



Universidad de Panamá

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Biología



Departamento de Zoología

**PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN Y CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LAS
AVISPAS DE LAS AGALLAS EN ROBLES DE LA FAMILIA CYNIPIDAE
(HYMENOPTERA: CYNIPOIDEA) EN LA REPÚBLICA DE PANAMÁ**

SAÚL SAMIT GONZÁLEZ GUILLÉN

Presentado a la Escuela de Biología de la Universidad de Panamá en cumplimiento
parcial de los requisitos para el grado de

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

2024

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE GRADUCACIÓN

Ciudad de Panamá,

Orientación: Zoología

Título: “Patrón de distribución y características biológicas de las avispas de las agallas en robles de la familia Cynipidae (Hymenoptera: Cynipoidea) en la República de Panamá”

Una presentación por: Saúl Samit González Guillén

Cédula: 8-947-1522

Asesor Principal:

Profesor Enrique Medianero Segundo

Co-asesores:

Profesor Alonso Santos Murgas

Profesor Roberto Cambra Torok

DEDICATORIA

A mi madre, Aminta, por su cariño y apoyo sereno en los momentos de caos, porque en su sabiduría nunca se apartó de mi lado y supo brindarme el ímpetu que me faltaba.

A mi padre, Samuel, por siempre ser el guía de mis pasos y el mentor que siempre necesité.

A mi hermana, Susana, por ser la piedra que soporta cada uno de mis pasos y a quien le debo mi amor por el conocimiento.

Al resto de mi familia, Elise, Scarlet, Nathalie, Elia María y Andrea Chen, por siempre estar presentes y por su respaldo incomparable durante toda mi carrera universitaria, por su guía y por sus aplausos a cada paso de este hermoso camino.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis el Dr. Enrique Medianero Segundo, por brindarme la oportunidad y el honor de aportar al conocimiento de las avispas inductoras de agallas.

De manera muy especial extendiendo un agradecimiento, al Dr. Alonso Santos Murgas por todo el conocimiento, guías, consejos y por permitirme formarme como científico en el Museo de Invertebrados G.B. Fairchild de la Universidad de Panamá.

Al MSc. Roberto Cambra Torok por todos sus valiosos conocimientos y por su rigurosidad que hicieron de mí un mejor estudiante y profesional.

A todos mis profesores y compañeros que me brindaron apoyo y corrección en la elaboración de mi tesis.

Finalmente, a la Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación por financiar el proyecto “Bosques Urbanos como Estrategia de Mitigación ante el Cambio Climático” DDCCT No. 004-2023

ÍNDICE GENERAL

1. DEDICATORIA	I
2. AGRADECIMIENTOS	II
3. ÍNDICE GENERAL	III
4. ÍNDICE DE FIGURAS	IV
5. RESUMEN	V
6. ABSTRACT	VI
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS	4
Objetivo General	4
Objetivo específico.....	4
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	5
2.1 Antecedentes generales.....	5
2.2 Biología, taxonomía y ecología de la familia Cynipidae.....	7
2.2.1 Taxonomía.....	7
2.2.2 Interacción hospedero- parásito: Insectos cecidógenos	8
2.3 Distribución geográfica.....	9
2.3.1 Historia evolutiva	10
2.3.2 Patrón de distribución de la familia Cynipidae en la República de Panamá.....	12
2.3.3 Modelaje de la distribución potencial de las avispas de las agallas	12
ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	13
3.1 Sitios de estudio	13
3.2 Trabajo de campo.....	14
3.2.1 Recolección y procesamiento de muestras.....	14
3.3 Análisis de datos y geoespaciales	15
3.3.1 Georreferenciación	15
3.3.2 Distribución altitudinal y temporal	15

3.4 Modelado de mapas de distribución	16
3.5 Descripción de las agallas.....	16
RESULTADOS	18
4.1 Patrón de distribución de la familia Cynipidae.....	18
4.1.1 Distribución altitudinal.....	18
4.1.2 Distribución temporal.....	23
4.2 Modelos de la distribución potencial de las avispas de las agallas.....	24
4.3. Distribución y descripción de agallas por especie y morfotipos.....	27
DISCUSIÓN	147
CONCLUSIONES.....	152
RECOMENDACIONES	153
REFERENCIAS	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cladograma mostrando las relaciones filogenéticas dentro de la familia Cynipidae las tribus Aylacini, Pediapidini, Diplolepidini, Eschatocerni y Cynipini incluyen las especies inductores de agallas y la tribu Synergini. (Modificado de Blaimer et al., 2020).	8
Figura 2. Diferentes morfologías de algunas agallas inducidas en la vena media de hojas y ramas de encinos en el área de estudio. (A) A-058. (B) A.023. (C) A-069. (D) A-048.....	9
Figura 3. Mapa de la República de Panamá indicando las ecorregiones terrestres y sitios de colecta.	14
Figura 4. Variables bioclimáticas utilizadas en el modelado de la distribución potencial de la familia Cynipidae en la República de Panamá.	17
Figura 5. Distribución altitudinal de las morfotipos de agallas en el sitio de estudio. Los puntos representan datos atípicos.....	19
Figura 6. Distribución altitudinal de la diversidad de morfotipos de agallas de la familia Cynipidae. Pisos altitudinales: 1= Menor a 1000 msnm, 2= 1000- 1200 msnm, 3= 1300- 1700 msnm, 4= 1800- 2300 msnm, 5= 2400- 2700 msnm, 6= 2800- 3200 msnm, 7= Mayor a 3300 msnm.	23
Figura 7. Distribución temporal de las morfotipos de agallas de la familia Cynipidae colectadas en la República de Panamá.	24
Figura 8. Patrón de distribución espacial de la familia Cynipidae en la República de Panamá.....	24
Figura 9. Modelo de la distribución geográfica potencial de la familia Cynipidae para Panamá y Costa Rica.	25
Figura 10. Modelo de la distribución de la familia Cynipidae contrastado con los registros de <i>Quercus</i> sp. en Costa Rica y Panamá.	26

Figura 11. Agallas de <i>A. aliciae</i> . (A) Agalla madura de <i>A. aliciae</i> . (B) Agalla inmadura de <i>A. aliciae</i> sobre <i>Q. salicifolia</i> . (C) Sección de agalla de <i>A. aliciae</i>	27
Figura 12. Mapa de la distribución de <i>A. aliciae</i>	28
Figura 13. Agallas de <i>A. castroviejoii</i> . (A) Sección de agalla de <i>A. castroviejoii</i> . (B) Agalla inmadura de <i>A. castroviejoii</i> . (C) Agallas de <i>A. castroviejoii</i> sobre <i>Q. salicifolia</i>	30
Figura 14. Mapa de la distribución de <i>A. castroviejoii</i>	30
Figura 15. Agalla de <i>A. salicifoliae</i> . (A) sección de agalla de <i>A. salicifoliae</i> . (B) Agalla madura de <i>A. salicifoliae</i>	32
Figura 16. Mapa de la distribución de <i>A. salicifoliae</i>	33
Figura 17. Agalla de <i>A. barriosi</i> . (A) Agalla madura de <i>A. barriosi</i> . (B) Agalla de <i>A. barriosi</i> sobre <i>Q. bumelioides</i> . (C) sección de agalla de <i>A. barriosi</i>	35
Figura 18. Mapa de distribución de <i>A. barriosi</i>	35
Figura 19. Agalla de <i>B. caulicola</i> sobre <i>Q. bumelioides</i>	37
Figura 20. Mapa de distribución de <i>B. caulicola</i>	38
Figura 21. Agalla de <i>B. panamensis</i> . (A) Adulto de <i>B. panamensis</i> sobre <i>Q. bumelioides</i> . (B) Agallas maduras de <i>B. panamensis</i> . (C) Sección de <i>B. panamensis</i>	40
Figura 22. Mapa de distribución de <i>B. panamensis</i>	40
Figura 23. Agallas de <i>C. cameroni</i> . (A) Agalla inmadura de <i>C. cameroni</i> sobre <i>Q. salicifolia</i> . (B) Agalla inmadura de <i>C. cameroni</i> . (C) Agalla madura de <i>C. cameroni</i> mostrando los agujeros de emergencia.	42
Figura 24. Mapa de distribución de <i>C. cameroni</i>	43
Figura 25. Agallas de <i>C. korytkowski</i> . Agalla madura de <i>C. korytkowski</i> en el suelo. (B) Agallas inmaduras de <i>C. korytkowski</i> . (C) Agallas inmaduras de <i>C. korytkowski</i> sobre <i>Q. bumelioides</i>	44

Figura 26. Mapa de distribución de <i>C. korytkowski</i>	45
Figura 27. Agallas de <i>D. bettyannae</i> . (A) Agalla inmadura de <i>D. bettyannae</i> . (B) Agalla madura de <i>D. bettyannae</i> . (C) Sección de la agalla mostrando larvas de <i>D. bettyannae</i>	47
Figura 28. Mapa de distribución de <i>D. bettyannae</i>	47
Figura 29. Agalla de <i>D. bisethiae</i> . Agalla madura de <i>D. bisethiae</i> mostrando el agujero de emergencia.	49
Figura 30. Mapa de distribución de <i>D. bisethiae</i>	50
Figura 31. Agallas de <i>K. panamensis</i> . (A) Adulto de <i>K. panamensis</i> emergiendo de la agalla. (B) Agalla madura de <i>K. panamensis</i> . (C) Agalla inmadura de <i>K. panamensis</i> sobre <i>Q. salicifolia</i>	51
Figura 32. Mapa de distribución de <i>K. panamensis</i>	52
Figura 33. Agallas de <i>L. championi</i> . (A-B) Agallas maduras de <i>L. championi</i> sobre <i>Q. bumelioides</i> mostrando los agujeros de emergencia. (C) Sección de una agalla mostrando una pupa de <i>L. championi</i>	53
Figura 34. Mapa de distribución de <i>L. championi</i>	54
Figura 35. Agalla de <i>L. panamensis</i>	55
Figura 36. Mapa de distribución de <i>L. panamensis</i>	56
Figura 37. Agallas de <i>N. elvisi</i> . (A-B) Agalla inmadura de <i>N. elvisi</i> sobre <i>Q. bumelioides</i> . (C) Sección de agalla de <i>N. elvisi</i> mostrando las cámaras larvales.....	58
Figura 38. Mapa de distribución de <i>N. elvisi</i>	59
Figura 39. Agallas de <i>N. pulchrigalla</i> . (A-C) Agallas inmaduras de <i>N. pulchrigalla</i> sobre <i>Q. bumelioides</i> . (B) Sección de la agalla de <i>N. pulchrigalla</i> mostrando la cámara larval.	60
Figura 40. Mapa de distribución de <i>N. pulchrigalla</i>	61
Figura 41. Agallas de <i>O. championi</i>	62

Figura 42. Mapa de distribución de <i>O. championi</i>	63
Figura 43. Agallas de <i>O. hansonii</i> sobre <i>Q. lancifolia</i> mostrando múltiples agujeros de emergencia.	64
Figura 44. Mapa de distribución de <i>O. hansonii</i>	65
Figura 45. Agallas maduras de <i>P. cambrai</i> sobre <i>Q. bumelioides</i>	66
Figura 46. Mapa de distribución de <i>P. cambrai</i>	67
Figura 47. Agallas de <i>P. lisethiae</i> . (A-B) Agallas inmaduras . (C) Agallas maduras.	69
Figura 48. Mapa de distribución de <i>P. lisethiae</i>	69
Figura 49. Agallas de A-003 inducidas en ramas de <i>Q. salicifolia</i>	71
Figura 50. Mapa de distribución de A-003.....	72
Figura 51. Agallas inmaduras de A-006 inducidas sobre <i>Q. bumelioides</i> en Volcán Barú.	73
Figura 52. Mapa de distribución de A-006.....	74
Figura 53. Sección de agalla A-007 mostrando una pupa.	75
Figura 54. Mapa de distribución de A-007.....	76
Figura 55. Agallas de A-010. (A-B) Agallas maduras sobre <i>Q. bumelioides</i> . (C) Agallas inmaduras.	77
Figura 56. Mapa de distribución de A-010.....	78
Figura 57. Agallas inmaduras de A-011 sobre <i>Q. salicifolia</i>	79
Figura 58. Mapa de distribución de A-011.....	80
Figura 59. Agallas A-013. (A-B) Agallas inmaduras sobre <i>Q. salicifolia</i> en Volcancito. (C) Sección de la agalla mostrando una larva.	81
Figura 60. Mapa de distribución de A-013.....	81
Figura 61. Agalla inmadura A-015 sobre hojas de <i>Q. salicifolia</i> en Volcancito.....	82

Figura 62. Mapa de distribución de A-015.....	83
Figura 63. Agalla madura A-016 sobre <i>Q. salicifolia</i> mostrando agujeros de emergencia.	84
Figura 64. Mapa de distribución de A-016.....	85
Figura 65. Agallas A-018. (A-C) Agallas maduras inducidas sobre <i>Q. bumelioides</i>	86
Figura 66. Mapa de distribución de A-018.....	87
Figura 67. Agallas A-019. (A) Agalla inmadura . (B) Agallas maduras sobre <i>Q. bumelioides</i> en Volcán Barú.	88
Figura 68. Mapa de distribución de A-019.....	89
Figura 69. Agallas A-023. (A-C) Agallas maduras sobre hojas de <i>Q. bumelioides</i> en Volcán Barú.	90
Figura 70. Mapa de distribución de A-023.....	91
Figura 71. Agallas A-024. (A) Agalla inmadura. (B) Agallas maduras. (C) Agalla sobre <i>Q. bumelioides</i> en Volcán Barú.	92
Figura 72. Mapa de distribución de A-024.....	93
Figura 73. Sección de la agalla A-025 mostrando larvas inducidas en tallos de <i>Q. bumelioides</i>	94
Figura 74. Mapa de distribución de A-025.....	94
Figura 75. Agallas A-026. (A) Agallas inmaduras. (B-C) Agallas maduras sobre <i>Q. bumelioides</i> en Alto Chiquero.	95
Figura 76. Mapa de distribución de A-026.....	96
Figura 77. Agallas A-032 inducidas sobre <i>Q. lancifolia</i> en Palmira	97
Figura 78. Mapa de distribución de A-032.....	98
Figura 79. Agallas A-036. (A-C) Agallas maduras inducidas sobre <i>Q. lancifolia</i>	99
Figura 80. Mapa de distribución de A-036.....	100

Figura 81. Agallas A-037. (A-C) Agallas maduras e inmaduras sobre hojas de <i>Q. bumelioides</i> , creciendo solitarias o en grupos en varias etapas de desarrollo.	101
Figura 82. Mapa de distribución de A-037.....	101
Figura 83. Agalla A-040 inducida en la vena media de <i>Q. bumelioides</i>	102
Figura 84. Mapa de distribución de A-040.....	103
Figura 85. Agallas de A-042. (A) Sección de la agalla mostrando la cámara larval y el agujero de emergencia en la agalla superior. (B) Agalla inducida sobre <i>Q. bumelioides</i> . (C) Agalla madura..	104
Figura 86. Mapa de distribución de A-042.....	104
Figura 87. Agallas A-045 inducidas sobre hojas de <i>Q. bumelioides</i>	105
Figura 88. Mapa de distribución de A-045.....	106
Figura 89. Agallas A-047. (A) Agallas inmaduras. (B) Agallas maduras. (C) Sección de A-047 mostrando una larva.	107
Figura 90. Mapa de distribución de A-047.....	107
Figura 91. Agallas A-048. (A) Sección de A-048 mostrando una pupa en fase avanzada. (B) Sección de agallas mostrando larvas.....	108
Figura 92. Mapa de distribución de A-048.....	109
Figura 93. (A-B) Agalla inmadura inducida sobre <i>Q. lancifolia</i>	110
Figura 94. Mapa de distribución de A-053.....	111
Figura 95. Agallas A-056. (A-B) Agallas maduras. (C) Agalla inducida sobre <i>Q. lancifolia</i> , mostrando un agujero de emergencia.	111
Figura 96. Mapa de distribución de A-056.....	112
Figura 97. Agrupación de agallas maduras A-057 inducidas sobre hojas de <i>Q. lancifolia</i>	113
Figura 98. Mapa de distribución de A-057.....	113

Figura 99. Agalla A-058. Agalla inmadura inducida sobre hojas de <i>Q. lancifolia</i> en Piedra Candela.	114
Figura 100. Mapa de distribución de A-058.....	115
Figura 101. Agallas A-059 inducidas sobre la vena media de <i>Q. lancifolia</i> en Piedra Candela. ...	116
Figura 102. Mapa de distribución de A-059.....	117
Figura 103. Agalla A-061 inducida sobre hoja de <i>Q. lancifolia</i> en Piedra Candela.....	118
Figura 104. Mapa de distribución de A-061.....	118
Figura 105. Agalla madura A-062 inducida sobre la vena media de <i>Q. bumelioides</i> en el Parque Internacional La Amistad.	119
Figura 106. Mapa de distribución de A-062.....	120
Figura 107. Adulto de A-069 dentro de su agalla.....	121
Figura 108. Mapa de distribución de A-069.....	122
Figura 109. Agalla A-072. Sección de bellota de <i>Q. lancifolia</i> mostrando una larva de A-072. ...	123
Figura 110. Mapa de distribución de A-072.....	123
Figura 111. Agallas de A-074.....	124
Figura 112. Mapa de distribución de A-074.....	125
Figura 113. Agalla A-075 inmadura inducida en ramitas de <i>Q. salicifolia</i>	126
Figura 114. Mapa de distribución de A-075.....	127
Figura 115. Agalla A-077. Agalla inmadura inducida sobre la vena media de hojas de <i>Q. lancifolia</i>	128
Figura 116. Mapa de distribución de A-077.....	128
Figura 117. Agallas A-079. (A) Sección de la agalla mostrando la cámara larval y un adulto de A- 079. (B) Agalla inducida sobre amentos florales de <i>Q. insignis</i>	129

Figura 118. Mapa de distribución de A-079.....	130
Figura 119. Grupo de agallas A-080 inducidas dentro del ramas de <i>Q. insignis</i>	131
Figura 120. Mapa de distribución de A-080.....	132
Figura 121. Agalla A-082 inducida sobre hojas de <i>Q. lancifolia</i> en Selva negra.....	133
Figura 122. Mapa de distribución de A-082.....	133
Figura 123. Agalla A-083. Agalla A-083 inmadura inducida sobre las yemas axilares de <i>Q. lancifolia</i>	134
Figura 124. Mapa de distribución de A-083.....	135
Figura 125. Agalla A-084. Agallas inmaduras A-084 inducidas en ramas de <i>Q. bumelioides</i>	136
Figura 126. Mapa de distribución de A-084.....	137
Figura 127. . Agalla A-087. Agallas inmaduras A-087 inducidas en tallos de <i>Q. salicifolia</i>	138
Figura 128. Mapa de distribución de A-087.....	138
Figura 129. Agalla A-088. Agalla inmadura A-088 inducida sobre hojas de <i>Q. lancifolia</i> .	139
Figura 130. Mapa de distribución de A-088.....	140
Figura 131. Agallas A-089. Agallas A-089 mostrando múltiples agujeros de emergencia.	141
Figura 132. Mapa de distribución de A-089.....	141
Figura 133. Agalla A-090. Agalla A-090 solitaria, inducida sobre hojas de <i>Q. bumelioides</i>	142
Figura 134. Mapa de distribución de A-090.....	143

Figura 135. Agalla A-091. Sección de una bellota de <i>Q. lancifolia</i> mostrando una larva de A-091.....	144
Figura 136. Mapa de distribución de A-091.....	144
Figura 137. Agalla A-093. Agalla A-093 inmadura inducida sobre ramas de <i>Q. bumelioides</i>	145
Figura 138. Mapa de distribución de A-093.....	146
Figura 139. Variables bioclimáticas utilizadas en el modelado de la distribución.....	164
Figura 140. Cuadro de las localidades de colecta, altitud, código de agalla o inductor y mes de colecta.....	177
Figura 141. Mapa mostrando los climas de Panamá según Köppen- Geiger (Base de datos extraída de GloH2O), mostrando el área de estudio y sitios de colecta.....	178

RESUMEN

Las avispas de la Familia Cynipidae (Hymenoptera: Cynipoidea) se caracterizan por incluir especies con la capacidad de inducir agallas o habitar como inquilinas dentro estas, por lo que son vernáculamente conocidas como avispas de las agallas. Estas especies de avispas producen agallas muy complejas, las cuales se pueden desarrollar en cualquier órgano de la planta hospedadora pudiendo contener desde una hasta 100 cámaras larvales. Estudios de las avispas inductoras de agallas en los árboles de roble se vienen desarrollando en Panamá desde hace casi 20 años. Este estudio aporta los mapas de distribución y descripción de las agallas inducidas por avispas del roble reportadas para la República de Panamá. Mediante técnicas de georreferenciación y mapas de distribución se registró la distribución espacial y temporal de cada una de los 64 morfotipos de agallas de cinípidos reportadas para la República de Panamá. En cuanto al área de estudio se logró determinar que el intervalo altitudinal con mayor riqueza de agallas se encuentra entre los 1000- 1200 msnm en el Volcán Barú. La aplicación de software de modelado predictivo, MaxEnt, indicó que la ecorregión de Bosques Montanos de Talamanca presenta las características adecuadas y la conectividad entre poblaciones de hospederos para sostener el ciclo de vida completo de las avispas de las agallas.

ABSTRACT

The wasps of the family Cynipidae (Hymenoptera: Cynipoidea) are characterized by including species with the ability to induce or inhabit asinquilines in these, so they are vernacularly known as gall wasps. These wasp species produce very complex galls, which can develop in any organ of the host plant and may contain from one to 100 larval chambers. Studies of gall-inducing wasps in oak trees have been conducted in Panama for almost 20 years. This study provides the distribution maps and description of galls induced by gall wasps reported for the Republic of Panama. Using georeferencing techniques and distribution maps, the spatial and temporal distribution of each of the 64 morphotypes of cynipid gall morphotypes reported for the Republic of Panama was recorded. Regarding the study area, it was determined that the altitudinal interval with the highest gall richness is between 1000-1200 m asl in the Volcán Barú. The application of predictive modeling software, MaxEnt, indicated that the Talamanca Montane Forest ecoregion presents the appropriate characteristics and connectivity between host populations to sustain the complete life cycle of gall wasps.

INTRODUCCIÓN

Las avispas de las agallas (Cynipidae) pertenecen al superorden Cynipoidea, y se caracterizan por ser avispas fitófagas obligadas inductoras de agallas, parasitoides o inquilinas de otras agallas (Nieves- Aldrey, 2001; Markel et al., 2024). La taxonomía y filogenia de la familia Cynipidae ha sido objeto de amplios estudios durante los últimos años (Ronquist et al., 2015; Blaimer et al., 2020; Nieves- Aldrey, 2022; Hearn et al., 2023; Duan et al., 2024), estas investigaciones respaldan la idea de que los cinípidos son un grupo parafilético, comprendido por 13 tribus (Aulacideini, Aylacini, Ceroptresini, Cynipini, Diastrophini, Diplolepidini, Eschatocerini, Paraulacini, Pediaspidini, Qwaqwaiini, Phanacidini, Rhoophilini y Synergini). Las especies de la tribu Cynipini conocidas vernáculamente como avispas de las agallas del roble son las más diversas de todos los cinípidos e inducen de las agallas más complejas en el mundo natural y presentan distribución principalmente holártica y en menor medida oriental y neotropical (Nieves- Aldrey, 2001; Nieves- Aldrey et al., 2021; Medianero et al., 2021). Con excepción de *Diastrophus colombianus* (Aylacini), las especies de Cynipidae conocidas de Centroamérica, Panamá y Colombia corresponden a las tribus Cynipini y Synergini.

La tribu Cynipini es un grupo diverso de aproximadamente 1000 especies descritas en 50 géneros en todo el mundo (Melika et al., 2021), caracterizados por tener el pronoto dorsomedialmente corto y sin estructuras bien definidas (fóveas o placas); mesopleura generalmente sin impresión diagonal, frente sin una fuerte carina medial; fóveas mesoscutelares generalmente presentes o confluentes; ala anterior con venas basales, R1 y

Rs+M visibles, Rs alcanzando o casi alcanzando el margen anterior del ala anterior (Buffington et al., 2020).

