+habito+localidad+textura	9	-177.710887	373.711162	9.06697318	0.00251243
Presencia~altura+fruto+grosor+habito+localidad+textura	11	-175.645337	373.71648	9.07229075	0.00250576
Presencia~altura+fruto+grosor+localidad+textura	11	-175.645337	373.71648	9.07229075	0.00250576
Presencia~altura+fruto+grosor+habito	7	-179.919132	374.017752	9.37356273	0.00215536
Presencia~altura+fruto+grosor	7	-179.919132	374.017752	9.37356273	0.00215536
Presencia~altura+fruto+grosor+habito+localidad}	8	-179.294471	374.820081	10.1758922	0.0014431
Presencia~altura+fruto+grosor+localidad	8	-179.294471	374.820081	10.1758922	0.0014431
Presencia~altura+grosor+localidad+textura	8	-179.327866	374.886872	10.2426828	0.0013957
Presencia~altura+localidad+textura	6	-184.222853	380.580107	15.9359179	8.10E-05
Presencia~altura+grosor+textura	7	-183.894764	381.969015	17.324826	4.05E-05
Presencia~altura+textura	5	-188.142731	386.381309	21.7371195	4.45E-06
Presencia~altura+fruto+habito+localidad+altura:localidad	7	-190.984985	396.149457	31.5052679	3.37E-08
Presencia~altura+fruto+localidad+altura:localidad	7	-190.984985	396.149457	31.5052679	3.37E-08

FUNCIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	logLik	AICc	delta	weight
Presencia~altura+grosor+habito+localidad+altura:localidad	7	-192.540105	399.259698	34.6155088	7.12E-09
Presencia~localidad+textura	5	-203.551149	417.198144	52.5539553	9.06E-13
Presencia~altura+fruto+habito+localidad	6	-202.608685	417.35177	52.7075813	8.39E-13
Presencia~altura+fruto+localidad	6	-202.608685	417.35177	52.7075813	8.39E-13
Presencia~habito+localidad+textura	6	-202.894286	417.922972	53.2787827	6.30E-13
Presencia~fruto+habito+localidad+textura	8	-201.591632	419.414403	54.7702143	2.99E-13
Presencia~fruto+loca+textura	8	-201.591632	419.414403	54.7702143	2.99E-13
Presencia~altura+grosor+habito+localidad	6	-203.981463	420.097326	55.4531369	2.13E-13
Presencia~grosor+localidad+textura	7	-203.116486	420.412458	55.7682693	1.82E-13
Presencia~altura+fruto+habito	5	-205.633863	421.363572	56.7193827	1.13E-13
Presencia~altura+fruto	5	-205.633863	421.363572	56.7193827	1.13E-13
Presencia~grosor+habito+localidad+textura	8	-202.581149	421.393438	56.7492489	1.11E-13
Presencia~fruto+grosor+habito+localidad+textura	10	-201.151555	422.657377	58.0131884	5.91E-14
Presencia~fruto+grosor+localidad+textura	10	-201.151555	422.657377	58.0131884	5.91E-14
Presencia~textura	4	-207.793347	423.65049	59.0063009	3.60E-14
Presencia~fruto+grosor+habito+localidad	7	-206.23306	426.645608	62.0014188	8.04E-15
Presencia~fruto+grosor+localidad	7	-206.23306	426.645608	62.0014188	8.04E-15

FUNCIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	logLik	AICc	delta	weight
Presencia~fruto	4	-216.985057	442.033909	77.38972	3.66E-18
Presencia~fruto+habito+localidad	5	-216.979894	444.055634	79.4114449	1.33E-18
Presencia~fruto+localidad	5	-216.979894	444.055634	79.4114449	1.33E-18
Presencia~altura+grosor+localidad+altura:localidad	6	-217.38677	446.90794	82.2637508	3.20E-19
Presencia~grosor+habito+localidad	5	-224.679045	459.453936	94.8097469	6.04E-22
Presencia~altura+grosor+habito	5	-225.7812	461.658246	97.0140572	2.01E-22
Presencia~altura+habito+localidad+altura:localidad	5	-227.530456	465.156758	100.512569	3.49E-23
Presencia~altura+grosor+localidad	5	-240.048236	490.192319	125.54813	1.28E-28
Presencia~altura+grosor	4	-241.995521	492.054837	127.410648	5.04E-29
Presencia~altura+habito+localidad	4	-249.67283	507.409456	142.765267	2.33E-32
Presencia~habito+localidad	3	-256.755492	519.5492	154.905011	5.39E-35
Presencia~altura+habito	3	-260.753344	527.544904	162.900715	9.90E-37
Presencia~habito	2	-277.676365	559.371808	194.727619	1.21E-43
Presencia~altura	2	-282.214881	568.448839	203.80465	1.30E-45
Presencia~altura+grosor+localidad	4	-294.856104	597.776005	233.131816	5.56E-52
Presencia~grosor	3	-303.492632	613.023481	248.379292	2.72E-55
Presencia~grosor	2	-310.685076	625.38923	260.74504	5.61E-58

Anexo IV: Modelos lineales generalizados de Abundancia de *Psittacanthus divaricatus* en ambos ecosistemas. Distribución Binomial negativa. El mejor modelo esta sombreado de azul.

FUNCIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	logLik	AICc	delta	weight
Abundancia~altura+localidad+textura	**8**	**-434.83326**	**885.897659**	**0**	**0.19295099**
Abundancia~altura+grosor+localidad+textura+altura:localidad	10	-432.857983	8.86E+02	0.17257369	0.17699994
Abundancia~altura+localidad+textura	9	-433.975191	886.239772	0.34211264	0.1626141
Abundancia~altura+fruto+habito+localidad+textura+altura:localidad	11	-432.388719	887.203245	1.30558563	0.10044832
Abundancia~altura+habito+localidad+textura+altura:localidad	11	-432.388719	887.203245	1.30558563	0.10044832
Abundancia~altura+grosor+habito+localidad+textura+altura:localidad	11	-432.761123	887.948053	2.05039452	0.06921648
Abundancia~altura+fruto+grosor+habito+localidad+textura+altura:localidad	13	-431.510983	889.610962	3.71330295	0.03013794
Abundancia~altura+fruto+grosor+localidad+textura+altura:localidad	13	-431.510983	889.610962	3.71330295	0.03013794
Abundancia~altura+habito+localidad+textura	8	-437.12533	890.481801	4.5841416	0.01949904
Abundancia~altura+fruto+habito+textura	9	-436.180999	890.651387	4.75372816	0.01791381
Abundancia~altura+fruto+textura	9	-436.180999	890.651387	4.75372816	0.01791381
Abundancia~altura+grosor+habito+textura	9	-436.56679	891.42297	5.52531066	0.01217982
Abundancia~altura+fruto+habito+localidad+textura	10	-435.549668	891.453604	5.55594504	0.01199469

FUNCIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	logLik	AICc	delta	weight
Abundancia~altura+fruto+localidad+textura	10	-435.549668	891.453604	5.55594504	0.01199469
Abundancia~altura+fruto+grosor+habito+localidad+altura:localidad	10	-436.013645	892.381557	6.48389832	0.007542
Abundancia~altura+fruto+grosor+localidad+altura:localidad	10	-436.013645	892.381557	6.48389832	0.007542
Abundancia~altura+grosor+habito+localidad+textura	10	-436.07405	892.502368	6.60470937	0.00709991
Abundancia~altura+habito+textura	7	-439.589129	893.357745	7.46008572	0.00462924
Abundancia~altura+fruto+grosor+habito+textura	11	-435.521357	893.468521	7.57086183	0.00437981
Abundancia~altura+fruto+grosor+textura	11	-435.521357	893.468521	7.57086183	0.00437981
Abundancia~altura+grosor+localidad+textura	9	-437.635498	893.560386	7.66272666	0.00418318
Abundancia~altura+fruto+grosor+habito+localidad+textura	12	-435.068676	894.641392	8.7437328	0.00243652
Abundancia~altura+fruto+grosor+localidad+textura	12	-435.068676	894.641392	8.7437328	0.00243652
Abundancia~altura+grosor+textura	8	-440.858788	897.948716	12.0510572	0.00046622
Abundancia~altura+localidad+textura	7	-442.484867	899.149221	13.2515616	0.0002558
Abundancia~altura+textura	6	-445.143423	902.421247	16.5235879	4.98E-05
Abundancia~altura+fruto+grosor+habito+localidad	9	-442.29671	902.882809	16.98515	3.96E-05
Abundancia~altura+fruto+grosor+localidad	9	-442.29671	902.882809	1.70E+01	3.96E-05
Abundancia~altura+fruto+grosor+habito	8	-443.445979	903.123097	1.72E+01	3.51E-05
Abundancia~altura+fruto+grosor	8	-443.445979	903.123097	1.72E+01	3.51E-05

FUNCIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	logLik	AICc	delta	weight
Abundancia~altura+grosor+habito+localidad+altura:localidad	8	-451.094471	918.420082	3.25E+01	1.67E-08
Abundancia~altura+fruto+habito+localidad+altura:localidad	8	-452.230475	920.69209	3.48E+01	5.37E-09
Abundancia~altura+fruto+localidad+altura:localidad	8	-452.230475	920.69209	3.48E+01	5.37E-09
Abundancia~altura+grosor+habito+localidad	7	-462.064083	938.307654	5.24E+01	8.03E-13
Abundancia~altura+fruto+habito	6	-463.831227	939.796855	5.39E+01	3.81E-13
Abundancia~altura+fruto	6	-463.831227	939.796855	5.39E+01	3.81E-13
Abundancia~altura+fruto+habito+localidad	7	-463.623055	941.425598	5.55E+01	1.69E-13
Abundancia~altura+fruto+localidad	7	-463.623055	941.425598	5.55E+01	1.69E-13
Abundancia~textura	5	-473.056536	956.20892	7.03E+01	1.04E-16
Abundancia~localidad+textura	6	-472.247192	956.628783	7.07E+01	8.44E-17
Abundancia~habito+localidad+textura	7	-471.776283	957.732053	7.18E+01	4.86E-17
Abundancia~fruto+habito+localidad+textura	9	-470.339003	958.967395	7.31E+01	2.62E-17
Abundancia~fruto+localidad+textura	9	-470.339003	958.967395	7.31E+01	2.62E-17
Abundancia~grosor+localidad+textura	8	-471.4704	959.17194	7.33E+01	2.37E-17
Abundancia~grosor+habito+localidad+textura	9	-470.881573	960.052535	7.42E+01	1.52E-17
Abundancia~fruto+grosor+habito+localidad+textura	11	-469.909166	962.244139	7.63E+01	5.09E-18
Abundancia~fruto+grosor+localidad+textura	11	-469.909166	962.244139	7.63E+01	5.09E-18

FUNCIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	logLik	AICc	delta	weight
Abundancia~fruto+grosor+habito+localidad	8	-475.92123	968.0736	8.22E+01	2.76E-19
Abundancia~fruto+grosor+localidad	8	-475.92123	968.0736	8.22E+01	2.76E-19
Abundancia~altura+habito+localidad+altura:localidad	6	-480.760762	973.655925	8.78E+01	1.69E-20
Abundancia~grosor+habito+localidad	6	-486.656508	985.447417	9.95E+01	4.66E-23
Abundancia~altura+grosor+localidad+altura:localidad	7	-486.363583	986.906653	1.01E+02	2.25E-23
Abundancia~fruto+habito+localidad	6	-487.912482	987.959364	1.02E+02	1.33E-23
Abundancia~fruto+localidad	6	-487.912482	987.959364	1.02E+02	1.33E-23
Abundancia~fruto	5	-490.637992	991.371831	1.05E+02	2.41E-24
Abundancia~altura+habito+localidad	5	-493.608131	997.312108	1.11E+02	1.24E-25
Abundancia~altura+grosor+habito	6	-501.378219	1014.89084	1.29E+02	1.88E-29
Abundancia~altura+grosor+localidad	6	-502.178548	1016.4915	1.31E+02	8.46E-30
Abundancia~habito+localidad	4	-508.64085	1025.3455	1.39E+02	1.01E-31
Abundancia~altura+grosor	5	-508.813869	1027.72358	1.42E+02	3.08E-32
Abundancia~altura+habito	4	-526.642736	1061.34927	1.75E+02	1.54E-39
Abundancia~altura	3	-535.028225	1076.09467	1.90E+02	9.65E-43
Abundancia~habito	3	-554.158849	1114.35591	2.28E+02	4.75E-51
Abundancia~grosor+localidad	5	-567.979197	1146.05424	2.60E+02	6.21E-58

FUNCIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	logLik	AICc	delta	weight
Abundancia~grosor	4	-570.477433	1149.01866	2.63E+02	1.41E-58
Abundancia	2	-577.636411	1159.2919	2.73E+02	8.29E-61
Abundancia~localidad	3	-576.747177	1159.53257	2.74E+02	7.35E-61

Anexo V: Modelos lineales generalizados de tamaño de *Psittacanthus divaricatus* en ambos ecosistemas. Distribución Gamma. El mejor modelo esta sombreado de azul.

FUNCIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	logLik	AICc	delta	weight
Tamaño~diametro+establecimiento	4	14.4775902	-20.8601686	0	0.0311856
Tamaño~diametro+textura	6	16.3435794	-20.4866815	0.37348713	0.02587333
Tamaño~diametro+establecimiento+textura	7	17.3378596	-20.4077767	0.45239191	0.02487244
Tamaño~diametro	3	13.1374289	-20.2179857	0.64218288	0.02262069
Tamaño~diametro+grosor	4	14.1379293	-20.1808467	0.67932193	0.02220451
Tamaño~diametro+estableciemiento+localidad	5	15.0377541	-19.932651	0.92751758	0.0196131
Tamaño~diametro+estableciemiento+grosor	5	14.7861688	-19.4294805	1.43068807	0.0152505
Tamaño~diametro+establecimiento+localidad+textura	8	17.8422676	-19.3392115	1.5209571	0.01457748
Tamaño~diametro+localidad+textura	7	16.722862	-19.1777814	1.68238719	0.01344709
Tamaño~diametro+grosor+localidad	5	14.5757324	-19.0086076	1.851561	0.01235642
Tamaño~diametro+establecimento+posicion	5	14.5144081	-18.8859591	1.97420951	0.01162144
Tamaño~diametro+grosor+textura	7	16.5022682	-18.7365938	2.12357483	0.01078514
Tamaño~diametro+posicion+textura	7	16.3688606	-18.4697786	2.39039003	0.00943816
Tamaño~diametro+establecimiento+posicion+textura	8	17.382969	-18.4206142	2.43955436	0.00920898
Tamaño~diametro+establecimiento+grosor+textura	8	17.3381638	-18.3310038	2.52916479	0.00880548

FUNCIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	logLik	AICc	delta	weight
Tamaño~diametro+establecimiento+grosor+localidad	6	15.222123	-18.2437687	2.61639993	0.00842966
Tamaño~diametro+posición	4	13.1485766	-18.2021412	2.65802735	0.00825602
Tamaño~diametro+grosor+posicion	5	14.1678658	-18.1928744	2.66729422	0.00821786
Tamaño~textura	5	14.1267808	-18.1107045	2.74946413	0.00788707
Tamaño~diametro+establecimiento+localidad+posicion	6	15.0959455	-17.9914137	2.86875484	0.00743039
Tamaño~diametro+grosor+localidad+textura	8	16.9199479	-17.494572	3.36559661	0.00579594
Tamaño~diametro+localidad+posicion	5	13.8108169	-17.4787767	3.38139192	0.00575035
Tamaño~diametro+establecimento+grosor+posicion	6	14.8321378	-17.4637982	3.39637035	0.00570744
Tamaño~diametro+establecimiento+localidad+posicion+textura	9	17.9029042	-17.373116	3.48705256	0.00545444
Tamaño~diametro+establecimento+grosor+localidad+textura	9	17.8431653	-17.2536383	3.60653028	0.00513814
Tamaño~establecimento+textura	6	14.7043044	-17.2081316	3.65203703	0.00502255
Tamaño~diametro+localidad+posicion+textura	8	16.7567274	-17.1681311	3.69203747	0.0049231
Tamaño	2	10.5343093	-17.0402498	3.81991875	0.00461816
Tamaño~diametro+grosor+localidad+posicion	6	14.6201309	-17.0397845	3.82038406	0.00461709
Tamaño~localidad	3	11.4037207	-16.7505693	4.10959931	0.00399545
Tamaño~diametro+grosor+posicion+textura	8	16.5295724	-16.7138211	4.14634744	0.00392271
Tamaño~establecimiento	3	11.3785754	-16.7002788	4.15988976	0.00389624
Tamaño~establecimento+localidad+textura	7	15.3923764	-16.5168102	4.34335838	0.00355472

FUNCIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	logLik	AICc	delta	weight
Tamaño~grosor	3	11.2573977	-16.4579234	4.40224523	0.00345159
Tamaño~diametro+establecimiento+grosor+posicion+textura	9	17.3831861	-16.3336799	4.52648871	0.00324369
Tamaño~diametro+establecimento+grosor+localidad+posicion	7	15.2861827	-16.3044228	4.55574578	0.00319659
Tamaño~posicion+textura	6	14.2454076	-16.2903378	4.56983076	0.00317415
Tamaño~grosor+textura	6	14.1435132	-16.086549	4.77361954	0.00286666
Tamaño~diametro+grosor+localidad+posicion+textura	9	16.956886	-15.4810798	5.37908883	0.00211787
Tamaño~establecimiento+posicion+textura	7	14.8683854	-15.4688283	5.39134033	0.00210494
Tamaño~altura	3	10.7445946	-15.4323172	5.42785135	0.00206686
Tamaño~localidad+posicion+textura	7	14.8166191	-15.3652956	5.49487302	0.00199875
Tamaño~diametro+establecimiento+grosor+localidad+ posicion+textura	10	17.9036089	-15.2770974	5.58307123	0.00191252
Tamaño~establecimento+grosor+textura	7	14.742491	-15.2170394	5.64312923	0.00185594
Tamaño~posicion	3	10.6364109	-15.2159498	5.6442188	0.00185493
Tamaño~grosor+localidad+textura	7	14.7177641	-15.1675856	5.69258296	0.00181061
Tamaño~establecimiento+grosor	4	11.611731	-15.1284502	5.73171837	0.00177553
Tamaño~establecimiento+posicion	4	11.5486163	-15.0022208	5.85794779	0.00166693
Tamaño~establecimiento+localidad+posicion+textura	8	15.5850634	-14.824803	6.03536561	0.00152543
Tamaño~grosor+posición	4	11.406325	-14.7176382	6.14253037	0.00144584
Tamaño~establecimiento+localidad+posicion	5	12.388762	-14.6346669	6.22550172	0.00138709

FUNCIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	logLik	AICc	delta	weight
Tamaño~establecimiento+grosor+localidad	8	15.4234814	-14.501639	6.35852961	0.00129783
Tamaño~establecimiento+grosor+localidad	5	12.281399	-14.4199409	6.44022768	0.00124588
Tamaño~grosor+posicion+textura	7	14.2659786	-14.2640146	6.59615394	0.00115244
Tamaño~grosor+localidad+posicion	5	12.0882517	-14.0336462	6.8265224	0.00102705
Tamaño~establecimiento+grosor+posicion+textura	8	14.9059066	-13.4664895	7.39367906	0.00077346
Tamaño~establecimiento+grosor+posicion	5	11.797819	-13.4527809	7.4073877	0.00076818
Tamaño~grosor+localidad+posicion+textura	8	14.8590568	-13.3727899	7.4873787	0.00073806
Tamaño~establecimiento+grosor+localidad+posicion	6	12.5032733	-12.8060692	8.05409937	0.00055594
Tamaño~establecimiento+establecimiento+localidad+posicion+textura	9	15.6156672	-12.7986421	8.06152647	0.00055388