Las avispas de las agallas del roble están asociadas a especies de árboles de la familia Fagácea, particularmente a especies del género *Quercus* (Liljeblad et al., 2008; Tang et al., 2016; Medianero & Nieves- Aldrey, 2017) y junto con las especies de la tribu Pediaspidini, son los únicos de este grupo de insectos que presenta ciclos de vida heterogónico (una alternancia obligada entre una generación sexual y otra asexual) (Sottile et al., 2024). El proceso de la formación de las agallas de cinípidos es el resultado de interacciones complejas entre el adulto inductor, su huevo y posteriormente, larva y la planta hospedera. El crecimiento y desarrollo normal del tejido afectado se ve secuestrado para asegurar la protección y nutrición del parásito. Para la formación de una agalla, se deben inducir cambios citogenéticos y morfogenéticos que en su conjunto son considerados el “fenotipo extendido” de la avispa inductora (Guzicka et al., 2017; Pawłowski et al., 2017; Giertych et al., 2023). Esto significa que cada especie de cinípido inducirá una agalla con características diferentes a la de cualquiera otra especie. Esta propiedad permite realizar inventarios de especies en los diferentes ecosistemas y utilizarlos como indicadores del bienestar de los ecosistemas (Nieves- Aldrey, 2003).

Los patrones de distribución y la riqueza de los árboles *Quercus*, es el principal factor que influyen en la distribución y riqueza de las avispas gallícolas. La mayoría de los inductores de las agallas del roble son exclusivos a una de las especies de robles o de una sección (Robles blancos (Sección *Quercus*), Robles rojos (Sección *Cerris*)) (Stone et al., 2009; Melika et al.,

2010; Nicholls et al., 2018; Nozadze et al., 2023). La interacción entre cinípidos y robles tienen características únicas pues representan “*Hot-spots*” ecológicos, por su capacidad para mantener comunidades muy ricas, lo que proporciona una modelo de considerable importancia para el análisis de los cambios asociados al hábitat, como la fragmentación y el cambio climático.

El patrón de distribución local de Cynipidae no había sido abordado antes en ningún lugar del neotrópico debido a los muestreos escasos, la falta de descripción de especies y el poco interés en el estudio del grupo en esta región. Por lo que localmente no se conoce cuál es el límite de la distribución de los cinípidos y cuáles son las áreas más importantes en cuanto a endemismo y riqueza de especies. Sin embargo, en Panamá se viene desarrollando estudios sistemáticos de las poblaciones de los cinípidos desde 2007, los cuales incluyen muestreos continuos en el tiempo y la clasificación de las especies encontradas (Medianero & Nieves-Aldrey, 2010; Medianero & Nieves- Aldrey, 2011; Medianero & Nieves- Aldrey, 2014; Nieves- Aldrey & Medianero, 2011). Por lo que en Panamá ahora se cuenta con información para un estudio de distribución espacial y temporal de los cinípidos, así como información biológica del todos el material colectado. La distribución espacial y temporal de los morfotipos de agallas inducidas por especie de la familia Cynipidae en Panamá será de mucha ayuda para afinar la búsqueda de las especies que aún faltan por describir y ayudará a estimar el tamaño de las poblaciones de cada especie y su grado de vulnerabilidad. Con esto surgió la interrogante: ¿Cuál es la distribución altitudinal, temporal y espacial de avispa del roble y sus agallas?

Adicionalmente el estudio y determinación la distribución de las avispas de las agallas es básico y esencial por su potencial funcionalidad como bioindicadores y como estimadores de la riqueza y diversidad de sus árboles hospederos en bosques montanos y de altura en la Cordillera Central de Panamá los cuales son ecosistemas muy vulnerables a las actividades antropogénicas y a los efectos del calentamiento global. El presente estudio permitió establecer límites de distribución espacial y temporal de los morfotipos de agallas inducidas por las avispas de las agallas del roble, además, facilitará la realización de futuros estudios sistemáticos, ayudará a estimar tamaños de la población para cada especie y a la búsqueda de especies actualmente desconocidas para la ciencia.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Contribuir al estudio de las características biológicas y los patrones de distribución espacial y temporal de las avispas de las agallas del roble (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) en la República de Panamá.

Objetivo específico

- Elaborar mapas de distribución para las especies de avispas inductoras de agallas reportadas para la República de Panamá.
- Determinar los periodos anuales de inducción de los 64 morfotipos de agallas reportados para la República de Panamá.
- Describir las características biológicas de las especies de cinípidos y sus agallas colectadas en la República de Panamá.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Antecedentes generales

En Panamá existen diversas publicaciones que tratan la taxonomía de la familia Cynipidae, la gran mayoría del conocimiento sobre esta familia se debe al intenso trabajo realizado por los doctores Enrique Medianero Segundo y José Luis Nieves-Aldrey desde 2007. El primer registro de un cinípido para Panamá lo realizó Cameron (1883), quien describió *Cynips championi* basándose sólo en la agalla recolectada por George Champion en las montañas de Chiriquí (Cameron, 1883). Ciento veintisiete años después se realiza una publicación de la fauna de Cynipidae de Panamá y correspondió a un nuevo género, *Agastoroxenia* Nieves-Aldrey y Medianero, con una especie *Agastoroxenia panamensis* (Nieves-Aldrey & Medianero, 2010). Este es el primer género de la tribu Synergini endémico para la Región Neotropical. En ese mismo año se describen tres especies del género *Amphibolips* Reinhard; *Amphibolips castroviejoi*, *Amphibolips aliciae* y *Amphibolips salicifoliae* (Medianero & Nieves-Aldrey, 2010). En el mismo año se describe también la especie *Bassettia caulicola* (Medianero & Nieves-Aldrey, 2010). En el año 2011 se describen dos especies del género *Disholcaspis* Dalla Torre & Kieffer, *Disholcaspis bettyannae* y *D. bisethiae* (Medianero & Nieves-Aldrey, 2011); dos especies del género *Loxaulus* Mayr, *Loxaulus championi* y *Loxaulus panamensis* (Medianero & Nieves-Aldrey, 2011) y se publica un acto nomenclatural en el que se transfiere la especie nombrada por Cameron en 1883 como *Cynips championi* a *Odontocynips championi* (Medianero *et al.*, 2011), esta publicación incluye el reporte para Panamá de *Odontocynips hansonii*. En 2011 también se publica la fauna de especies (11 especies) de la tribu Synergini descubierta para Panamá y el inventario

faunístico de la tribu Cynipini incluyendo géneros que no habían sido registrados para Panamá como: *Andricus*, *Callirhytis*, *Cynips*, *Dryocosmus* y *Neuroterus* (Medianero & Nieves-Aldrey, 2011). En 2013 se publica un nuevo género de Cynipini para el neotrópico, *Barucynips* Medianero y Nieves- Aldrey con la especie *B. panamensis* (Medianero & Nieves-Aldrey, 2013). Esta publicación incluye la segunda especie del género *Coffeikokkos* (*Coffeikokkos korytkowski*) que había sido descrita de Costa Rica. Medianero & Nieves-Aldrey, (2014) describen una nueva especie del género *Callirhytis* Förster 1869: *Callirhytis cameroni*, siendo esta la primera especie del género *Callirhytis* registrada en la región Neotropical. Sin embargo, esta especie es transferida al género *Melikaiella* por Nicholls y Pujade- Villar en 2020 (Nicholls & Pujade- Villar, 2020). En 2017 se describen tres especies del género *Neuroterus* Hartig; dos de Panamá (*Neuroterus elvisi* y *Neuroterus pulchrigalla*) y una de Costa Rica (*N. glandiphilus*). Medianero & Nieves- Aldrey (2019) reportan por primera vez para Panamá una especie del género *Andricus* y describen una nueva especie: *Andricus barriosi*, que luego es transferida al nuevo género *Striatoandricus* (Cuesta- Porta *et al.*, 2020). En 2021 se redescrive el género *Kokkocynips* y se incluye en este género una especie de Panamá, *Kokkocynips panamensis* (Nieves- Aldrey *et al.*, 2021). En este mismo año se describe otro nuevo género de Cynipini para la región neotropical *Prokius* Nieves-Aldrey, Medianero y Nicholls con dos especies *Prokius cambrai*, *Prokius lisethiae*. (Medianero *et al.*, 2021)

A la fecha 64 morfotipos de agallas inducidas por especies de la tribu Cynipini han sido recolectadas en Panamá, de las cuales se han identificado 20 especies distintas de las cuales 18 fueron especies nuevas para la ciencia. A estas hay que sumar 11 de la tribu Synergini.

2.2 Biología, taxonomía y ecología de la familia Cynipidae

2.2.1 Taxonomía

La clasificación actual de los cinipoideos (Hymenoptera: Cynipoidea) está basada en una combinación de caracteres morfológicos, moleculares y ecológicos que los divide en dos grandes grupos, los macrocinipoideos y microcinipoideos. Los microcinipoideos consisten en dos familias existentes: 1) Figitidae: caracterizadas por ser avispas parasitoides e hiperparasitoides de varias larvas de insectos holometábolos (Garipey et al., 2024; Medianero et al., 2024) y 2) Cynipidae: avispas fitófagas caracterizadas por poseer individuos con la capacidad de inducción de agallas, ser parasitoides o inquilinas de otras agallas. La familia Cynipidae está comprendida por 13 tribus distintas cuyas interrelaciones siguen sin conocerse del todo (Ronquist et al., 2015; Blaimer et al., 2020; Lobato- Vila et al., 2022; Blaimer et al., 2023). Las avispas de las agallas del roble (Cynipidae: Cynipini) representa una de las mayores radiaciones especializadas de insectos agalladores, con casi 1.000 especies descritas asociadas a los robles o a sus parientes (Lobato- Vila et al., 2022).

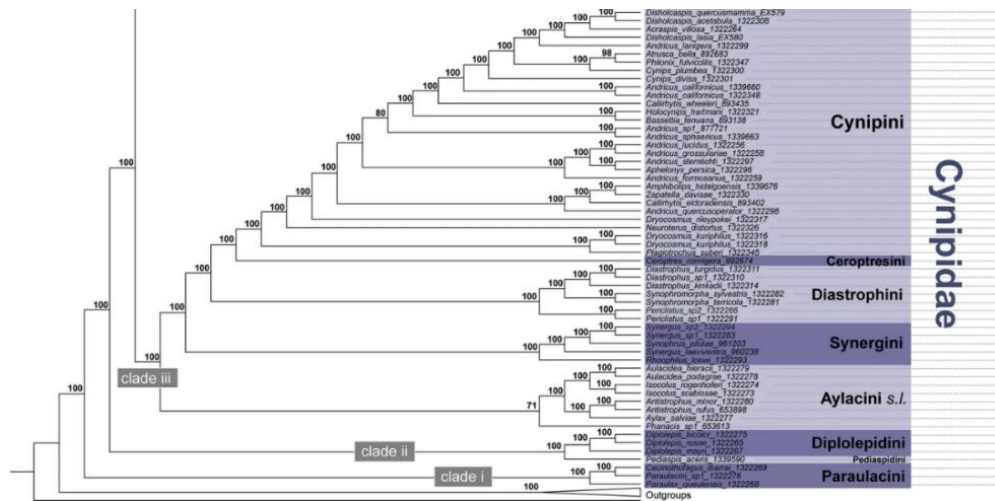


Figura 1. Cladograma mostrando las relaciones filogenéticas dentro de la familia Cynipidae las tribus Aylacini, Pediastpidini, Diplolepidini, Eschatocerni y Cynipini incluyen las especies inductores de agallas y la tribu Synergini. (Modificado de Blaimer et al., 2020).

2.2.2 Interacción hospedero- parásito: Insectos cecidógenos

Una de las interacciones más complejas y extendidas conocidas es la asociación que existe entre plantas e insectos fitófagos. Algunos artrópodos son capaces de inducir, mediante su acción parasítica, el desarrollo de agallas o cecidias (Roskov et al., 2018; Hearn et al., 2019). Una cecidia es una desviación del patrón morfológico y fisiológico normal de un órgano vegetal, creando diversas anomalías tisulares. Esta interacción ha surgido de manera independiente en varios grupos de insectos (Harris & Pitzschke, 2020; Korneyev, 2021). La morfología interna y externa de las agallas es altamente compleja, variable y específica según la especie y la etapa del ciclo de vida del inductor (Fig. 2).

Las agallas experimentan cambios significativos en su estructura relacionadas estrechamente con las fases de desarrollo del inductor (huevo, larva, pupa, adulto): (1) La fase de inducción u oviposición del huevo en el tejido vegetal provoca la muerte y/o división de células

adyacentes para formar la cámara larval (2) La maduración larval provoca cambios metabólicos marcados con el aumento de concentración de azúcar y, dependiendo del inductor, un aumento o disminución en compuestos fenólicos defensivos (Forkner et al., 2004). Además de ocasionar hipoplasia e hipertrofia en el tejido circundante. Este tejido nutritivo sirve como sustento para las larvas (Hipótesis de la nutrición) (3) Con la formación de la pupa, la división celular disminuye y la mayoría del tejido se lignifica y comienza la maduración de la agalla.

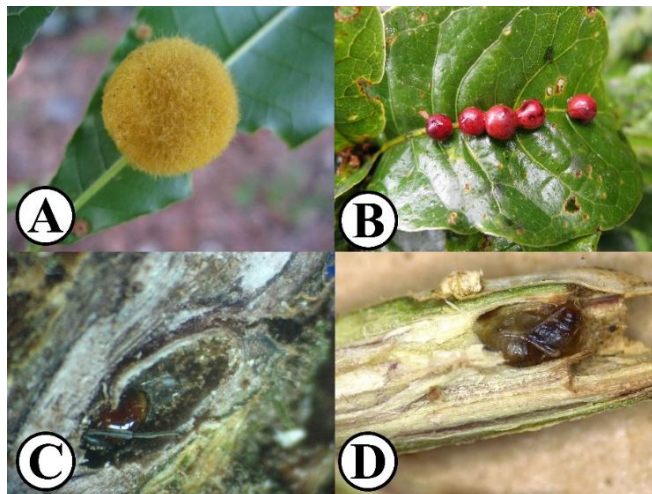


Figura 2. Diferentes morfologías de algunas agallas inducidas en la vena media de hojas y ramas de encinos en el área de estudio. (A) A-058. (B) A.023. (C) A-069. (D) A-048.

2.3 Distribución geográfica

La distribución de las avispa agalladoras de encinos y sus inquilinos (Cynipidae: Cynipini; Synergini) es mayoritariamente holártica (neártica y paleártica), presentando picos de riqueza y diversidad en el neártico, directamente relacionadas con sus hospederos en sitios como México (Morales-Saldaña et al., 2021).

2.3.1 Historia evolutiva

Se han realizado importantes investigaciones sobre la filogenia y la paleo entomología de la familia Cynipidae en las últimas dos décadas (Holden et al., 2015; Pujade- Villar & Peñalver 2019). Los registros fósiles de los cinípidos son escasas, por lo que solo un pequeño grupo puede ser categorizado como miembro de la familia (Liu et al., 2007). La posible historia biogeográfica de los cinípidos es intrincada y muchos autores idean hipótesis sobre la historia evolutiva del grupo utilizando material fosilizado de la superfamilia Cynipoidea y estudios filogenéticos de familia estrechamente relacionadas como Figitidae, Iballiidae, entre otras (Blaimer et al., 2020). Diversos autores indican la posible aparición del grupo durante el Jurásico inferior basados en la existencia de fósiles en el Cretácico temprano (Pujade- Villar & Peñalver, 2019; Blaimer et al., 2020).

El ejemplar de Cynipidae más antiguo es *Kisnecynips succinea* (Kinsey), lo cual sitúa a la familia con un origen en el cretácico superior basándose en su presencia en yacimientos datados del Eoceno (Liu et al., 2007). Mientras que la tribu Cynipini son considerados más jóvenes, estimándose con un origen entre 71- 76 Ma situándolos en el cretácico superior (Blaimer et al., 2020). Las pruebas definitivas de la asociación entre avispas de las agallas y los robles datan de alrededor de 12,5- 15 Ma durante el Mioceno medio utilizándose icnofósiles de agallas de hojas bien conservadas descritas en depósitos ubicados en el oeste de los Estados Unidos (Liu et al., 2007). Estas pruebas apoyan la posible aparición de los cinípidos durante el Cretácico superior lo cual coincide con la radiación y diversificación de los robles desde el Eoceno tardío hasta el mioceno (Hipp et al., 2020).

Los robles blancos (sección *Quercus*) surgieron de un ancestro septentrional y luego se diversificaron hacia el sur a medida que las temperaturas se calentaban desde el Eoceno temprano hasta mediados del Oligoceno (Kremer & Hipp, 2020; Cavender-Bares et al., 2018). La migración de los *Quercus* ha sido ampliamente estudiada y varios autores han coincidido en la importancia que radican las diversas barreras geológicas y ecológicas (como el Istmo de Panamá) en la distribución y evolución de los *Quercus* y sus parásitos asociados. (Días et al., 2016; Hooghiemstra et al., 2022).

Los resultados de Cárdenes-Sandí et al. (2019) indican que los *Quercus* spp. estaban en la región durante el periodo interglaciar, sobreviviendo en micro refugios con temperatura y humedad adecuadas. Como es observable hoy en día en la distribución fragmentada de las diversas poblaciones de *Quercus*, estas se restringen a zonas boscosas de altura, habiendo una separación entre las poblaciones de la cordillera central y aquellas que se encuentran en el este de Panamá.

Para entender por qué no se desplazó la familia Cynipidae hacia el resto del continente americano es necesario resaltar la importancia que radican los hospederos en su complejo ciclo de vida, comprendido de distintas generaciones que necesitan la presencia de sus plantas hospederas para que las hembras ovipositen en los tejidos durante la generación sexual y asexual de las especies. Además de las condiciones de temperatura, humedad y precipitación característico de la cordillera central o cordillera de Talamanca, como es conocida en Costa Rica (Liu et al., 2023).

2.3.2 Patrón de distribución de la familia Cynipidae en la República de Panamá

El estudio del patrón de distribución es un proceso intrincado que utiliza el comportamiento de una población frente a la disponibilidad de nutrientes, espacio, entre otros factores ambientales para determinar su historia biogeográfica, riqueza y endemismo. La distribución de las especies no ocurre al azar pues estas deben adaptarse a los cambios que ocurren en su hábitat y, de ser necesario, moverse a otras áreas geográficas con las características ambientales necesarias para su supervivencia. Las especies persisten en su hábitat gracias a la plasticidad fenotípica y las adaptaciones genéticas que les permiten sobrevivir en nuevas condiciones ambientales (Waldvogel et al., 2020).

2.3.3 Modelaje de la distribución potencial de las avispas de las agallas

La distribución geográfica de los insectos se ve afectada por el cambio climático natural o por efectos antropogénicos (Dalton et al., 2023). El rápido cambio climático, la fragmentación del hábitat, la invasión de especies foráneas, la contaminación del agua, el suelo y el aire, la explotación de la naturaleza y el crecimiento de la población humana son los factores más importantes que destruyen la integridad estructural y funcional de los ecosistemas (Cao & Feng, 2024). Las variables climáticas como la temperatura, precipitaciones y humedad tienen un impacto significativo en el crecimiento y desarrollo de los insectos y, por tanto, determinan su distribución geográfica. En los últimos años, los modelos de distribución de especies o modelos de nicho ecológico se han utilizado para simular la distribución de las especies mediante el establecimiento de relaciones entre la presencia de especies y los factores ambientales (Wei et al., 2024; Wen et al., 2024).

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este trabajo es parte de uno más amplio denominado taxonomía y biología de los cinípidos inductores de agallas e inquilinos (Hymenoptera: Cynipidae) asociados a especies de *Quercus* (Fagaceae): elementos fundamentales de los bosques nubosos en Panamá que se desarrolla desde hace 17 años.

3.1 Sitios de estudio

El estudio inicio en diciembre de 2007 y se desarrolla en diecinueve sitios a lo largo de la República de Panamá, donde se recolectaron las agallas inducidas por especies de la familia Cynipidae sobre los árboles del género *Quercus*. Dieciséis de estos sitios están localizados en el occidente del país en la provincia de Chiriquí dentro de la Cordillera Central y los otros tres sitios se encontraban en las provincias de Coclé (Cerro Gaital en El Valle de Antón), Herrera (El Montuoso en las Minas) y hacia el sector oriental en el Cerro Chucantí (Chepigana, Darién a 137 Kilómetros de la ciudad de Panamá).

Las localidades ubicadas en la Provincia de Chiriquí se encuentran en los distritos de Boquete, Bugaba, Gualaca y Renacimiento, la mayoría de las muestras se colectaron dentro de los Parque Nacionales que se ubican en estos distritos como El Parque Nacional Volcán Barú y el Parque Internacional la Amistad. La vegetación en estos sitios es diversa cubierta por bosque tropical muy húmedo, bosques nubosos, bosques de robles, bosques montanos y páramos. Las colectas en estos sitios se desarrollaron en altitudes comprendidas entre 700 a 3475 msnm.

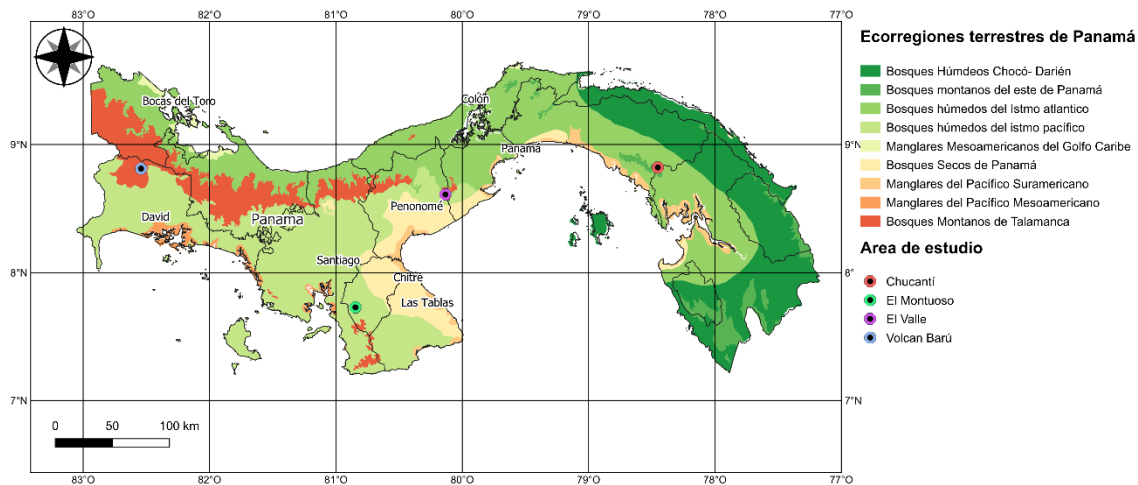


Figura 3. Mapa de la República de Panamá indicando las ecorregiones terrestres y sitios de colecta.

3.2 Trabajo de campo

3.2.1 Recolecta y procesamiento de muestras

Las recolectas de las agallas fueron realizadas por el Dr. Enrique Medianero Segundo y colaboradores, de manera mensual, visitando los sitios de muestreo intercaladamente. Las agallas se recolectaron mediante la revisión del mayor número de árboles *Quercus* que se encontraron en los sitios. Las ramas y partes aéreas de los *Quercus* con agallas, preferentemente maduras, aunque también se recolectaron en las fases de desarrollo, se cortaron con ayuda de una vara podadora.

Los datos de colecta se anotaron en un cuaderno de campo y en etiquetas, después las agallas se depositaron en bolsas de papel o plástico, dependiendo de las condiciones de humedad al momento de la colecta. Los morfotipos de agallas fueron codificados de manera secuencial y exclusiva. Cada morfotipo inicia con la letra A, seguido de un número único para cada morfotipo diferente.

Las agallas recolectadas en cada gira eran trasladadas en bolsas plásticas o de papel, al edificio de la Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá. Las agallas eran separadas en cámaras de emergencia a la espera que salieran los habitantes de estas, inductor, inquilinos y parasitoides. Las agallas se mantenían hasta 6 meses en la cámara de emergencia; luego de este periodo, el material era colocado en bolsas plásticas con sus respectivas etiquetas de recolectas y datos biológicos y almacenadas en cajas de cartón.

Todo este material acumulado de las recoletas son la base de este trabajo. Cada bolsa fue revisada y con la información de las etiquetas se creó una base de datos en Microsoft Excel (Localidad, coordenadas, fecha, hospedero, código de agalla).

El área de estudio se dividió en siete pisos altitudinales utilizando datos de colecta, temperatura, precipitación y elevación.

3.3 Análisis de datos y geoespaciales

3.3.1 Georreferenciación

Las distribuciones de los morfotipos de agallas para la realización de los mapas se obtuvieron mediante los datos de colecta de los especímenes en la colección depositados en el edificio de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá. La realización de los mapas se llevó a cabo con el software Qgis y Adobe Illustrator 2020, utilizando una escala de 2 Km.

3.3.2 Distribución altitudinal y temporal

Se colocaron los datos de colecta en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Después, con datos de localidad de colecta, se obtuvo la información del rango altitudinal de cada morfotipo. Según las características ambientales y topográficas de los sitios de colecta, se

establecieron 7 pisos altitudinales. Se utilizó la clasificación climática de Köppen-Geiger según descrita en Beck *et al.* (2023) para determinar el clima presente en cada sitio de colecta (Fig. 141). Para evaluar y determinar el patrón de distribución altitudinal y temporal Tableau public 2021. Las bases de datos fueron obtenidas de GloH2O (Köppen- Geiger V2) con una resolución de 0.0083°. El patrón de distribución temporal se obtuvo mediante el software Tableau public 2021 y el patrón de distribución espacial se obtuvo mediante el software Qgis (Fig. 140).

3.4 Modelado de mapas de distribución

Los mapas de distribución potencial o predictiva se obtuvieron a partir de la utilización de técnicas de modelado, que intenta estimar la distribución en base a diversas variables ambientales del paisaje. Los mapas de distribución potencial de la familia Cynipidae fueron modelados con el software Maxent (versión 3.4.4), Qgis y Adobe Illustrator 2020. Para el desarrollo y modelado de los mapas se utilizaron 19 variables bioclimáticas continuas (Anexo 1) y una variable topográfica continua (elevación), obtenidas de WorldClim.

3.5 Descripción de las agallas

Para la descripción de las agallas se utilizaron imágenes de las agallas frescas tomadas durante su colecta y el material seco en las bolsas con agallas depositadas en edificio de la Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá. Las descripciones son todas originales, basadas en las agallas descritas anteriormente para Panamá, México y en menor medida España (Nieves-Aldrey 2001).

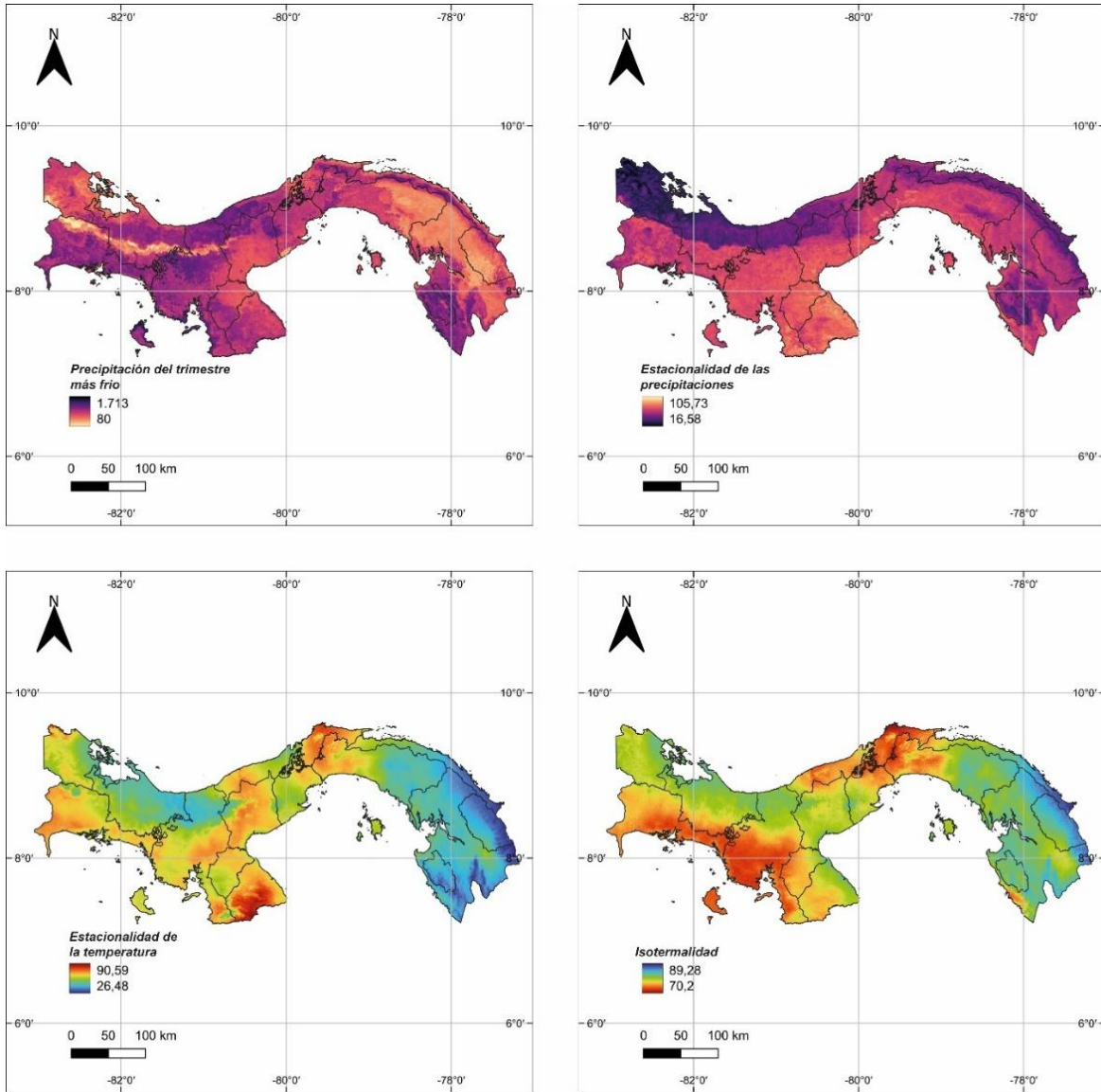


Figura 4. Variables bioclimáticas utilizadas en el modelado de la distribución potencial de la familia Cynipidae en la República de Panamá.

RESULTADOS

Se colectaron un total de 507 muestras de agallas que corresponden a 64 morfotipos, de estos se han obtenido el adulto inductor de 44 agallas. Los adultos obtenidos han sido clasificados dentro de 12 géneros de Cynipini. Veinte especies han sido clasificadas (16 como especies nuevas), 24 especies están en proceso de descripción y aún falta por recuperar el adulto inductor de 20 agallas.

4.1 Patrón de distribución de la familia Cynipidae

4.1.1 Distribución altitudinal

Los diagramas de caja y bigote muestran los intervalos de variación altitudinal para las morfotipos de avispas de agallas del roble presentes en el sitio de estudio. Las agallas que presentaron un intervalo altitudinal más amplio son: *Neuroterus elvisi*, *Neuroterus pulchrigalla*, A-036 y A-019. Por otro lado, las morfotipos altitudinalmente más restringidas son: *Disholcaspis bisethiae*, *Amphibolips aliciae*, A-011, A-093 y, por último, los morfotipos que solo fueron colectados en un solo punto altitudinal fueron: A-025, A-040, A-042- A-045, A-048, A-061, A-062, A-069, A-072, A-075, A-080, A-084, A-087, A-089, A-090, A-093 (n = 16).

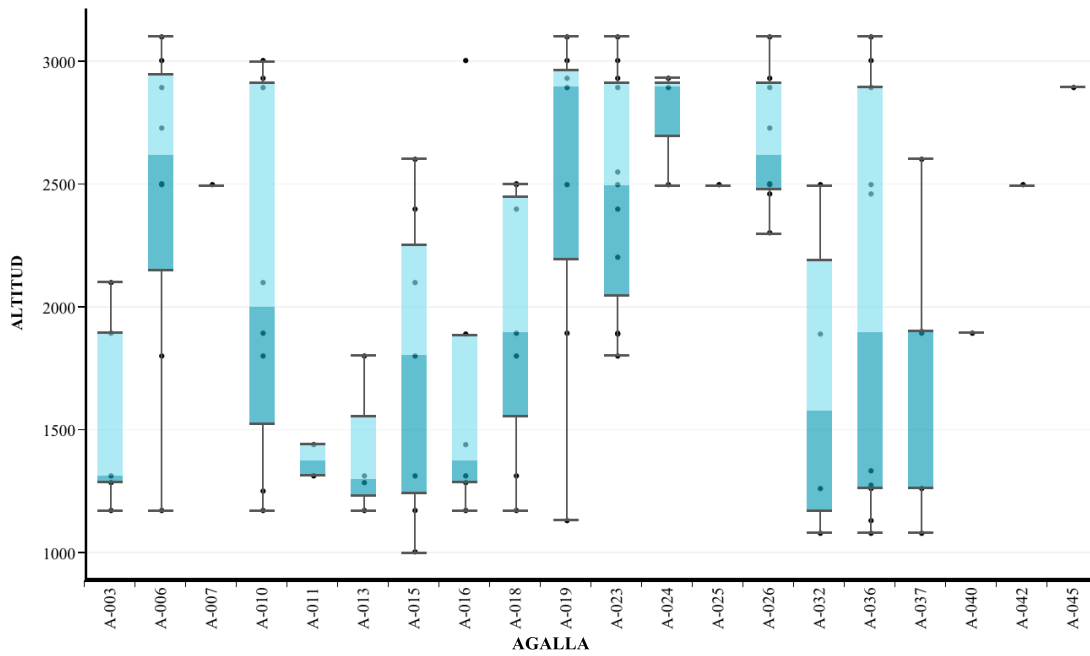


Figura 5. Distribución altitudinal de las morfotipos de agallas en el sitio de estudio. Los puntos representan datos atípicos.

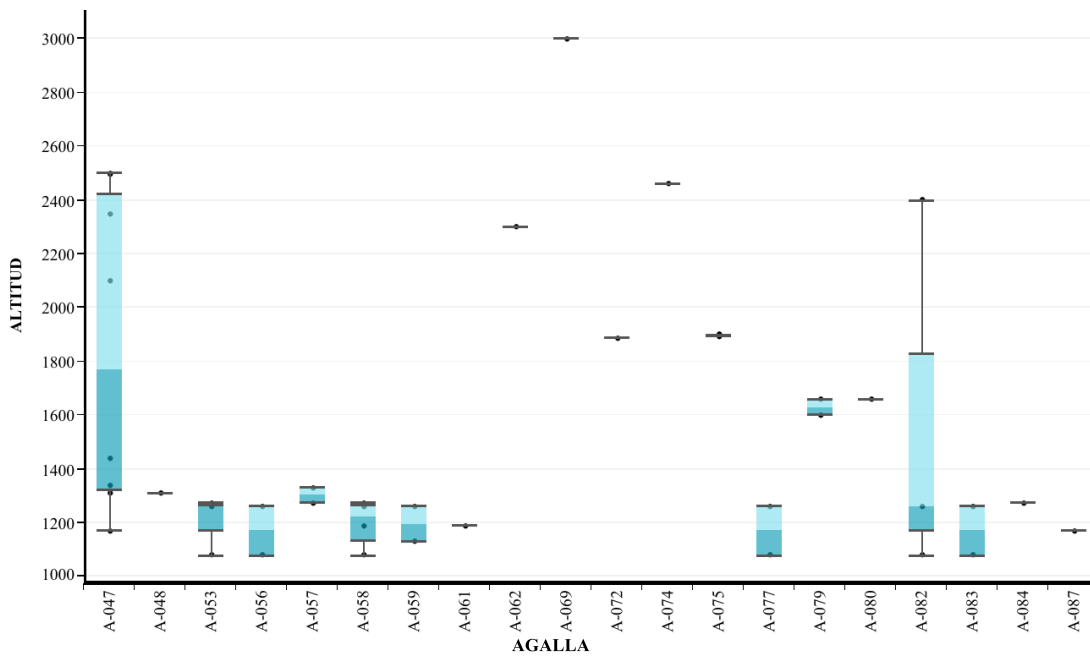


Figura 5. (Continuación) Distribución altitudinal de las morfotipos de agallas en el sitio de estudio. Los puntos representan datos atípicos.

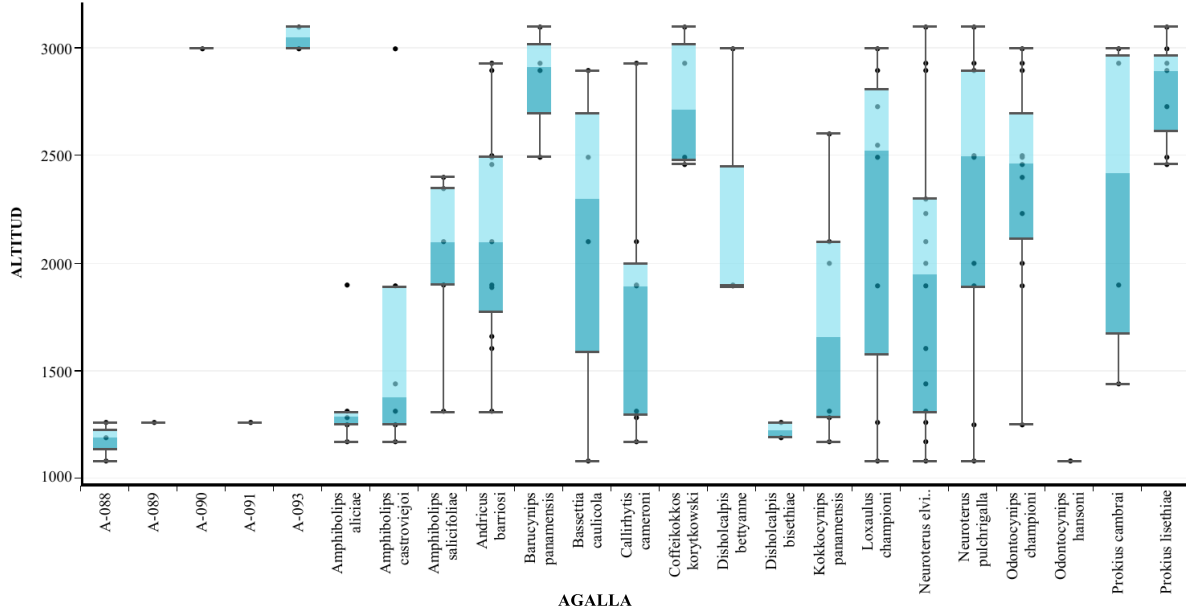


Figura 5 (Continuación). Distribución altitudinal de las morfotipos de agallas en el sitio de estudio. Los puntos representan datos atípicos.

Con base en lo datos altitudinales de los morfotipos y las características ambientales de los sitios de colecta, se dividió el área de estudio en siete pisos altitudinales.

El primero de ellos corresponde a zonas con cotas altitudinales menores a 1000 msnm que presenta clima tropical húmedo y clima tropical de sabana con temperaturas mayores a 26 °C. En este piso altitudinal no se encontraron ninguno de las morfotipos de agallas, aunque existen poblaciones de *Quercus* sp. por debajo de los 1000 msnm.

El segundo piso altitudinal corresponde a las elevaciones entre 1000 hasta los 1200 msnm. Geográficamente, este piso altitudinal corresponde a localidades en Boquete, la carretera en Volcancito, Palmira, Renacimiento, Cotito y Piedra Candela presentando clima tropical muy húmedo con temperaturas menores a 26 °C y precipitación anual de 720 mm. En este piso altitudinal se registró una diversidad de 37 morfotipos (A-003, A-006, A-010, A-013, A-015,

A-16, A-018, A-019, A-032, A-036, A-037, A-047, A-053, A-056, A-057, A-058, A-059, A-061, A-077 A-082 A-083 A-084, A-087 A-088, A-089, A-091, *L. championi*, *B. caulicola*, *N. elvisi*, *N. pulchrigalla*, *O. hansonii*, *O. championi* *A. aliciae*, *A. castroviejoi*, *D. bisethiae*, *M. cameroni*, *K. panamensis* (Fig. 6).

El tercer piso altitudinal corresponde a las elevaciones de 1300 hasta los 1700 msnm. Geográficamente este piso altitudinal corresponde a localidades en Alto Quiel, Bajo Mono, El Salto, Volcancito, Panisa, Renacimiento y en la base del Volcán Barú presentando clima tropical muy húmedo con temperaturas de 22 °C. En este piso se registró una diversidad de 20 morfotipos (A-003, A-011, A-013, A-015, A-016, A-018, A-036, A-047, A-048, A-057, A-079, A-080, *A. aliciae*, *A. castroviejoi*, *A. salicifoliae*, *A. barriosi*, *C. cameroni*, *K. panamensis*, *N. elvisi*, *P. cambrai*) (Fig. 6)

El cuarto piso altitudinal corresponde a elevaciones desde 1800 hasta 2300 msnm. Geográficamente este piso altitudinal corresponde a localidades en Volcán Barú, Sendero de los Quetzales en Boquete, Cerro Punta y Parque Internacional La Amistad presentando clima tropical muy húmedo con temperatura promedio de 20 °C. En este piso se registró una diversidad de 30 morfotipos (A-003, A-006, A-010, A-013, A-015, A-016, A-018, A-019, A-023, A-026, A-032, A-037, A-040, A-047, A-062, A-072, A-075, *A. aliciae*, *A. castroviejoi*, *A. salicifoliae*, *A. barriosi*, *B. caulicola*, *C. cameroni*, *D. bettyannae*, *K. panamensis*, *L. championi*, *N. elvisi*, *N. pulchrigalla*, *O. championi*, *P. cambrai*).

El quinto piso altitudinal corresponde a elevaciones entre 2400- 2700 msnm. Geográficamente este piso corresponde a localidades en Volcán Barú presentando clima

tropical húmedo con temperatura promedio de 18 °C. Este piso altitudinal registró una riqueza de 25 morfotipos (A-06, A-07, A-15, A-18, A-19, A-23, A-24, A-25, A-26, A-32, A-36, A-37, A-42, A-47, A-74, A-82, *A. salicifoliae*, *A. barriosi*, *B. panamensis*, *B. caulicola*, *C. korytkowski*, *L. championi*, *N. pulchrigalla*, *O. championi* y *P. lisethiae*).

El sexto piso altitudinal corresponde a elevaciones entre 2800-3200 msnm. Geográficamente este piso altitudinal corresponde a localidades en el Volcán Barú presentando clima tropical húmedo de altura y clima tropical muy húmedo con temperaturas entre los 15 °C y precipitación mayor a los 2500 mm anuales. Este piso altitudinal registró una diversidad de 25 morfotipos (A-006, A-010, A-016, A-019, A-023, A-024, A-026, A-036, A-045, A-069, A-090, A-093, *A. castroviejoi*, *A. barriosi*, *B. panamensis*, *B. caulicola*, *C. cameroni*, *C. korytkowski*, *D. bettyannae*, *L. championi*, *N. elvisi*, *N. pulchrigalla*, *O. championi*, *P. lisethiae*). Finalmente, el séptimo piso altitudinal corresponde a elevaciones por encima de los 3300 msnm, en Volcán Barú presentando clima tropical húmedo de altura. En este piso altitudinal no ocurren ninguna de las morfotipos estudiadas ni sus hospederos.

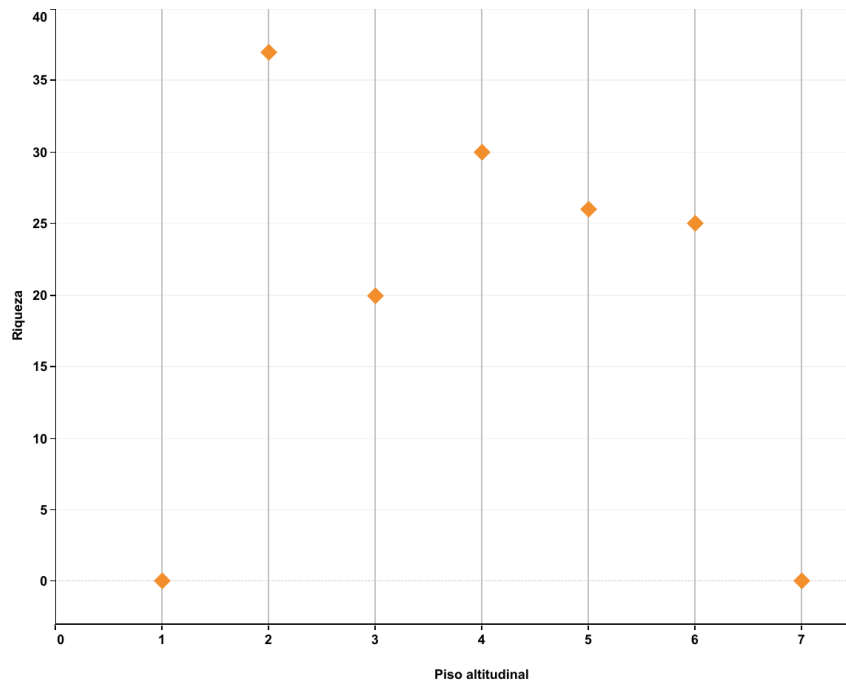


Figura 6. Distribución altitudinal de la diversidad de morfotipos de agallas de la familia Cynipidae. Pisos altitudinales: 1= Menor a 1000 msnm, 2= 1000- 1200 msnm, 3= 1300- 1700 msnm, 4= 1800- 2300 msnm, 5= 2400- 2700 msnm, 6= 2800- 3200 msnm, 7= Mayor a 3300 msnm.

4.1.2 Distribución temporal

Se colectaron un total de 507 muestras con agallas de la familia Cynipidae. De acuerdo con nuestros datos de recolecta, los cinípidos de Panamá presentan una mayor incidencia de inducción de agallas durante la estación seca. Los meses que presentaron una mayor incidencia fueron: diciembre y enero, con una diversidad de morfotipos de 31 y 42, respectivamente. En contraste los meses que presentaron una menor incidencia de inducción de agallas ocurrieron durante la estación lluviosa, estos fueron agosto y septiembre con una agalla cada uno. La estación seca presentó en promedio 24 morfotipos distintos mensualmente, mientras que la estación lluviosa presentó un promedio de 11 morfotipos por mes.

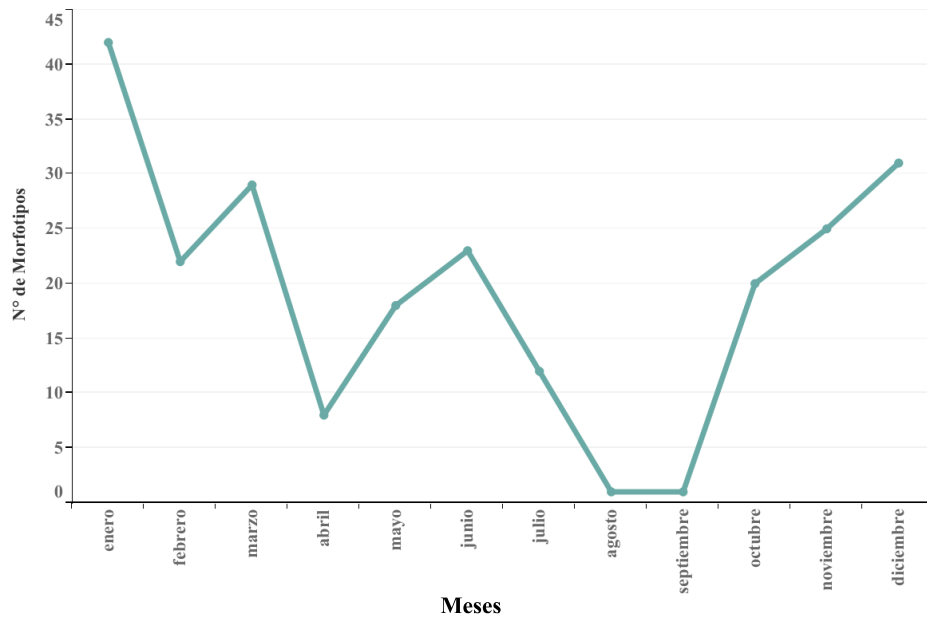


Figura 7. Distribución temporal de las morfotipos de agallas de la familia Cynipidae colectadas en la República de Panamá.

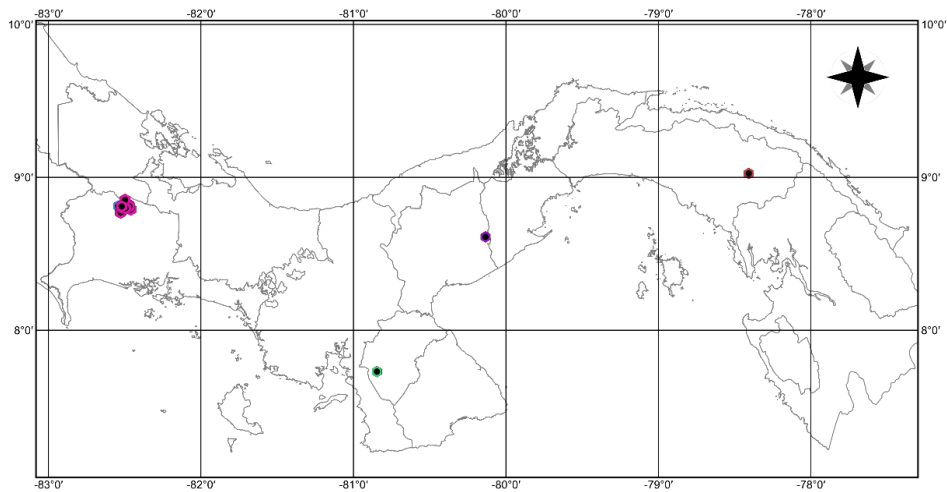


Figura 8. Patrón de distribución espacial de la familia Cynipidae en la República de Panamá.

4.2 Modelos de la distribución potencial de las avispas de las agallas

Los resultados indican que los modelos presentaron una alta capacidad de predicción, con una curva ROC (AUC) de 0.987. Aunque las variables bioclimáticas contribuyeron de forma diferente, en general, "Elevación" (30s_Elev) y "Precipitación del mes más húmedo" (Bio

13) tuvieron la mayor contribución en la elaboración de los modelos. Basándose únicamente en la contribución de las variables climáticas, la familia Cynipidae, prefiere lugares por encima de los 1000 msnm, cuya precipitación sea superior a los 2500 mm.

Según los modelos que se han elaborado, se prevé que el hábitat adecuado para los cinípidos se extiende por toda la Cordillera de Talamanca y la Cordillera Central de Panamá, siendo los puntos de mayor probabilidad lugares como Volcán Barú, en la Provincia de Chiriquí y Cerro de la Muerte en Costa Rica (Fig. 9). En las condiciones actuales, la predicción del modelo es compatible con el rango de distribución conocido de los árboles *Quercus* (Fagaceae) (Fig. 10), y con ampliaciones en la distribución de especies que solo habían sido reportadas dentro del área de estudio.

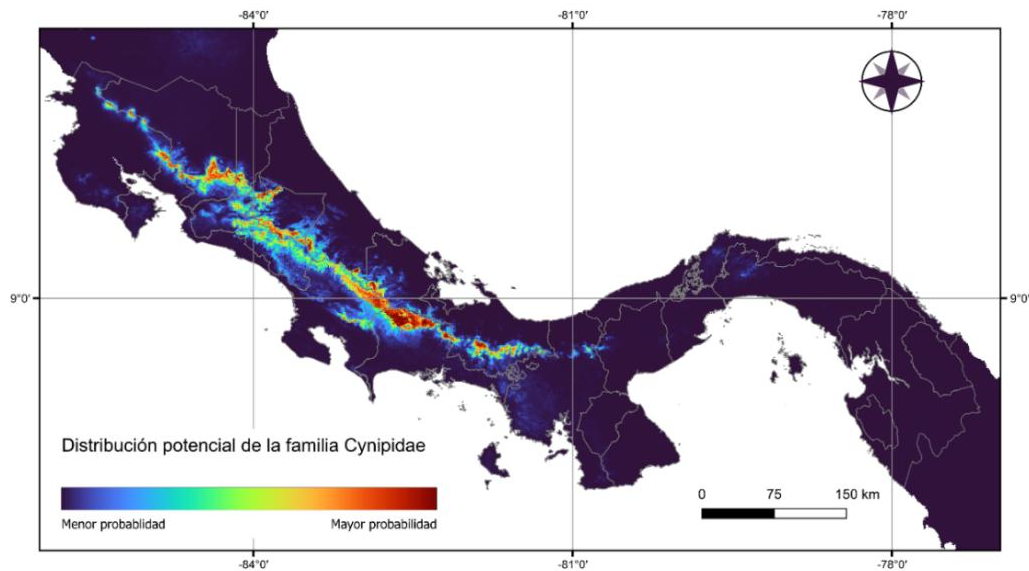


Figura 9. Modelo de la distribución geográfica potencial de la familia Cynipidae para Panamá y Costa Rica.

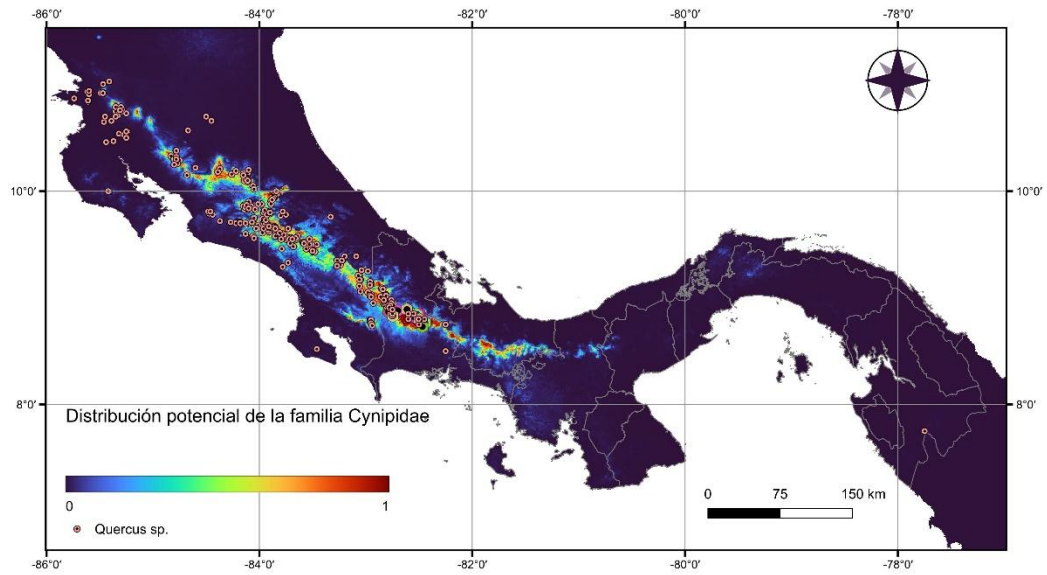


Figura 10. Modelo de la distribución de la familia Cynipidae contrastado con los registros de *Quercus sp.* en Costa Rica y Panamá.

4.3. Distribución y descripción de agallas por especie y morfotipos

Amphibolips aliciae Medianero & Nieves- Aldrey, 2010

-Agalla: Alargada, ovada o en forma de huso, con un pezón muy corto en el ápice. Verde cuando está fresco, marrón café y muy brillante cuando está seco. La capa exterior es muy fina, e internamente hay una única célula larvaria central sujeta por filamentos muy finos parecidos a pelos (Fig. 11). Se han recolectado 42 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 4 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.

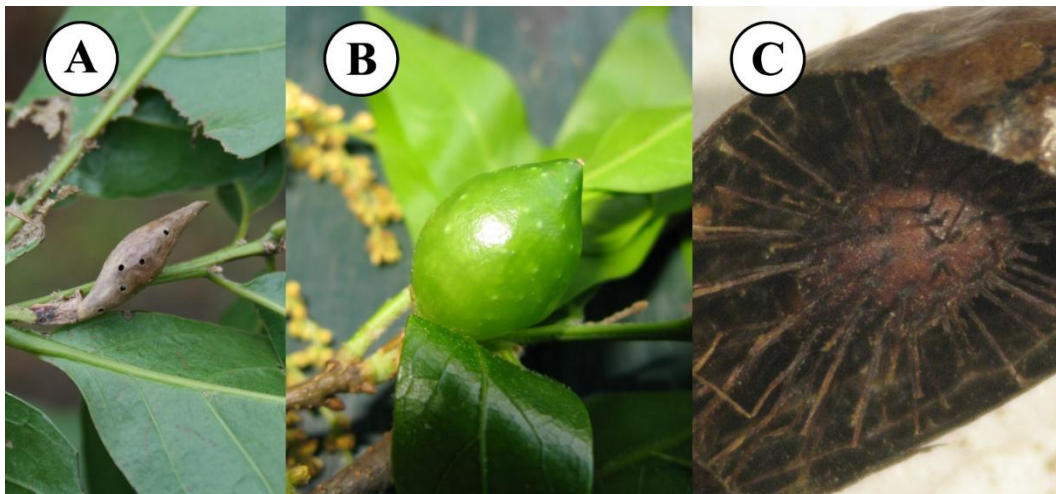


Figura 11. Agallas de *A. aliciae*. (A) Agalla madura de *A. aliciae*. (B) Agalla inmadura de *A. aliciae* sobre *Q. salicifolia*. (C) Sección de agalla de *A. aliciae*.

-Distribución: *A. aliciae* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de entre 1000- 2681 msnm, en El Salto, carretera de Volcancito, Santa Lucía y Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 12).

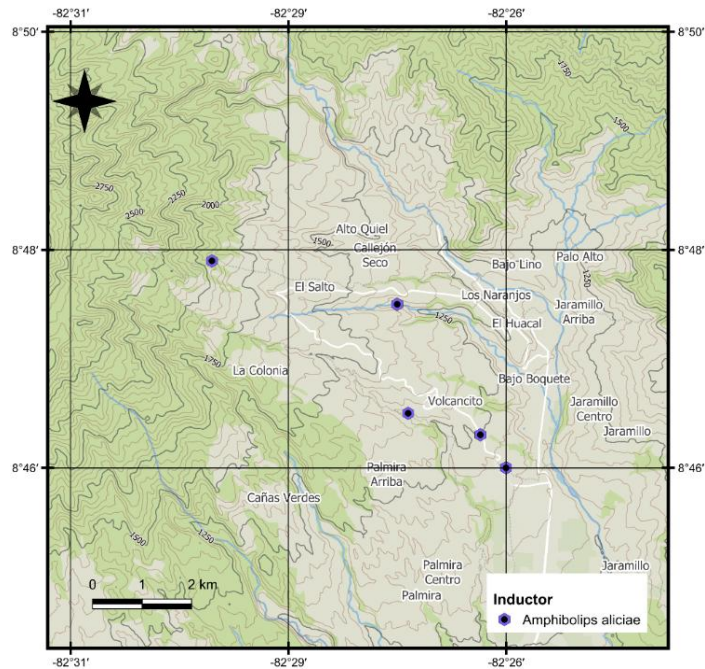


Figura 12. Mapa de la distribución de *A. aliciae*

-Biología: Agallas solitarias inducidas en el peciolo de hojas, asociada *Quercus salicifolia*, presentando una mayor incidencia en los meses de diciembre hasta abril, durante la estación seca. Sólo que se conoce la generación sexual de la especie.

-Comentarios: Los inductores de esta agalla fueron descritos por Medianero y Nieves-Aldrey (2010). *Amphibolips aliciae* se diferencia de las otras especies del género por notauli completos, anchos posteriormente; foveas escutelares profundas subcuadradas; el escutelo sólo ligeramente emarginado posteriormente, micropunturaciones en T3 del metasoma muy tenues, espina hipopigial larga; las alas escasamente infuscadas, con sólo una mancha marrón ahumada en la base de la célula radial. La nueva especie se parece mucho a *A. castroviejoi* en la coloración y en la mayoría de los caracteres morfológicos, pero difiere en la morfología

del mesoescutelo y del escutelo y en la coloración de las alas anteriores. Además, la estructura interna de sus respectivas agallas es diferente. De las formas sexuales emparentadas descritas por Kinsey de México (Kinsey, 1937). *A. aliciae* se distingue fácilmente sobre todo por tener las alas anteriores menos infuscadas. Por este último carácter morfológico, *A. aliciae* se parece a algunas especies neárticas de *Amphibolips*, a saber, *A. melanocera* Ashmead, 1885; *A. cookii* Gillette, 1888; *A. globulus* Beutenmüller, 1909; *A. acuminata* Ashmead, 1896, pero difiere de todas ellas por distintas combinaciones de varias características, como el tipo de agalla, la coloración de las patas y el metasoma, el tipo de escultura del mesoescutelo y el escutelo, la forma y escultura de las foveas escutelares, el número de segmentos antenales masculinos y otros caracteres morfológicos (Beutenmüller 1909).

De la agalla de *A. aliciae* se han obtenido individuos de *Synergus elegans* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

***Amphibolips castroviejo* Medianero & Nieves-Aldrey, 2010**

-Agalla: Agallas irregularmente esféricas o globosas, un poco alargadas en su base, monotalámicas, con superficie lisa y moteada. De color verde claro en estado fresco y crema claro en estado maduro, presentes en las ramas (Fig. 13). Se han recolectado 64 agallas durante todo el muestreo de las cuales han emergido 28 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.

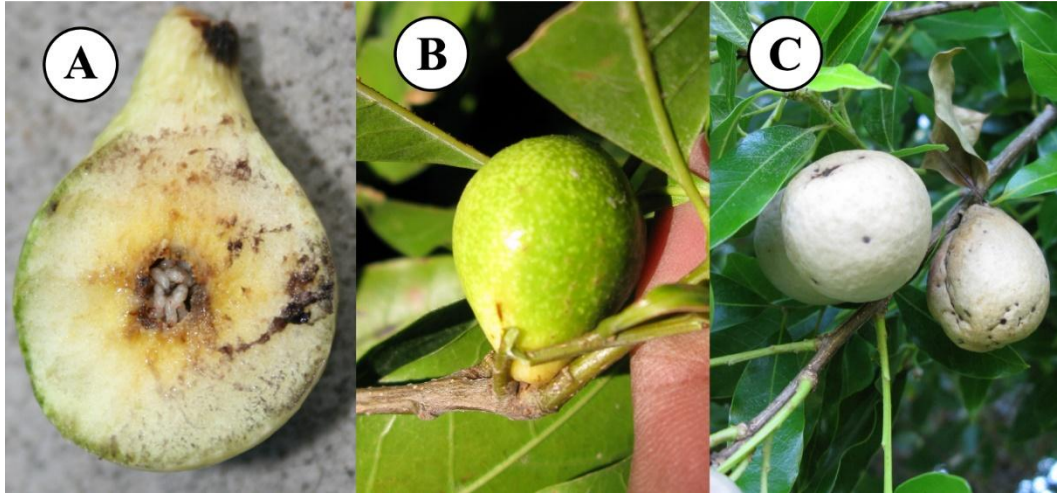


Figura 13. Agallas de *A. castroviejo*. (A) Sección de agalla de *A. castroviejo*. (B) Agalla inmadura de *A. castroviejo*. (C) Agallas de *A. castroviejo* sobre *Q. salicifolia*.

-Distribución: *A. castroviejo* se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1000- 2681 msnm, en El Salto, Volcancito, Santa Lucía, Palmira y Volcán Barú, provincia de Chiriquí (Fig. 14.)

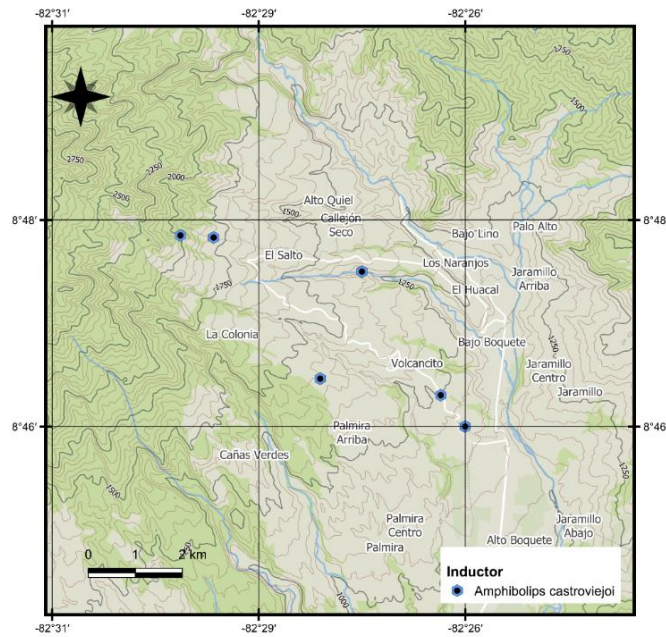


Figura 14. Mapa de la distribución de *A. castroviejo*

-Biología: Agallas solitarias inducidas en tallos, asociada a *Quercus salicifolia*, presentando una mayor incidencia en los meses de diciembre a mayo, durante la estación seca.

-Comentarios: Estrechamente aliada de *A. dampfi* Kinsey, de México, siendo similar en color y en la mayoría de los caracteres morfológicos. Los machos de las dos especies comparten un patrón de coloración similar en las alas anteriores, que es casi totalmente infuscada, con una banda transversal clara que se extiende desde la célula radial hasta la célula discal. Las especies difieren principalmente en la escultura del tórax. *A. dampfi* tiene una escultura muy gruesa, formando una serie de pequeños espacios rectangulares (Kinsey 1937), mientras que la escultura del tórax es muy irregular, en *A. castroviejoii*. *A. castroviejoii* tiene una banda ancha que se extiende por el ala anterior desde la punta de la célula radial hasta la parte posterior del margen apical, mientras que la banda no se extiende tanto por el margen ventral del ala en *A. dampfi* (Kinsey, 1937). Además, *A. castroviejoii* tiene notauli completos, sólo perdidos en la superficie gruesa en un tercio anterior, y la signa anteroadmediana visible. En *A. dampfi*, los notauli están presentes, pero casi perdidos en la escultura y los signa anteroadmedianos son menos visibles.

De la agalla de *A. castroviejoii* se han obtenido individuos de *Synergus elegans* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

***Amphibolips salicifoliae* Medianero & Nieves-Aldrey, 2010**

-Agalla: Agalla esférica regular, lisa, verde cuando está joven y madura, marrón oscura y muy brillante cuando está seca. La envoltura externa es delgada; internamente la celda larvaria es central y está sostenida por finos filamentos radiados similares a pelos (Fig. 15).

Cuando está seca, la agalla es muy quebradiza y puede aplastarse fácilmente con los dedos. Se han recolectado 38 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 12 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.



Figura 15. Agalla de *A. salicifoliae*. (A) sección de agalla de *A. salicifoliae*. (B) Agalla madura de *A. salicifoliae*

-Distribución: *A. salicifoliae* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 1870- 2680 msnm, en El Salto y Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 16).

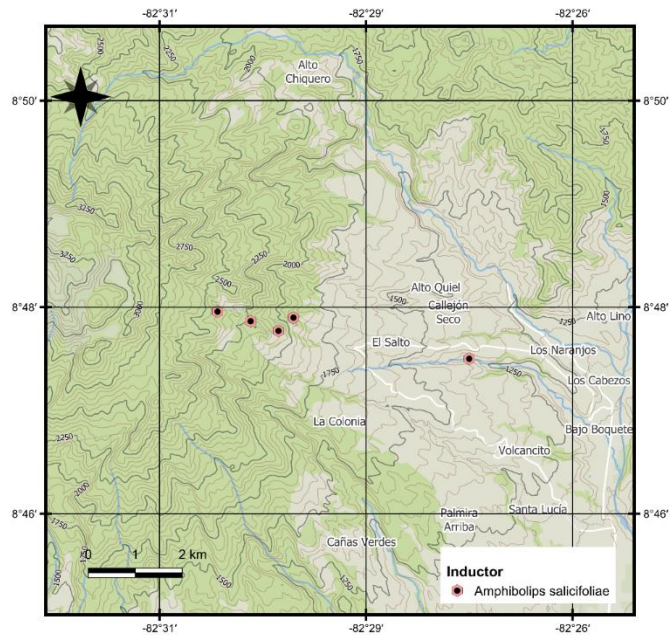


Figura 16. Mapa de la distribución de *A. salicifoliae*

-Biología: Agallas solitarias inducidas en hojas de *Quercus salicifolia*, presentando una mayor incidencia en los meses de enero a abril, durante la estación seca.

-Comentarios: Los inductores de esta agalla fueron descritos por Medianero y Nieves-Aldrey (2010). La escultura toscamente rugosa de la cabeza y el mesosoma, la forma trapezoidal del clípeo que se proyecta ventralmente, la gula corta, la antena con 11 flagelómeros, con el primer flagelómero largo, el mesosoma robusto y corto, con escultura toscamente rugosa, las carinas laterales del propodeo ligeramente divergentes, y la forma y sedimentación de la espina hipopigial incluyen a esta especie dentro del género *Amphibolips*. Además, la estructura general del macho, especialmente la antena de 15 segmentos con el primer flagelómero aplanado y ligeramente expandido dorsalmente, y la estructura de la agalla, encajan también con los caracteres de las especies de *Amphibolips*. Sin embargo, *A.*

salicifoliae se diferencia de todas las especies conocidas de *Amphibolips* por sus garras metatarsales simples. De las otras especies panameñas de *Amphibolips*, *A. salicifoliae* difiere, además de en la estructura de las garras, en su coloración predominantemente marrón-rufa, sus alas casi hialinas, sus notauli posteriores anchos y lisos, un margen posterior del escutelo que no está emarginado, tergitos metasomales que no están micropunteados y por la proyección relativamente más corta de la espina hipopigial. Estudios recientes corroboran que la especie forma parte del género *Amphibolips* (Castillejos-Lemus et al., en prensa).

De la agalla de *A. salicifoliae* se han obtenido individuos de *Synergus gabrieli* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

***Andricus barrosi* Medianero & Nieves- Aldrey, 2019**

-Agalla: Agallas se presentan como masas densas, esféricas, cubiertas de pelos de color marrón claro en el nervio central de las hojas. Cuando están frescas presentan colores anaranjados y, cuando madura, se vuelve marrón oscura (Fig. 17). Se han recolectado 73 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 20 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.

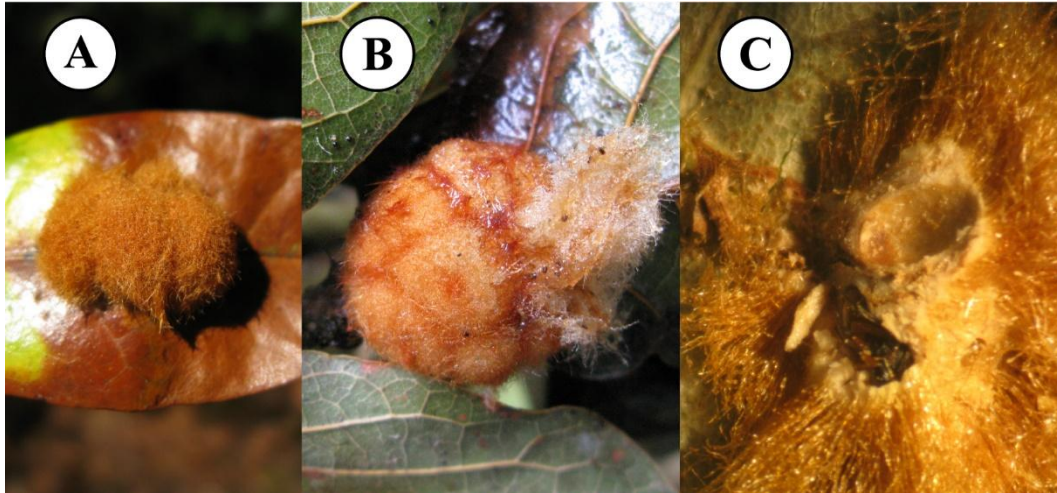


Figura 17. Agalla de *A. barriosi*. (A) Agalla madura de *A. barriosi*. (B) Agalla de *A. barriosi* sobre *Q. bumelioides*. (C) sección de agalla de *A. barriosi*.

-Distribución: *Andricus barriosi* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 1000-2950 msnm, en Alto Chiquero, Alto Quiel, El Salto, Cotito, Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 18).

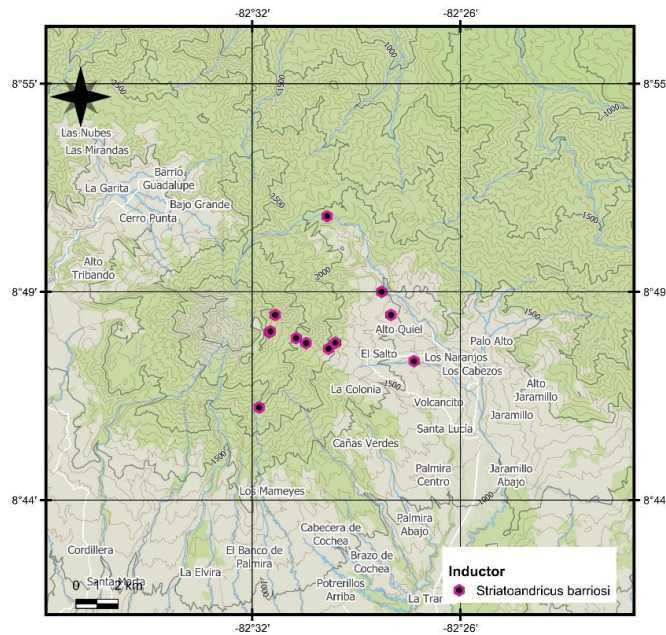


Figura 18. Mapa de distribución de *A. barriosi*

-Biología: Agallas solitarias inducidas en hojas de *Quercus bumelioides* y *Quercus insignis* presentando una mayor incidencia de diciembre a mayo, durante la estación seca.

-Comentarios: Inductor de las agallas descritas por Medianero y Nieves- Aldrey (2019) como *Andricus barriosi* y posteriormente transferida por Cuesta-Porta *et al.* (2020) al nuevo género *Striatoandricus*, al que también se transfirieron *Andricus nievesaldreyi*, *A. georgei* y *A. maesi*. *Striatoandricus barriosi* difiere de *S. nievesaldreyi* en que su segundo tergito mesosomal está completamente esculpido, sin zona dorso-lateral lisa con estrías longitudinales fuertes, bien marcadas y visibles, que casi alcanzan el margen posterior del tergito metasomal (normalmente con una zona dorso-lateral lisa y brillante con estrías débiles, ligeramente marcadas e incompletas, que no alcanzan el margen del tergito metasomal en *S. nievesaldreyi*), mesoescutelo más largo que ancho (tan largo como ancho en *S. nievesaldreyi*), área dorsal del mesopleurón débilmente esculpida a lisa (totalmente esculpida en *S. nievesaldreyi*), venación del ala anterior fuertemente pigmentada (venas marrones en *S. nievesaldreyi*) y vena Rs + M conspicuamente conectada a la mitad inferior de la vena basal (vena Rs + M no conectada a la vena basal en *S. nievesaldreyi*).

De la agalla de *Andricus barriosi* se han obtenido individuos de *Synergus gabrieli* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

***Bassetia caulicola* Medianero & Nieves- Aldrey, 2010**

-Agalla: Agallas crípticas que se desarrollan dentro de la corteza de ramas de sus hospederos. Las cámaras larvales son elongadas y generalmente no provocan hinchazones (Fig. 19). Se

han recolectado 38 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 3 adultos.

Por lo que se puede considerar una agalla difícil de detectar.



Figura 19. Agalla de *B. caulicola* sobre *Q. bumelioides*.

-Distribución: *B. caulicola* se encuentra distribuida en Palmira y Volcán Barú en Panamá, en un rango altitudinal de 1080- 2900 msnm (Fig. 20). Recientemente ha sido reportada en Cerro de la Muerte en Costa Rica en un rango altitudinal de 2300- 2800 msnm (Pujade-Villa et al., 2022).

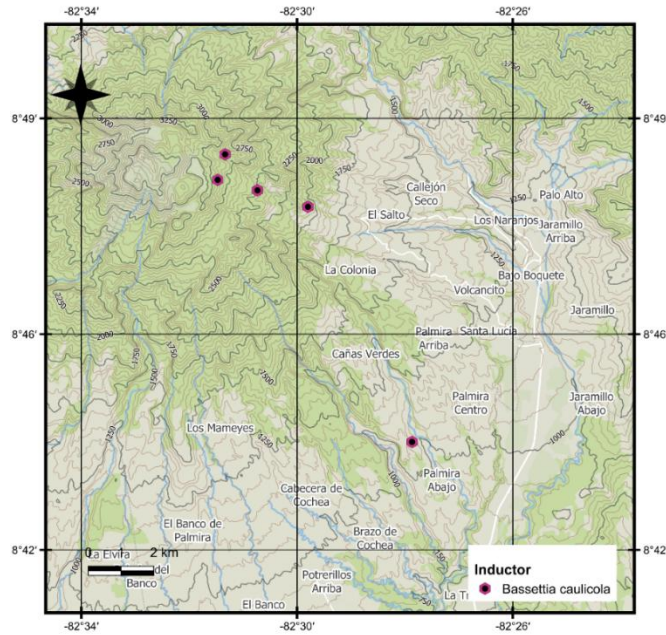


Figura 20. Mapa de distribución de *B. caulicola*.

-Biología: Agallas evidenciadas por la presencia de los agujeros de emergencia y usualmente no causan hinchazones, inducidas bajo la corteza de ramas de *Quercus bumelioides* presentando una mayor incidencia en los meses de diciembre y enero, durante la estación seca.

-Comentarios: Los inductores de esta agalla fueron descritos por Medianero y Nieves-Aldrey (2010). La especie se caracteriza por la forma de la cabeza en vista frontal, genas ensanchadas detrás de los ojos, el espacio malar sin surco, escapo y pedicelo anchos y fuertemente aplanados, cuerpo alargado, mesosoma aplanado dorsoventralmente, mesoescultelo transversalmente rugoso, propodeo con carinas laterales paralelas y una carina longitudinal media incompleta, garras tarsales simples y el tercer tergito abdominal con un anillo de setas blancas en su base, interrumpidas dorsalmente. *B. caulicola* se diferencia de

todas las especies conocidas de *Bassettia* por su cara con estrías que irradian desde el cípeo, que alcanzan el margen ventral del ojo y los tórulos y se extienden hasta la zona entre los tórulos y el ojo. Así como por la antena de 15 segmentos, el tercer tergito abdominal relativamente más corto, que no llega a la mitad de la longitud del metasoma, y por la proyección más corta de la espina hipopigial.

De la agalla de *B. caulicola* se han obtenido individuos de *Synergus luteus* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

***Barucynips panamensis* Medianero & Nieves- Aldrey, 2013**

-Agalla: Pequeñas formaciones irregulares que surgen de grietas en los tallos y en el pecíolo y nervio medio de las hojas. La agalla se presenta como una masa densa cubierta de pelos de color marrón claro, que contiene una sola célula larvaria o, más frecuentemente, formando racimos, apareciendo entonces como politálama (Fig. 21). Se han recolectado 30 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 7 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.

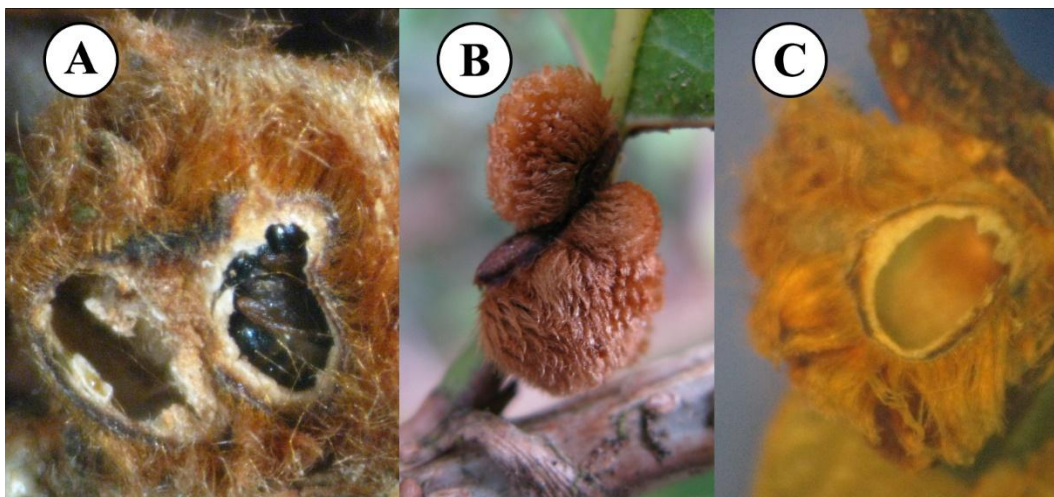


Figura 21. Agalla de *B. panamensis*. (A) Adulto de *B. panamensis* sobre *Q. bumelioides*. (B) Agallas maduras de *B. panamensis*. (C) Sección de *B. panamensis*.

-Distribución: *Barucynips panamensis* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 2500- 3045 msnm, en Volcán Barú en la provincia de Chiriquí (Fig. 22).

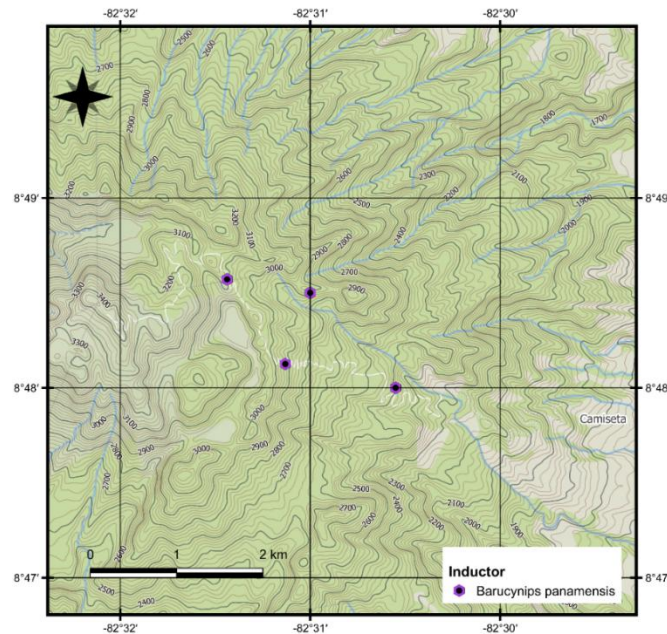


Figura 22. Mapa de distribución de *B. panamensis*

-Biología: Agallas inducidas en tallos, peciolo y hojas asociada a *Quercus bumelioides* presentando una incidencia regular durante todo el año en diversas etapas de desarrollo.

-Comentarios: Los inductores de las agallas fueron descritos como un nuevo género monotípico por Medianero y Nieves- Aldrey (2013). El género forma parte del llamado grupo Cynips dentro de los Cynipini: *Cynips* Linnaeus (*Antron* Kinsey, *Besbicus* Kinsey), *Atrusca* Kinsey, *Philonix* Fitch, *Acraspis* Mayr, *Biorhiza* Westwood, *Sphaeroteris* Ashmead y *Coffeikokkos* Pujade- Villar & Melika 2012 (Medianero & Nieves-Aldrey, 2013). Por las

antenas de 16 segmentos, la forma y escultura de la cabeza y el mesosoma, la venación de las alas anteriores y la asociación con *Quercus bumelioides*, un árbol común en las montañas de América Central, el género *Barucynips* se parece al género *Coffeikokkos* Pujade- Villar & Melika, descrito de Costa Rica. *Barucynips* difiere, sin embargo, de ese género en algunas características importantes que separan claramente los dos géneros. La principal característica diagnóstica que permite claramente la separación de *Barucynips* y *Coffeikokkos* es la forma de la espina del hipopigio. La forma y setosidad de la espina ventral del hipopigio de *Barucynips* es completamente distintiva entre todas las que presentan los cinípidos descritos. La parte saliente de la espina hipopigial es lanceolada, puntiaguda apicalmente, y al menos 4,0 veces más larga que ancha, con un grupo basal de largas setas, que alcanzan el ápice de la espina, formando un penacho, mientras que *Coffeikokkos* presenta una parte saliente de la espina hipopigial sólo 2,5 veces más larga que ancha, uniformemente ancha, con lados paralelos, redondeada distalmente, con un penacho de largas setas subapicales, que alcanzan mucho más allá del ápice de la espina. *Barucynips* también difiere de *Coffeikokkos* en la escultura propodeal. Las carinas laterales del propodeo son subparalelas en la mitad anterior y fuertemente divergentes posteriormente en *Coffeikokkos*, sin una carina longitudinal mediana, mientras que las carinas laterales del propodeo son mucho menos fuertemente divergentes posteriormente y una carina longitudinal mediana está presente en *Barucynips*. Además, las garras metatarsales de *Coffeikokkos* presentan un fuerte lóbulo obtuso basal, mientras que las garras de *Barucynips* son dentadas, con un pequeño diente basal agudo.

De la agalla de *Barucynips panamensis* se han obtenido individuos de *Synergus elegans* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

***Callirhytis cameroni* Medianero & Nieves- Aldrey, 2014**

-Agalla: Hinchazones grandes e irregulares de las hojas, con superficie lisa y desnuda. Politálama, desarrollándose en el pecíolo y nervio medio y engullendo la lámina foliar. Cuando están frescas, las agallas son de color verde claro, pero al madurar son de color verde oscuro con tonos violáceos y de color marrón cuando son viejas (Fig. 23). Se han recolectado 53 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 200 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla muy común.



Figura 23. Agallas de *C. cameroni*. (A) Agalla inmadura de *C. cameroni* sobre *Q. salicifolia*. (B) Agalla inmadura de *C. cameroni*. (C) Agalla madura de *C. cameroni* mostrando los agujeros de emergencia.

-Distribución: *C. cameroni* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 1000- 2940 msnm en El Salto, Santa Lucía, Volcán Barú y Volcancito en la provincia de Chiriquí (Fig. 24).

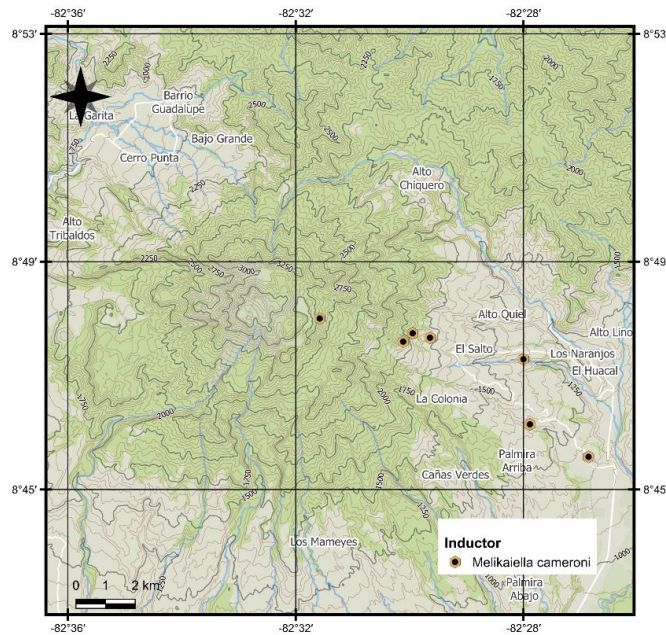


Figura 24. Mapa de distribución de *C. cameroni*

-Biología: Agallas solitarias inducidas en las hojas de *Quercus salicifolia*, presentando una mayor incidencia en los meses de diciembre a abril, durante la estación seca.

-Comentarios: Los inductores de las agallas fueron descritos por Medianero y Nieves-Aldrey (2014) como *Callirhytis cameroni* y posteriormente transferido al género *Melikaiella* por Nicholls y Pujade Villar (2020).

De la agalla de *C. cameroni* se han obtenido individuos de *Synergus baruensis* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

***Coffeikokkos korytkowski* Medianero & Nieves- Aldrey, 2013**

-Agalla: Agallas esféricas y su superficie no es de color uniforme, sino moteada. Superficie es lisa y brillante; blanquecina, verde o amarillenta cuando está fresca con manchas rojas,

volviéndose marrón cuando madura. Monotalámicas, con tejido leñoso compacto que contiene internamente la única célula larvaria (Fig. 25). Se han recolectado 100 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 17 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.

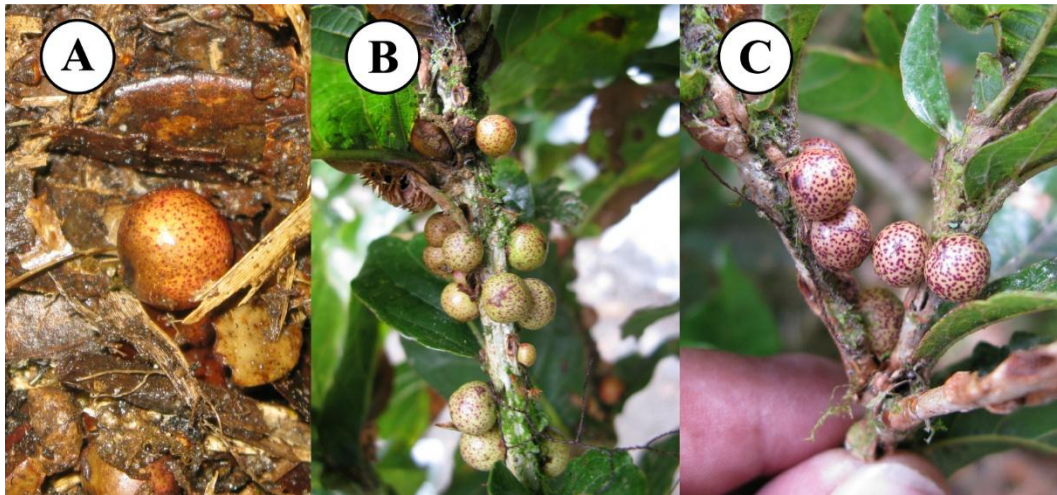


Figura 25. Agallas de *C. korytkowski*. Agalla madura de *C. korytkowski* en el suelo. (B) Agallas inmaduras de *C. korytkowski*. (C) Agallas inmaduras de *C. korytkowski* sobre *Q. bumelioides*.

-Distribución: *C. korytkowski* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 2450- 3200 msnm, en Volcán Barú, en la Provincia de Chiriquí (Fig. 26).

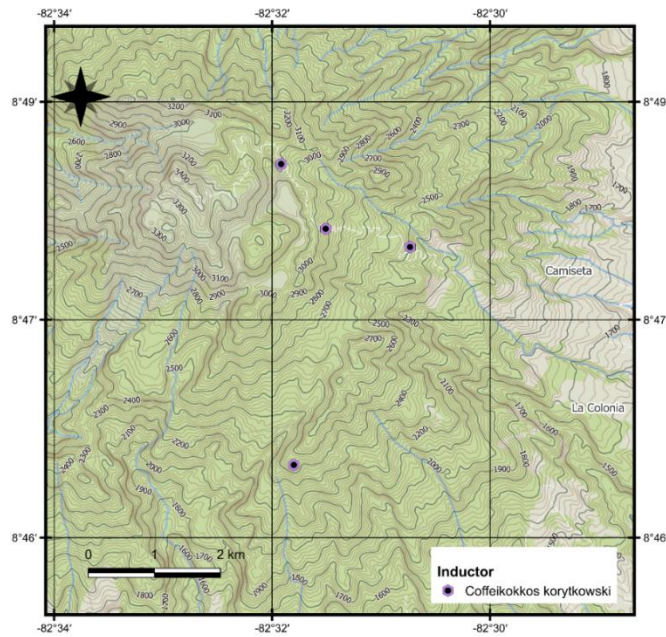


Figura 26. Mapa de distribución de *C. korytkowski*

-Biología: Agallas solitarias o frecuentemente formando grupos, inducidas en los tallos de *Quercus bumelioides* presentando una incidencia regular durante todo el año, en distintas etapas de maduración. Las agallas de *C. Korytkowski* y *B. panamensis* son encontradas desarrollándose juntas.

-Comentarios: Los inductores de las agallas fueron descritos por Medianero y Nieves-Aldrey (2013). Esta nueva especie representó la segunda especie del género *Coffeikokkos*. La especie está estrechamente relacionada con *Coffeikokkos copeyensis* Pujade- Villar & Melika, 2012, siendo similar en color y en la mayoría de las características morfológicas. Las especies difieren en la pubescencia del mesosoma, la forma del mesoescutelo, la escultura propodeal y la forma de la agalla. *Coffeikokkos korytkowski* tiene un mesosoma moderadamente pubescente mientras que el mesosoma es liso en *Coffeikokkos copeyensis*. *C. Korytkowski*

tiene un mesoescutelo más alargado, claramente más largo que ancho, y las carenas propodeales son completas, alcanzando la nucha, mientras que en *Coffeikokkos copeyensis*, el mesoescutelo es tan largo como ancho o sólo ligeramente más largo que ancho, y las carenas propodeales son incompletas, no alcanzando la nucha. Además, la celda basal del ala anterior de la nueva especie es pubescente, mientras que la celda basal de *Coffeikokkos copeyensis* está desnuda. *C. Korytkowski* induce una agalla esférica regular (5 mm de diámetro) con una superficie moteada, mientras que las agallas inducidas por *Coffeikokkos copeyensis* son de tamaño similar, pero irregulares o ligeramente ovaladas y de color uniforme.

De la agalla de *C. Korytkowski* se han obtenido individuos de *Synergus elegans* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

***Disholcaspis bettyannae* Medianero & Nieves- Aldrey, 2011**

-Agalla: Agallas globosas o en forma de capullo, con base ancha, monotalámicas, densamente pubescentes con superficie aterciopelada o afieltrada, de color amarillento pálido, a veces teñido de rosa o rojo en estado fresco y marrón claro en estado maduro (Fig. 27). Se han recolectado 53 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 30 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla muy común.



Figura 27. Agallas de *D. bettyannae*. (A) Agalla inmadura de *D. bettyannae*. (B) Agalla madura de *D. bettyannae*. (C) Sección de la agalla mostrando larvas de *D. bettyannae*.

-Distribución: *D. bettyannae* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 1800- 2000 msnm, en Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 28).

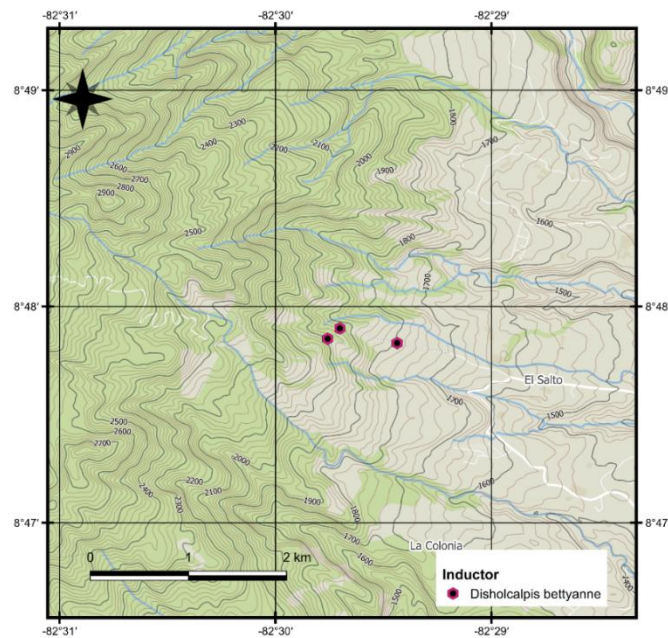


Figura 28. Mapa de distribución de *D. bettyannae*

-Biología: Agallas solitarias o formando grupos de dos a seis agallas, inducidas en ramas de *Quercus bumelioides*, presentando una mayor incidencia en los meses de mayo a octubre, durante finales de la estación seca y la estación lluviosa.

-Comentarios: Los inductores de las agallas fueron descritos por Medianero y Nieves-Aldrey (2011). La especie está estrechamente relacionada con *D. quercusvirens* Ashmead de Florida, siendo similares en color y en la mayoría de las características morfológicas. Las especies difieren en la longitud de los notauli, las foveas escutelares, la coloración de las patas y, principalmente, en la agalla inducida. *Disholcaspis bettyannae* tiene los notauli distintos posterior y medialmente, indistintos anteriormente, lisos, anchos y convergentes posteriormente, mientras que *D. quercusvirens* tiene notauli débilmente impresionados también posteriormente. *Disholcaspis bettyannae* tiene foveas escutelares elipsoidales, poco profundas pero distintas, mientras que las foveas escutelares son indistintas en *D. quercusvirens*. Las patas de *Disholcaspis bettyannae* son de color marrón amarillento, mientras que las de *D. quercusvirens* son de color marrón rojizo claro. *Disholcaspis bettyannae* induce una pequeña agalla globosa (6- 11 mm de diámetro) que no segrega néctar. Internamente, es de textura compacta, más bien dura y corchosa, y contiene una célula larvaria libre, ovalada y amarillenta, mientras que *D. quercusvirens* induce pequeñas agallas globulares similares, internamente esponjosas, que exudan una sustancia pegajosa que atrae a las hormigas. En cuanto a la coloración, *Disholcaspis bettyannae* también se parece a *D. unicolor* Kinsey de México y a *D. mamillana* Weld de California (EE. UU.), pero difiere de ellas principalmente en el tipo de agalla que induce y en la planta hospedadora.

De la agalla de *Disholcaspis bettyannae* se han obtenido individuos de *Synergus elegans* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

***Disholcaspis bisethiae* Medianero & Nieves- Aldrey, 2011**

-Agalla: Agallas globosas, monotalámicas, con un pezón más o menos marcado en el ápice de algunas agallas; duras, con cubierta pubescente. De color marrón cuando están frescas y de marrón oscuro a negro cuando maduras (Fig. 29). Se han recolectado 59 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 17 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.

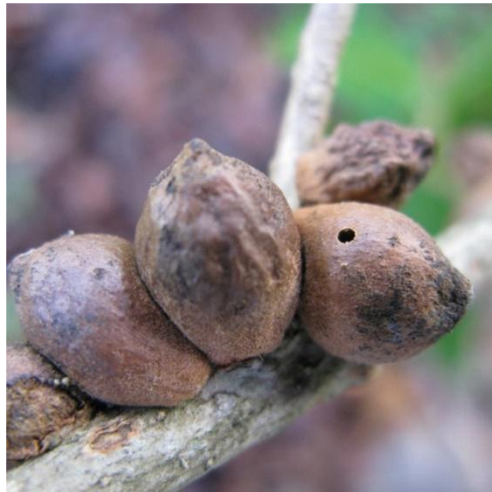


Figura 29. Agalla de *D. bisethiae*. Agalla madura de *D. bisethiae* mostrando el agujero de emergencia.

-Distribución: *D. bisethiae* se encuentra distribuida en Cotito, Piedra candela y cerca de la frontera con Costa Rica, en un rango altitudinal de 1100- 2700 msnm en la provincia de Chiriquí (Fig. 30).

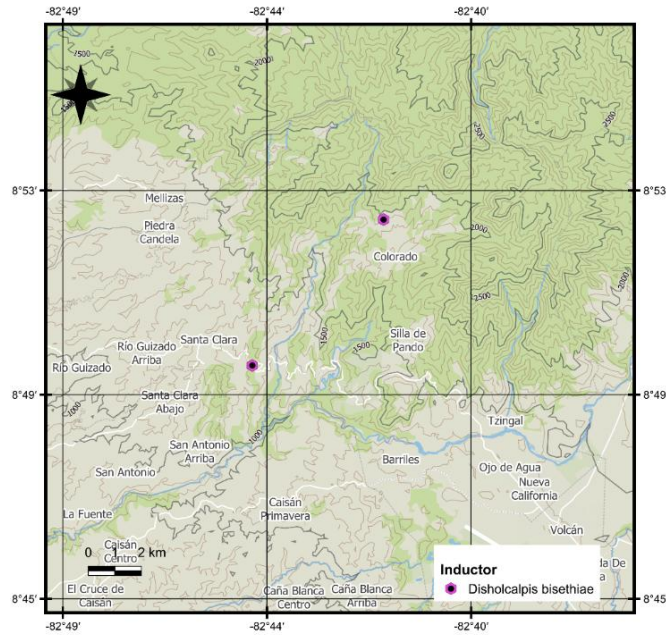


Figura 30. Mapa de distribución de *D. bisethiae*.

-Biología: Agallas creciendo en grupos de dos a diez agallas, inducidas en las ramas de *Quercus lancifolia*, presentando una mayor incidencia en los meses de noviembre hasta abril, durante finales de la estación lluviosa e inicios de la estación seca.

-Comentarios: Los inductores de las agallas fueron descritos por Medianero y Nieves-Aldrey (2011). Muy similar a *D. bettyannae* en color y en la mayoría de las características morfológicas. Frente con escultura alutácea y sólo algunas rugosidades débiles, estrías radiales desde el clípeo casi indistintas o muy débiles. Placa ocelar ligeramente elevada. Fóveas escutelares elipsoidales, confluentes, con algunas rugosidades longitudinales y márgenes posteriores indistintos. Parte saliente de la espina hipopigial aproximadamente tres veces más larga que ancha. Agallas en tallos de *Q. lancifolia*. Al igual que *D. bettyannae*, *D.*

bisethiae se parece en la coloración a *D. quercusvirens* Ashmead, *D. unicolor* Kinsey y *D. mamillana* Weld.

De la agalla de *D. bisethiae* se han obtenido individuos de *Synergus nicaraguensis* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

***Kokkocynips panamensis* Medianero & Nieves- Aldrey, 2021**

-Agalla: Agallas de forma ovalada a fusiforme, hinchadas multiloculares y alargadas en ramitas jóvenes, con el mismo color y textura superficial que la corteza de las ramitas (Fig. 31). Se han recolectado 58 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 23 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.

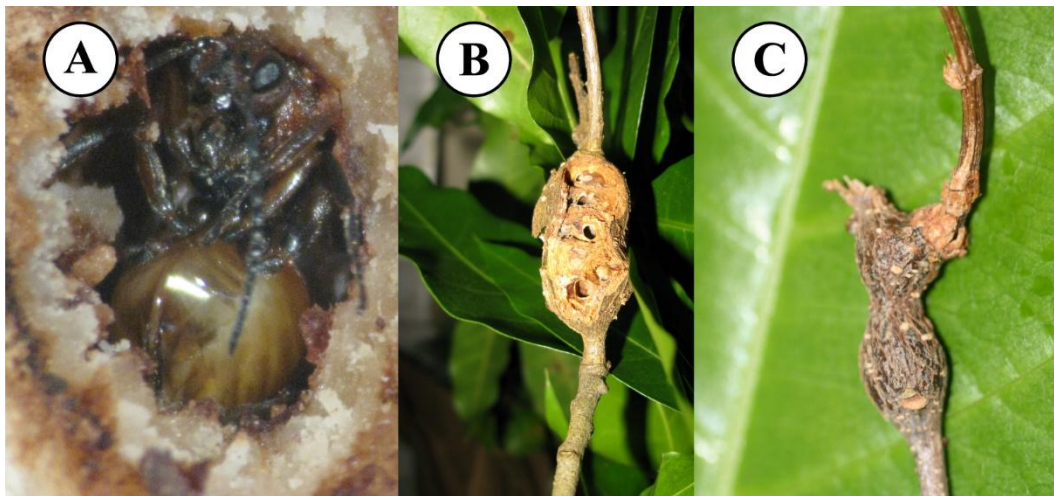


Figura 31. Agallas de *K. panamensis*. (A) Adulto de *K. panamensis* emergiendo de la agalla. (B) Agalla madura de *K. panamensis*. (C) Agalla inmadura de *K. panamensis* sobre *Q. salicifolia*.

-Distribución: *K. panamensis* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 1100- 2200 msnm, en El Salto, Santa Lucía, Volcán Barú en la provincia de Chiriquí (Fig. 32).

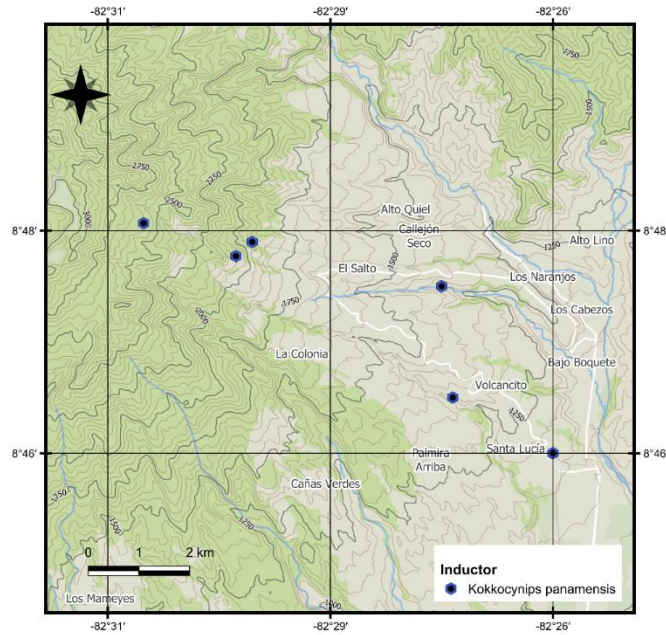


Figura 32. Mapa de distribución de *K. panamensis*

-Biología: Agallas solitarias, inducidas en las ramas de *Quercus salicifolia*, presentando una mayor incidencia en los meses de octubre a noviembre durante la estación lluviosa.

-Comentarios: Los inductores de las agallas fueron descritos por Medianero y Nieves-Aldrey (2021). *Kokkocynips panamensis* difiere de la especie tipo del género, *K. doctorrosae*, por la ausencia de escultura reticulada en el tergito metasomal. Se distingue fácilmente de las otras especies transferidas a *Kokkocynips* por tener foveas mesoescutelares con márgenes posteriores distintos y márgenes internos ampliamente separados por un amplio tabique. La morfología de la agalla de *K. panamensis* es similar a la de *K. coxii*.

***Loxaulus championi* Medianero & Nieves- Aldrey, 2011**

-Agalla: Agallas crípticas que se manifiestan como leves hinchazones alargadas de las ramitas. La superficie de la agalla es rugosa, del mismo color que la corteza. Las hinchazones tienen al menos dos veces el diámetro de un tallo normal. Las cámaras larvarias están dispuestas longitudinalmente en filas bajo la superficie de la corteza. Los tallos hinchados son apenas reconocibles antes de la aparición de los adultos (Fig. 33). Se han recolectado 67 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 3 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla difícil de detectar.

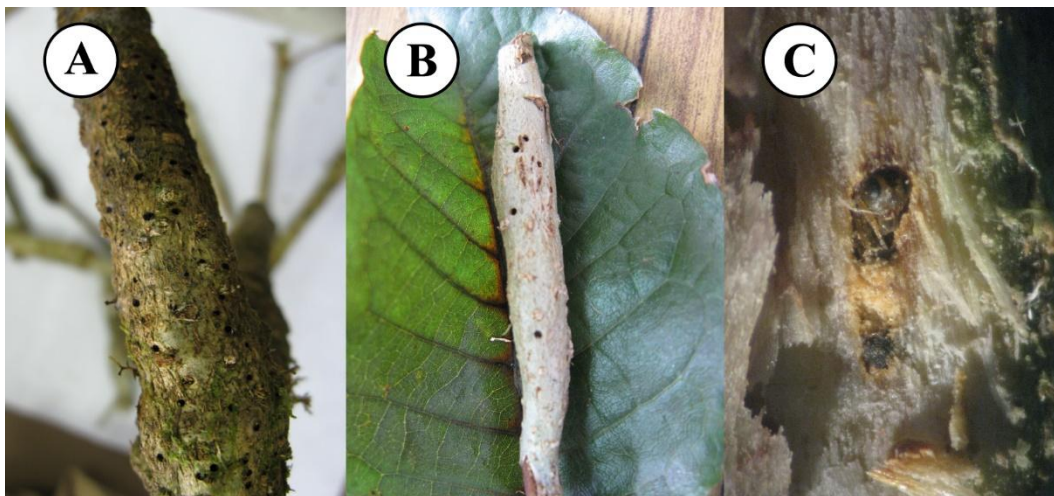


Figura 33. Agallas de *L. championi*. (A-B) Agallas maduras de *L. championi* sobre *Q. bumelioides* mostrando los agujeros de emergencia. (C) Sección de una agalla mostrando una pupa de *L. championi*.

-Distribución: *L. championi* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 2400- 2700 msnm en Volcán Barú en la provincia de Chiriquí (Fig. 34).

subterráneas similares a la hinchazón del tallo, normalmente en la base de brotes jóvenes de *Q. macrocarpa* Michaux. La abrupta hinchazón del tallo inducida por *L. illinoisensis* es aproximadamente 4-5 veces el diámetro normal del brote y casi 30 cm de largo.

***Loxaulus panamensis* Medianero & Nieves- Aldrey, 2011**

-Agalla: Agallas crípticas, politalámicas en ramitas. Sólo hay una ligera hipertrofia del tallo y las agallas son apenas detectadas antes de la emergencia de los adultos. La agalla consiste en pequeñas células larvarias elipsoidales en el interior de las ramitas (Fig. 35). Se han recolectado 6 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 2 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.



Figura 35. Agalla de *L. panamensis*.

-Distribución: *L. panamensis* fue colectada en un solo punto en Volcán Barú, provincia de Chiriquí a 3079 msnm (Fig. 36).

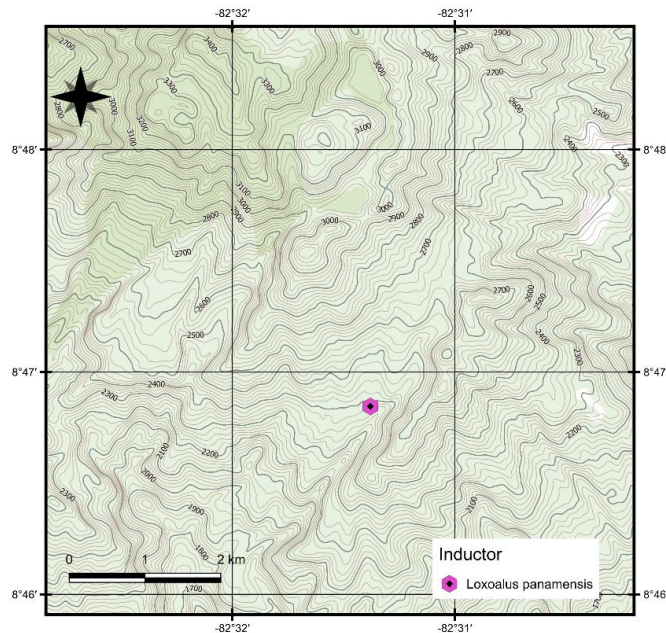


Figura 36. Mapa de distribución de *L. panamensis*

-Biología: Agallas crípticas inducidas en las ramas de *Quercus bumelioides*, presentando una mayor incidencia en los meses de mayo a junio, durante la estación lluviosa.

-Comentarios: Los inductores de estas agallas fueron descritos por Medianero y Nieves-Aldrey (2011). Se parece mucho a *L. championi* descrita anteriormente en la mayoría de las características morfológicas. La especie difiere principalmente por la longitud relativa de los notauli y la longitud de F1 y F2. *L. championi* tiene F2 tan larga como F1, mientras que F2 es 1,2 veces más larga que F1 en *L. panamensis*. *L. championi* tiene notauli distintos sólo en el tercio posterior del mesoescutelo, mientras que los notauli son casi completamente más anchos y profundos en *L. panamensis*. Además, *L. championi* tienen las carenas propodeales laterales paralelas y ligeramente ramificadas posteriormente, y el área entre las carenas propodeales mediales y laterales es rugosa, mientras que las carenas propodeales laterales

son ligeramente convergentes posteriormente en *L. panamensis*, y la superficie entre las carenas laterales y mediales es lisa. Otras diferencias menores son las siguientes: *L. panamensis* tiene la superficie lateral del pronoto con algunas arrugas longitudinales, célula radial 3,8 veces más larga que ancha, con infuscación bien visible debajo de la areola, y cuerpo mayoritariamente marrón amarillento, mientras que *L. championi* tiene una superficie lateral coriácea del pronoto, célula radial sólo 3,1 veces más larga que ancha, con área infuscada muy difusa debajo de la areola, y el cuerpo es mayoritariamente marrón rojizo oscuro.

***Neuroterus elvisi* Medianero & Nieves- Aldrey, 2017**

-Agalla: Agallas politalámicas en forma de hinchazones pequeñas e irregulares de las hojas, con superficie lisa y desnuda. Las agallas son de color verde claro cuando están frescas, pero verde oscuro cuando maduran y marrón cuando son viejas (Fig. 37). Se han recolectado 150 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 300 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla muy común.



Figura 37. Agallas de *N. elvisi*. (A-B) Agalla inmadura de *N. elvisi* sobre *Q. bumelioides*. (C) Sección de agalla de *N. elvisi* mostrando las cámaras larvales.

-Distribución: *N. elvisi* es una especie con distribución neotropical, con reportes en Costa Rica, San José, Cerro de la Muerte, Cartago y en Panamá en el Volcán Barú, Sendero de los Quetzales, El Salto en la Provincia de Chiriquí en un rango altitudinal de 1080 msnm- 2950 msnm (Fig. 38).

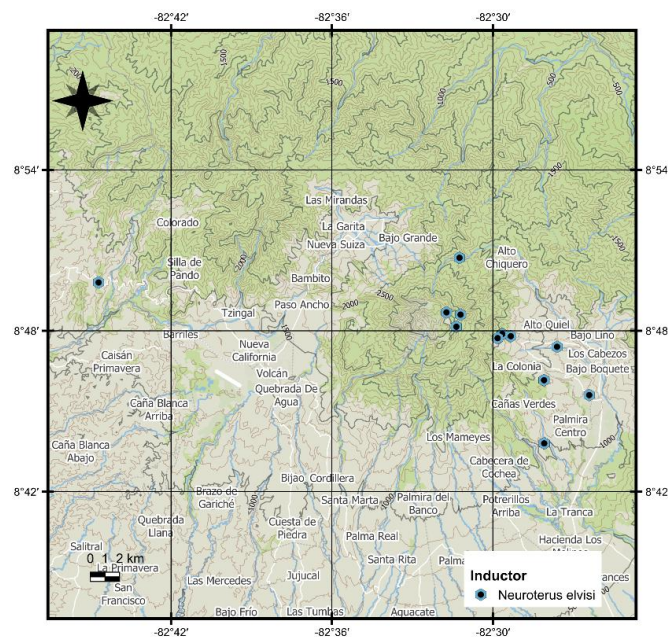


Figura 38. Mapa de distribución de *N. elvisi*

-Biología: Agallas desarrollándose en el pecíolo y nervio medio y engullendo la lámina foliar de *Quercus bumelioides* y *Quercus lancifolia*, presentando una mayor incidencia, en los meses de enero a marzo, durante la estación seca.

-Comentarios: Los inductores de las agallas fueron ubicados en un nuevo género por Medianero y Nieves- Aldrey (2017). *Neuroterus elvisi* presenta garras simples, el surco malar distintivo y la presencia de una carena propodeal mediana, pero la ausencia de carenas laterales en el propodeo, son caracteres diagnósticos que la agrupan dentro de las especies neárticas y neotropicales de *Neuroterus* y la diferencian de las especies paleártica de *Neuroterus sensu lato*. *Neuroterus elvisi* puede distinguirse del resto de especies descritas por una combinación de caracteres diagnósticos: coloración predominantemente amarillenta, notauli débil pero rastreable; mesoescutelo con escultura alutácea visible, espéculo del mesopleurón liso; flagelo antenal de la hembra con 11 segmentos, carina mediana del propodeo conspicua, dividida en dos brazos anteriormente y Rs del ala anterior no prolongada en el ápice. Por el tipo de agalla, la especie más cercana geográficamente es *Neuroterus junctor* Kinsey, 1938 de México, aunque la agalla de este último es peluda, mientras que la de *N. elvisi* es glabra. Morfológicamente, los adultos de las dos especies son similares, pero la nueva especie difiere de *N. junctor* por su coloración más clara, que es negra en *N. junctor*, y mesoescutelo con escultura alutácea (lisa en *N. junctor*).

De la agalla de *N. elvisi* se han obtenido individuos de *Synergus gabrieli* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

Neuroterus pulchrigalla Medianero & Nieves- Aldrey, 2017

Agalla: Agallas de forma cilíndrica, midiendo 5 x 2 mm. La superficie de la agalla está cubierta de pelos largos y densos de color amarillento. Internamente, son visibles dos partes: una célula larval ovoide en la unión de la agalla con la hoja y una parte apical vacía. Las agallas son amarillas cuando están frescas, naranjas cuando maduran y marrones cuando son viejas (Fig. 39). Se han recolectado 327 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 13 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla muy común.



Figura 39. Agallas de *N. pulchrigalla*. (A-C) Agallas inmaduras de *N. pulchrigalla* sobre *Q. bumelioides*. (B) Sección de la agalla de *N. pulchrigalla* mostrando la cámara larval.

Distribución: *N. pulchrigalla* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 1080- 3100 msnm en Palmira, Volcancito y Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 40).

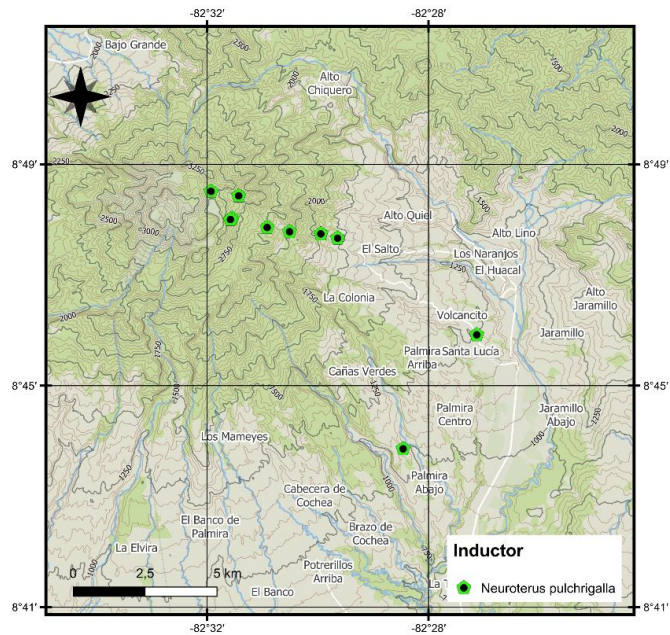


Figura 40. Mapa de distribución de *N. pulchrigalla*

-Biología: Agallas crecen aisladas o más frecuentemente crecen en grupos cercanos formados por 2-10 agallas en el nervio central de las hojas de *Quercus bumelioides*, presentando una mayor incidencia durante los meses de enero a marzo, durante la estación seca.

-Comentarios: Los inductores de estas agallas fueron descritos por Medianero y Nieves-Aldrey (2017). *Neuroterus pulchrigalla* es similar a *Neuroterus elvisi* en muchos caracteres morfológicos diagnósticos.

De la agalla de *N. pulchrigalla* se han obtenido individuos de *Synergus gabrieli* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves-Aldrey & Medianero, 2011).

***Odontocynips championi* (Cameron, 1883)**

-Agalla: Agallas tuberosas es una de las agallas de roble más grandes de Panamá, alcanzando un diámetro de 45 a 100 mm, formadas en tallos y ramas. Son fuertemente leñosas, irregulares, a menudo con grandes agregados de racimos de agallas más pequeñas visibles, politálamicas, con superficie rugosa, de color grisáceo claro con tonos verdes claros similares al color de la corteza cuando están frescas y marrón claro cuando maduras (Fig. 41). Se han recolectado 61 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 15 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.



Figura 41. Agallas de *O. championi*

-Distribución: *O. championi* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 1200- 3000 msnm, en Santa Lucía y Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 42).

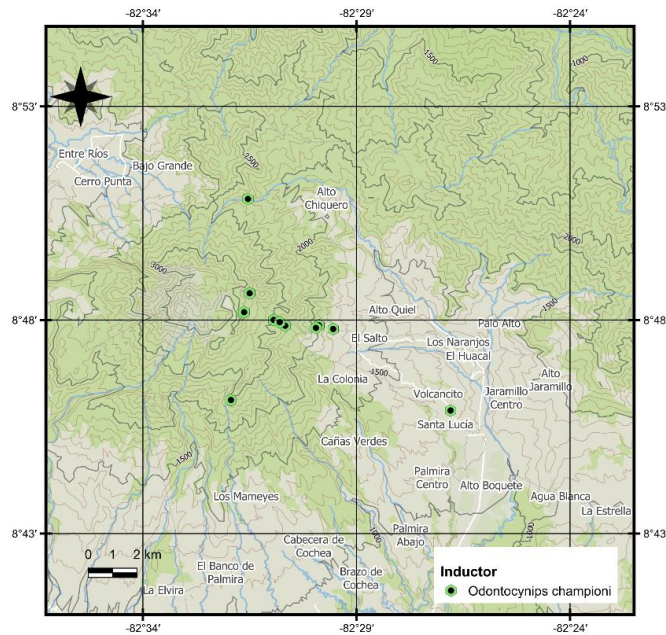


Figura 42. Mapa de distribución de *O. championi*

-Biología: Agallas inducidas en las ramas de *Quercus bumelioides* presentando una mayor incidencia en los meses de diciembre y enero, durante la estación seca.

-Comentarios: *Odontocynips championi* fue descrita por George Cameron en 1883 como *Cynips championi* utilizando únicamente agallas colectadas de un roble sin identificar en las montañas de Chiriquí. En 2011 Medianero y Nieves- Aldrey realizan la redescrición de *Cynips championi*, basada en los adultos en consecuencia se erigió un neotipo para la especie y la misma fue transferida al género *Odontocynips*.

De la agalla de *O. championi* se han obtenido individuos de *Synergus mesoamericanus* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

***Odontocynips hansonii* Medianero & Nieves- Aldrey 2011**

-Agalla: Agallas fuertemente leñosas, irregulares, a menudo con grandes agregados de racimos de grupos de agallas más pequeñas visibles, politalámicas, con superficie rugosa, grisáceo claro con tonos verdes claros similares al color de la corteza cuando están frescas y marrón claro cuando están maduras (Fig. 43). Junto con *O. championi*, son las agallas más grandes encontradas en Panamá. Se han recolectado 2 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 25 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla muy rara.



Figura 43. Agallas de *O. hansonii* sobre *Q. lancifolia* mostrando múltiples agujeros de emergencia.

-Distribución: *O. hansonii* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 1500- 3000 msnm, sólo ha sido colectada en Palmira (Boquete) en la provincia de Chiriquí (Fig. 44).

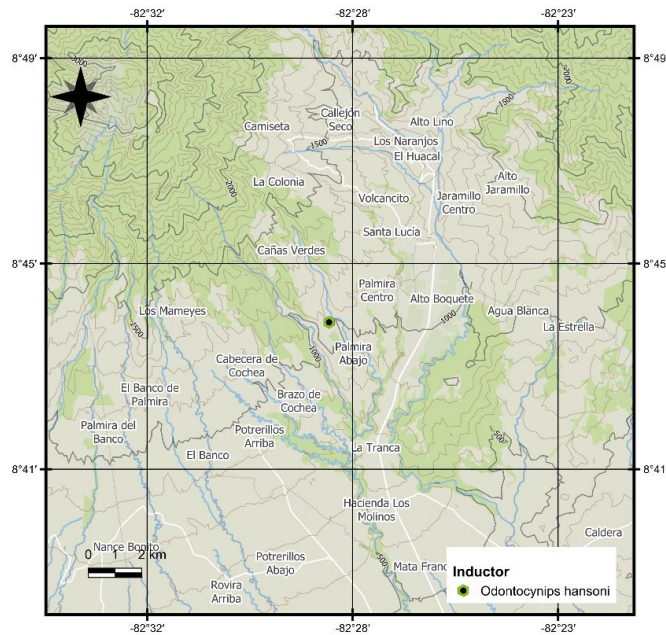


Figura 44. Mapa de distribución de *O. hansonii*

-Biología: Agallas inducidas en las ramas de *Quercus lancifolia*, presentando una distribución regular durante todo el año en diferentes estados de maduración.

-Comentarios: La colecta de las agallas e inductores de esta especie en el área de Palmira, representaron una ampliación del rango de distribución para el género *Odontocynips* y sus hospederos. *Odontocynips hansonii* fue el primer cinípido descrito de Costa Rica y la segunda especie del género *Odontocynips*. La especie fue descrita en Cartago sobre *Q. insignis* (Pujade- Villar, 2008).

***Prokius cambrai* Medianero & Nieves- Aldrey, 2021**

-Agalla: Las agallas son cilíndricas irregulares con una superficie lisa, miden 5 × 2 mm y tienen una única cámara larvaria interna. Las agallas se desarrollan solas o más

frecuentemente en grupos de 2-5 agallas, en la parte superior de la lámina de la hoja. Las agallas son de color verde a rojo cuando están frescas y negras cuando maduran. (Fig. 45). Se han recolectado 23 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 20 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.



Figura 45. Agallas maduras de *P. cambrai* sobre *Q. bumelioides*.

-Distribución: *P. cambrai* se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1440- 2930 msnm en Palmira, El Salto y Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 46).

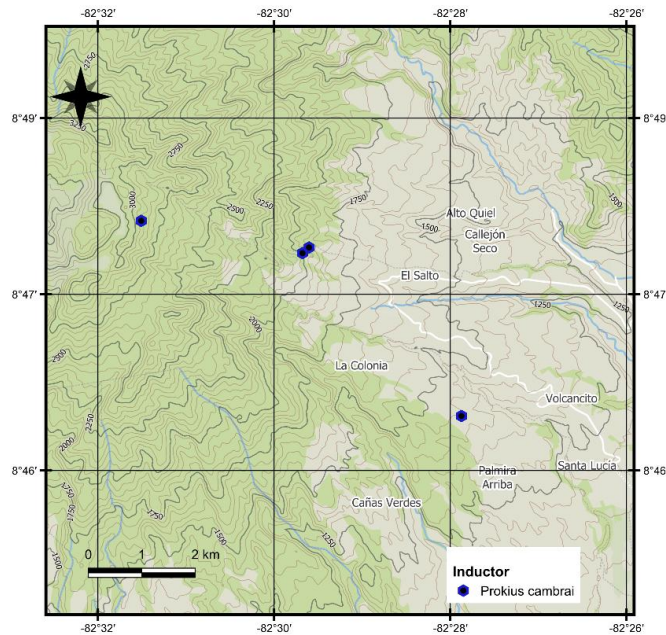


Figura 46. Mapa de distribución de *P. cambrai*

-Biología: Agallas inducidas en las hojas, yemas florales y axilares de *Quercus bumelioides*, colectadas durante la estación lluviosa.

-Comentarios: Los inductores de las agallas fueron ubicados en el nuevo género *Prokius* por Medianero y Nieves- Aldrey (2021). El género *Prokius* es morfológicamente muy similar a los géneros *Dryocosmus* Giraud, 1859 y *Biorhiza* Westwood, 1840; ambos géneros tienen un mesoescutelo y mesopleurón lisos y brillantes y también tienen garras metatarsales simples. Este género puede distinguirse fácilmente de *Biorhiza* por la ausencia de un surco malar (subocular) (distintivo en *Biorhiza*) y por la espina ventral del hipopigio, que en *Biorhiza* es ancha, corta, puntiaguda apicalmente y tiene un penacho apical de setas, también difiere de *Dryocosmus* por la forma y la setación de la espina hipopigial, que en *Dryocosmus* tiene setas subapicales que se extienden más allá del ápice de la espina. Además, las especies de

Dryocosmus presentan estrías radiadas en la cara y un propodeo que suele estar esculpido con una carina propodeal mediana. *P. cambrai* presenta los siguientes caracteres diagnósticos que permiten diferenciarla: frente lisa, sin escultura visible. Antenas con 14 segmentos en la hembra, 15 en el macho. Impresión mesoscutal mediana visible sólo en el octavo posterior del mesoescutelo. Vena R1 fuertemente pigmentada y visible, alcanzando el margen alar. Parte anterolateral del segundo tergo metasomal con una densa mancha de setas. Coloración del cuerpo marrón oscuro.

De la agalla de *P. cambrai* se han obtenido individuos de *Synergus gabrieli* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

***Prokius lisethiae* Medianero & Nieves- Aldrey, 2021**

-Agalla: Agallas de forma entre esférica a lenticelar con la superficie lisa. Crecen en el borde del limbo de la hoja, deformando la hoja nueva, miden 5 × 2 mm. Las agallas son de color verde rojizo cuando están frescas y marrón cuando maduran (Fig. 47). Se han recolectado 137 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 37 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.

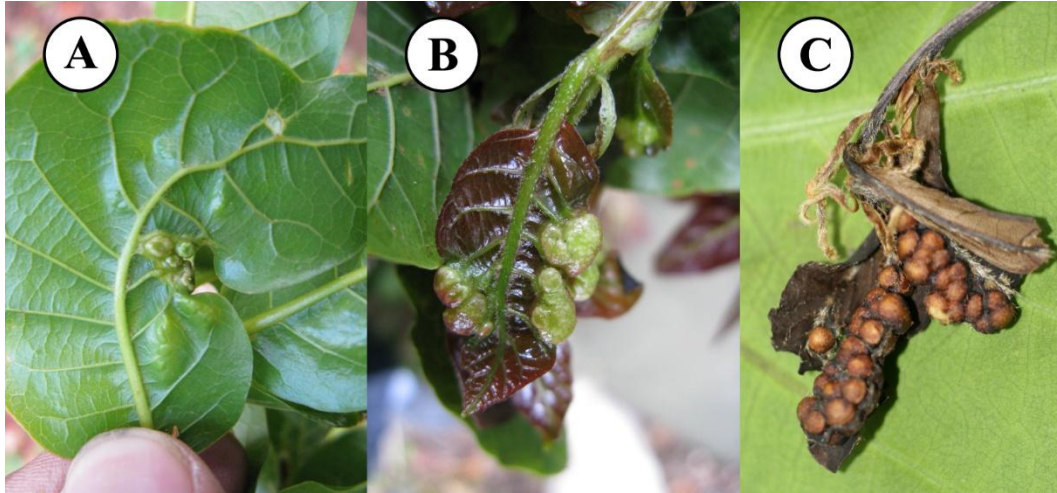


Figura 47. Agallas de *P. lisethiae*. (A-B) Agallas inmaduras. (C) Agallas maduras.

-Distribución: *P. lisethiae* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 2000- 3100 msnm, en Volcán Barú en la provincia de Chiriquí (Fig. 48).

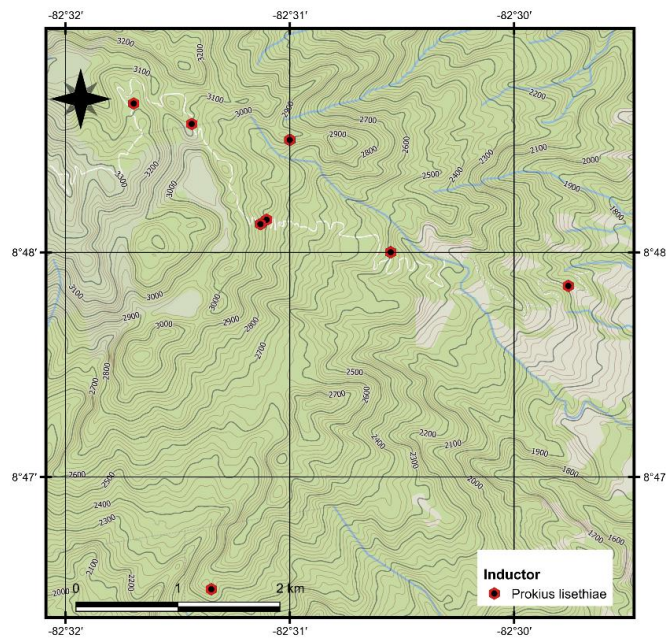


Figura 48. Mapa de distribución de *P. lisethiae*.

-Biología: Las agallas suelen crecer en grupos de 2-20 agallas por hojas de *Quercus bumelioides*, presentando una mayor incidencia en los meses de enero a febrero, durante la estación seca.

-Comentarios: Los inductores de las agallas fueron ubicados en un género nuevo por Medianero y Nieves- Aldrey (2021). Se parece mucho a *P. cambrai* en la mayoría de las características morfológicas. La especie difiere principalmente en la escultura de la cabeza, la anchura y altura relativas de la cabeza en vista anterior, el número de segmentos antenales y las longitudes de la impresión mesoescutelar mediana y R1. La parte frontal de la cabeza de *P. lisethiae* es alutácea, mientras que en *P. cambrai* es de lisa a ligeramente alutácea. En vista anterior, la cabeza de *P. lisethiae* es 1,3 veces más ancha que alta, mientras que en *P. cambrai* es 1,2 veces más ancha que alta. *Prokius lisethiae* tiene antenas con 15 segmentos en ambos sexos, mientras que *P. cambrai* tiene antenas con 14 segmentos en las hembras y 15 en los machos. La impresión mesoescutelar mediana en *P. lisethiae* es completa mientras que en *P. cambrai* está presente, pero es muy corta. En *P. cambrai* los márgenes posteriores de la axílula son indistintos, mientras que en *P. lisethiae* son distintos. Por último, en *P. lisethiae* el margen apical del ala tiene una franja de pelos largos, mientras que en *P. cambrai* el margen apical del ala tiene una franja de pelos cortos.

Agalla A-003

-Agalla: Agallas formadas en los amentos, que deforman los mismos y toman una forma oval, pequeñas y multiloculares (Fig. 49). Se han recolectado 54 agallas durante todo el

muestreo de las cuales solo han emergido 75 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.



Figura 49. Agallas de A-003 inducidas en ramas de *Q. salicifolia*.

-Distribución: A-003 se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 1270- 2100 msnm, en El Salto, Bajo Boquete y Palmira, en la provincia de Chiriquí. (Fig. 50)

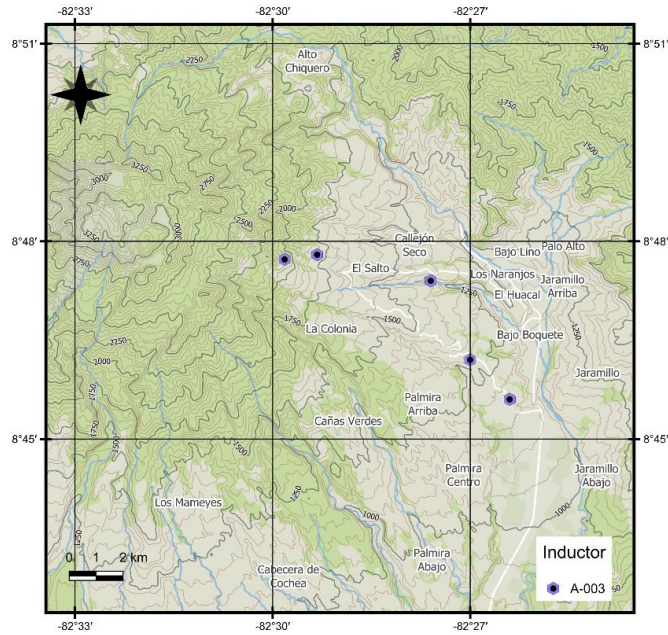


Figura 50. Mapa de distribución de A-003.

-Biología: Agallas formando racimos en los amentos deformados de *Quercus salicifolia*, presenta una mayor incidencia en los meses de diciembre a marzo, durante la estación seca.

-Comentarios: Los adultos de estas agallas no han podido ser incluidos en ninguno de los géneros conocidos de Cynipini. Por lo que se están llevando a cabo análisis moleculares para definir su posición taxonómica.

Agalla A-006

-Agalla: Agallas de forma triangular con un ápice bien definido. Creciendo solitarias, con una sola cámara larval. De color amarillo blancuzco cuando están frescas y de color marrón oscuro cuando están maduras (Fig. 51). Se han recolectado 20 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 5 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla difícil de detectar.



Figura 51. Agallas inmaduras de A-006 inducidas sobre *Q. bumelioides* en Volcán Barú.

-Distribución: A-006 se encuentra entre los 1170- 3100 msnm, en Volcán Barú, Carretera de Volcancito y Boquete, Provincia de Chiriquí, Panamá (Fig. 52).

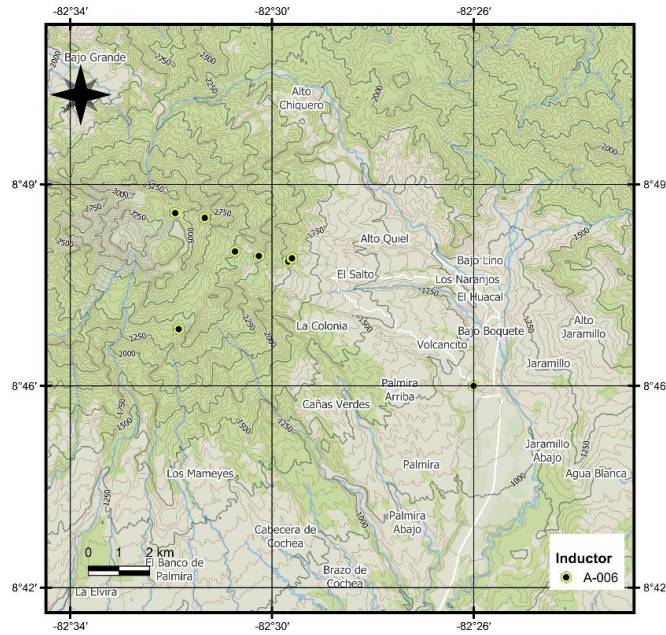


Figura 52. Mapa de distribución de A-006

-Biología: Agallas solitarias inducidas en el peciolo de la hoja de *Quercus bumelioides*, presentaron una mayor incidencia en los meses de diciembre hasta comienzos de marzo, durante la estación seca.

-Comentarios: Los adultos de estas agallas no han podido ser incluidos en ninguno de los géneros conocidos de Cynipini. Por su morfología esta cercano al “Cynips group”, pero sin corresponder morfológicamente a ninguno de ellos. Por lo que se están llevando a cabo análisis moleculares para definir su posición taxonómica.

De la agalla A-06 se han obtenido individuos de *Synergus elegans* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

Agalla A-007

-Agalla: Agallas solitarias, inducidas dentro la corteza de ramas de sus hospederos, presentan colores marrones y solo se diferencian del tejido circundante por ser pequeñas hinchazones (Fig. 53). Se han recolectado 1 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 2 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla difícil de detectar.



Figura 53. Sección de agalla A-007 mostrando una pupa.

-Distribución: A-007 fue colectada en un solo punto en el área de estudio a 2500 msnm en Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 54).

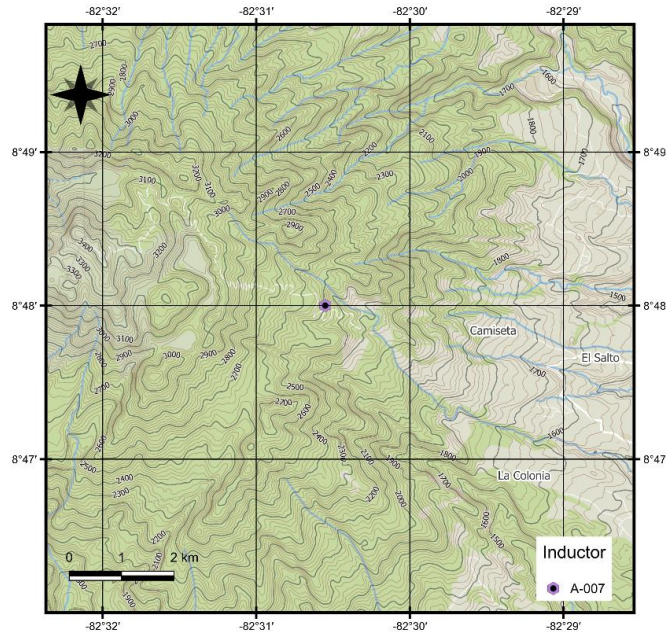


Figura 54. Mapa de distribución de A-007

-Biología: Agallas solitarias inducidas en los tallos de *Quercus bumelioides*, las agallas fueron colectadas en el mes de junio, durante la estación lluviosa.

-Comentarios: Los adultos que inducen esta agalla presentan características de varios géneros una condición muy común en los cinípidos de Panamá, por lo que se está a la espera de la obtención de algunos más para desarrollar estudios moleculares y definir su ubicación taxonómica.

Agalla A-010

-Agalla: Agallas aplanadas, en forma de disco a lentiformes y con bordes lobulados a aserrados. Cuando están frescas presentan variabilidad en los colores algunas amarillas, blancas y algunas con la parte inferior roja, cuando están maduras tienen color marrón oscuro

(Fig. 55). La agalla solo tiene un punto débil de unión con la hoja lo que hace que se desprenda con facilidad y caiga. Se han recolectado 208 agallas durante todo el muestreo de las cuales no se ha obtenido adultos. Por lo que se puede considerar una agalla muy común.

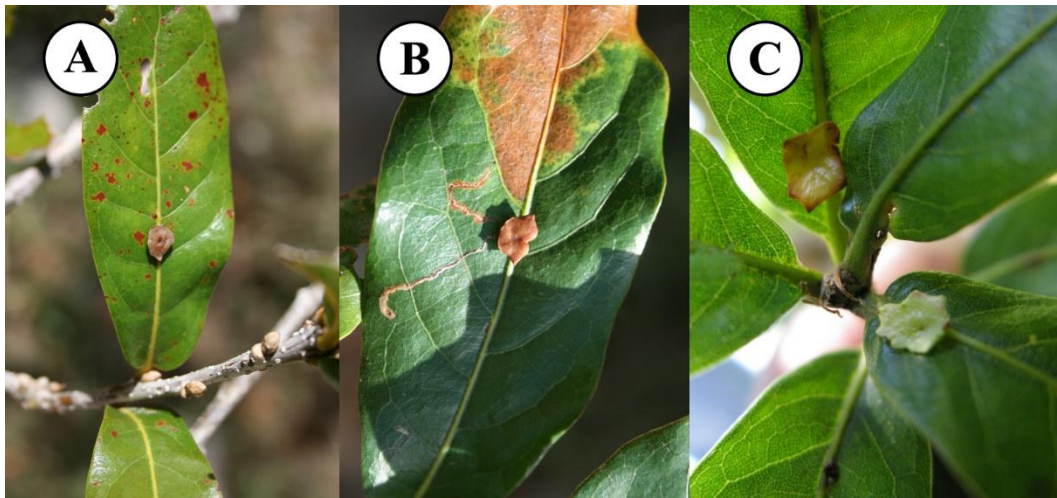


Figura 55. Agallas de A-010. (A-B) Agallas maduras sobre *Q. bumelioides*. (C) Agallas inmaduras.

-Distribución: A-010 se encuentra distribuida de 1170- 2934 msnm, en Volcán Barú, Carretera de Volcancito y el Salto, en la provincia de Chiriquí (Fig. 56).

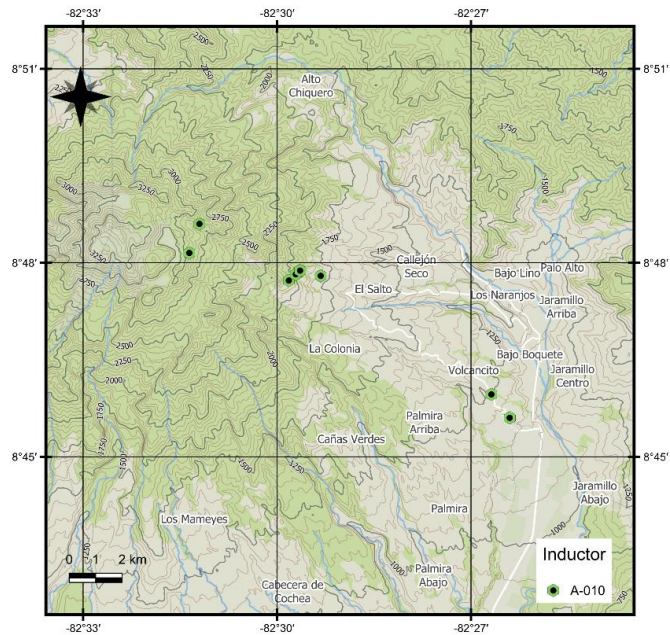


Figura 56. Mapa de distribución de A-010

-Biología: Agallas solitarias, inducidas en la vena media de hojas de *Quercus bumelioides*. La mayor incidencia de agallas se encuentra durante los meses de diciembre hasta mayo, durante la estación seca hasta comienzos de la estación lluviosa.

-Comentarios: A pesar de la abundancia de esta agalla los métodos de cría utilizados no han permitido la obtención de los adultos inductores.

De la agalla A-10 se han obtenido individuos de *Synergus elegans* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

Agalla A-011

-Agalla: Agallas esféricas, lisas y brillantes, creciendo solitarias o en grupos de dos hasta cuatro agallas. De color verde cuando están frescas y cuando están maduras tienen colores

rojo vino (Fig. 57). Se han recolectado 20 agallas durante todo el muestreo, pero no se ha podido obtener los adultos inductores. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.



Figura 57. Agallas inmaduras de A-011 sobre *Q. salicifolia*.

-Distribución: A-011 se encuentra distribuida de 1310- 1440 msnm en Palmira y El Salto en la provincia de Chiriquí (Fig. 58).

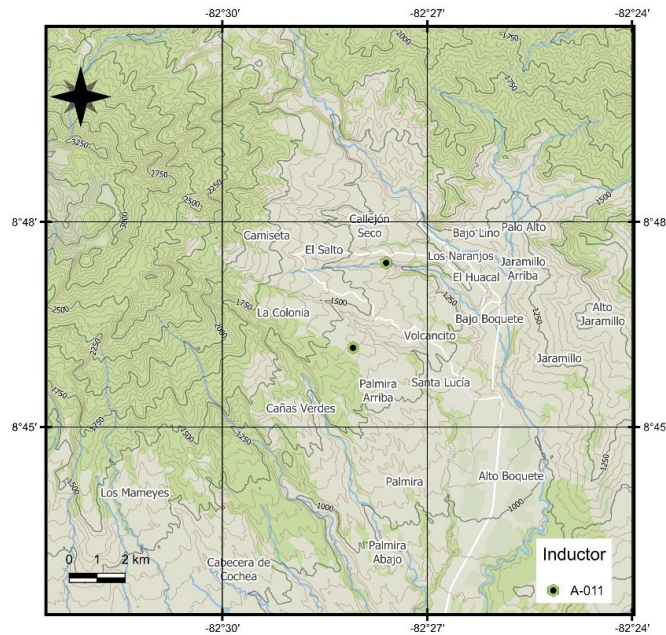


Figura 58. Mapa de distribución de A-011

-Biología: Agallas solitarias formadas en ramas, ramillas y yemas axilares de *Quercus salicifolia*. Entre junio y julio se colectaron las agallas durante la estación lluviosa.

-Comentarios: De esta agalla emergió *Synergus laticephalus*, una especie inquilina endémica de Panamá.

Agalla A-013

-Agalla: Agallas oval lisa con un uso en su extremo, unilocular que se forma sobre la bellota recién formada (Fig. 59). La agalla es verde cuando joven y se torna roja cuando madura. Se han recolectado 50 agallas durante todo el muestreo de las cuales no se han podido obtener el adulto inductor. Por lo que se puede considerar una agalla rara.

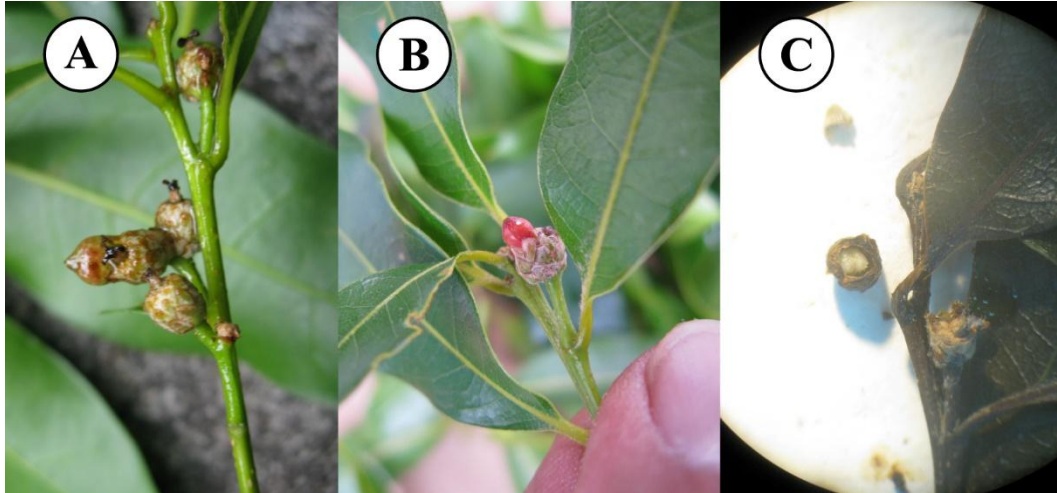


Figura 59. Agallas A-013. (A-B) Agallas inmaduras sobre *Q. salicifolia* en Volcancito. (C) Sección de la agalla mostrando una larva.

-Distribución: A-013 se encuentra distribuida de 1170- 1930 msnm en Volcancito, Palmira, El Salto y Volcán Barú en la provincia de Chiriquí (Fig. 60).

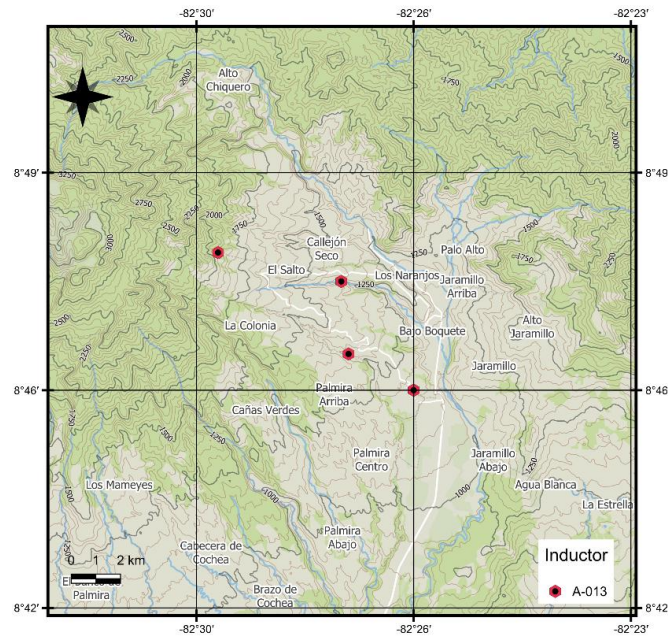


Figura 60. Mapa de distribución de A-013

-Biología: agallas muy características que se forman sobre la bellota recién formada de *Quercus salicifolia*. Algunas de las agallas pueden estar cubiertas con la resina de la planta dándole una apariencia viscosa. Las agallas se colectaron de enero a febrero en la estación seca.

De la agalla *A-13* se han obtenido individuos de *Synergus gabrieli* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

Agalla A-015

-Agalla: Agallas en forma de hinchazones inmersas dentro del tejido foliar, con una sola cámara larval. Agallas solitarias, cuando están frescas son verdes iguales al tejido donde se encuentran y cuando maduras puede observarse un único agujero de emergencia (Fig. 61). Se han recolectado 118 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 6 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.



Figura 61. Agalla inmadura A-015 sobre hojas de *Q. salicifolia* en Volcancito.

-Distribución: A-015 se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1170- 2590 msnm en Volcán Barú, Volcancito y El Salto en la provincia de Chiriquí (Fig. 62).

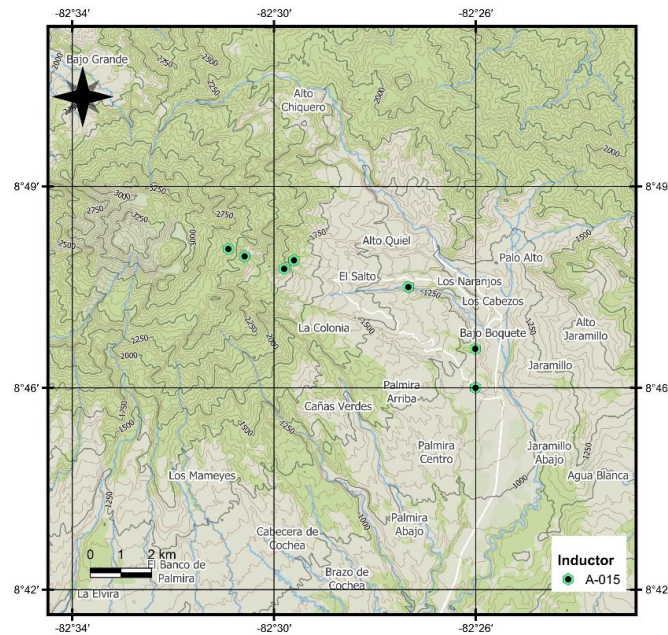


Figura 62. Mapa de distribución de A-015

-Biología: Agallas formadas en las hojas de *Quercus salicifolia*. Las agallas presentaron una mayor incidencia desde los meses de diciembre hasta marzo, durante la estación seca.

-Comentarios: Los adultos de esta agalla presentan características de varios géneros, una condición muy común en los cinípidos de Panamá, por lo que se está a la espera de la obtención de algunos más para desarrollar estudios moleculares.

Agalla A-016

-Agalla: Agallas esféricas, tuberosas con superficie rugosa, de color gris claro con tonos verdes claros similares al color de la corteza cuando están frescas y marrón oscuro cuando maduran. Agallas con múltiples cámaras larvales y cuando están maduras se observan varios agujeros de emergencia (Fig. 63). Se han recolectado 14 agallas durante todo el muestreo de, pero no se ha obtenido su adulto inductor. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.



Figura 63. Agalla madura A-016 sobre *Q. salicifolia* mostrando agujeros de emergencia.

-Distribución: A-016 se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1170- 1990 msnm en Palmira, Volcancito, El Salto, Alto Quiel y Volcán Barú en la provincia de Chiriquí (Fig. 64).

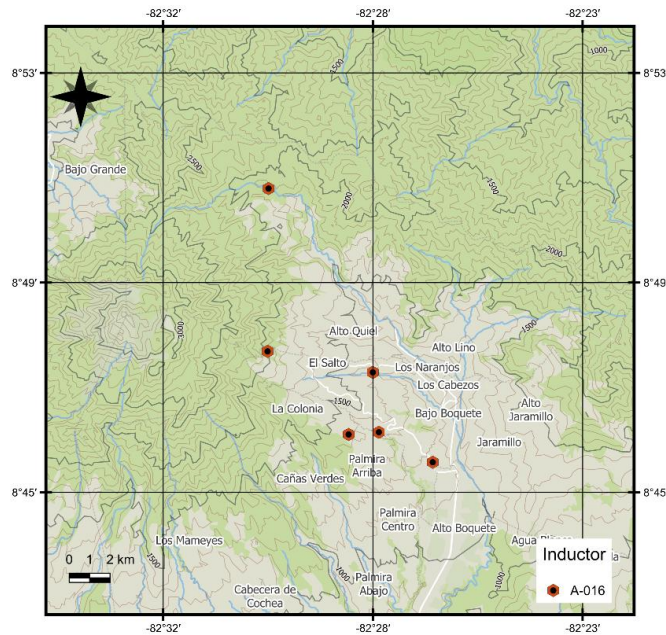


Figura 64. Mapa de distribución de A-016

-Biología: Agallas formadas en los ramas y tallos de *Quercus salicifolia*. Las agallas presentaron una distribución temporal uniforme durante todo el año.

-Comentarios: De la agalla A-016 se han obtenido individuos de *Synergus ramoni* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

Agalla A-18

-Agalla: Agallas solitarias que se forman en las yemas foliares. La yema foliar se cierra y torna dura dando una forma esférica a la agalla, la superficie es lisa, pero manteniendo las lenticelas de la corteza del árbol, de color verde similar a la corteza donde se encuentran cuando están frescas y marrón oscuro cuando están maduras, solo presentan un agujero de

emergencia (Fig. 65). Se han recolectado 41 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 3 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.

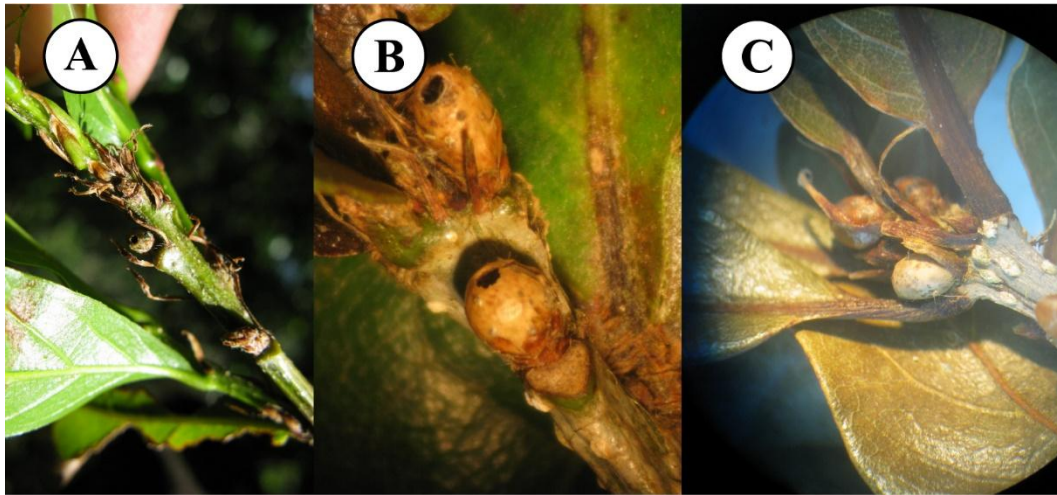


Figura 65. Agallas A-018. (A-C) Agallas maduras inducidas sobre *Q. bumelioides*.

-Distribución: A-018 se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1170- 2500 msnm en Palmira, El Salto y Volcán Barú en la provincia de Chiriquí (Fig. 66).

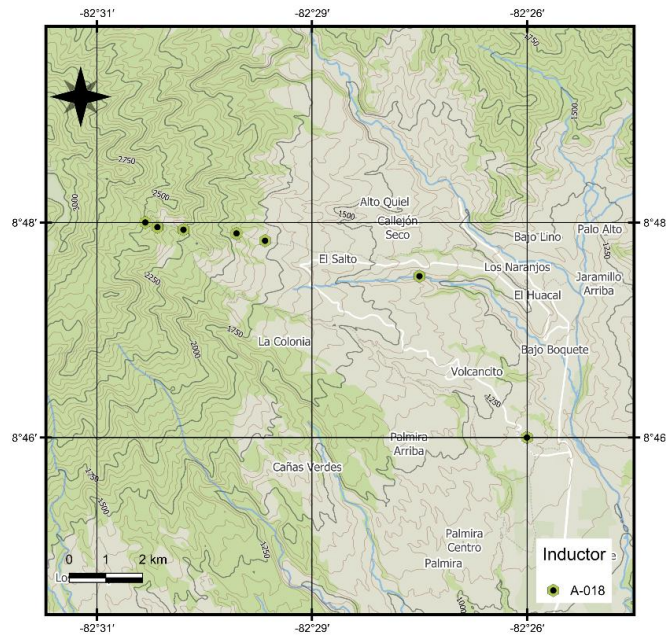


Figura 66. Mapa de distribución de A-018

-Biología: Agallas formadas en yemas laterales y axilares en las ramas de *Quercus bumelioides*. La A-018 presentó una mayor incidencia en los meses de diciembre a febrero, durante la estación seca.

-Comentarios: La agalla no es fácil de detectar en campo ya que apenas es perceptible entre las yemas foliares normales del árbol. Lo recomendable es diseccionar en el laboratorio la mayor cantidad de yemas para su detección.

Agalla A-019

-Agalla: Agallas solitarias, lenticelares, en forma de disco, ligeramente rugosas, pubescente y de color verde claro cuando están frescas y naranja cuando están maduras (Fig. 67). Se han

recolectado 140 agallas durante todo el muestreo de las cuales no se ha podido obtener el adulto inductor. Por lo que se puede considerar una agalla muy común.

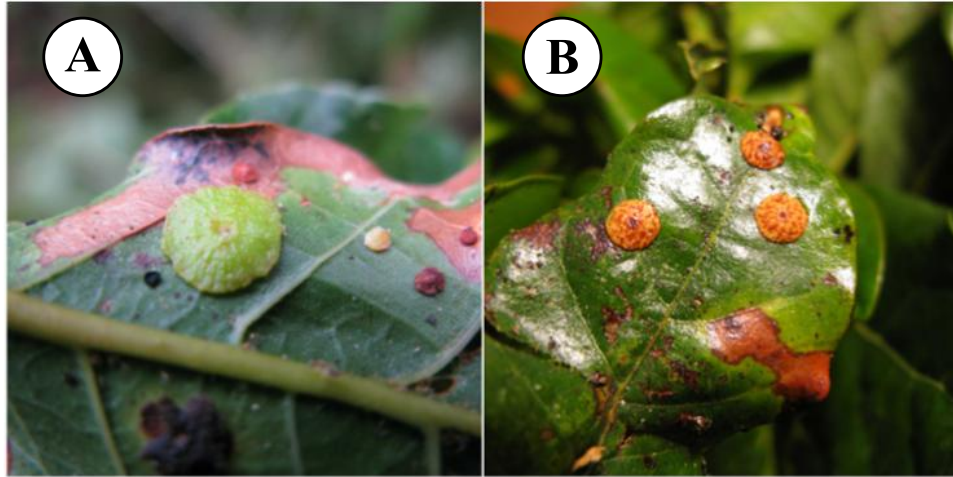


Figura 67. Agallas A-019. (A) Agalla inmadura . (B) Agallas maduras sobre *Q. bumelioides* en Volcán Barú..

Distribución: A-019 se distribuye en altitud de 1790-3100 msnm en El Salto y Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 68).

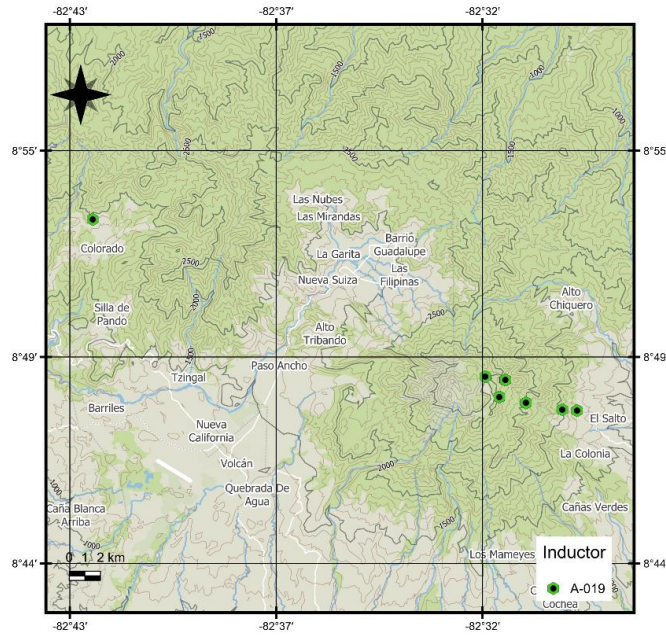


Figura 68. Mapa de distribución de A-019

-Biología: Agallas formadas en las hojas de *Quercus bumelioides*. A-019 se colectó de noviembre a marzo, durante finales de la estación lluviosa y durante toda la estación seca, siendo febrero el mes de mayor incidencia.

-Comentarios: Al igual que la A-10 esta es una agalla bastante abundante en el Volcán Barú. Sin embargo, los métodos de cría utilizados no han permitido la obtención de los adultos inductores.

Agalla A-23

-Agalla: Agallas globosas a esféricas, lisas de color amarillo claro cuando están frescas y de color rojo a púrpura cuando están maduras. Agallas solitarias o formando agrupaciones de

hasta tres (Fig. 69). Se han recolectado 135 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo ha emergido 1 adulto. Por lo que se puede considerar una agalla común.

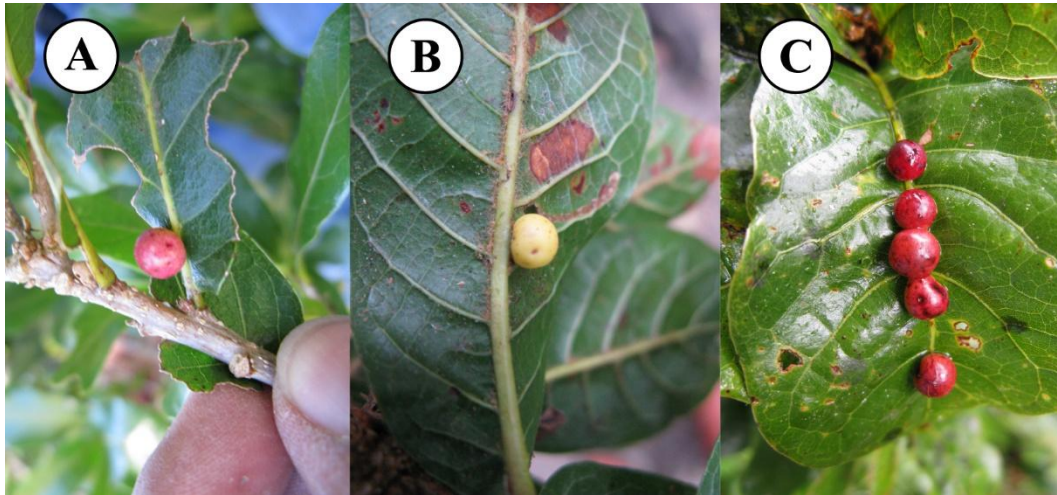


Figura 69. Agallas A-023. (A-C) Agallas maduras sobre hojas de *Q. bumelioides* en Volcán Barú.

Distribución: A-023 se distribuye en altitud de 1790- 3100 msnm. Volcán Barú y El Sendero de los Quetzales, en la provincia de Chiriquí (Fig. 70).

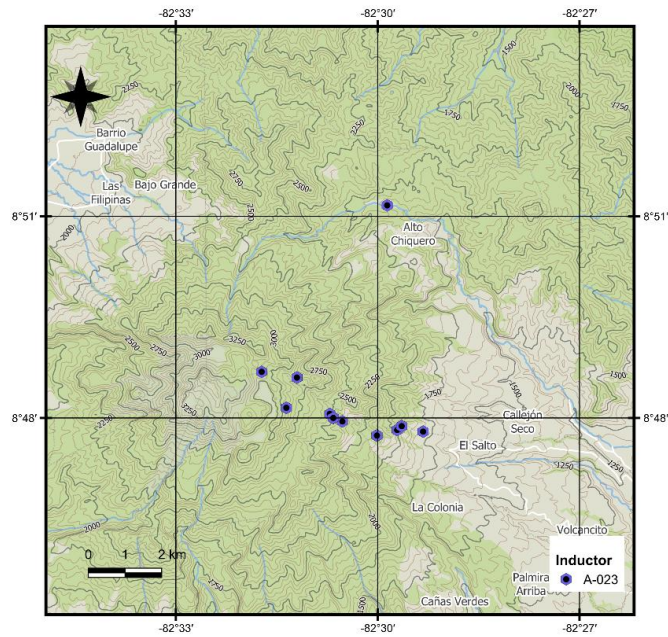


Figura 70. Mapa de distribución de A-023

-Biología: Agallas inducidas en la vena media de hojas de *Quercus bumelioides*. La A-23 se colectó todo el año, aunque presenta una mayor incidencia durante los meses de la estación seca.

-Comentarios: El único espécimen obtenido se ha observado bajo el microscopio electrónico de barrido y por sus estructuras morfológicas es una especie próxima al género *Neuroterus*.

De la agalla A-023 se han obtenido individuos de *Synergus elegans* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

Agalla A-024

-Agalla: Agallas globosas o esféricas, densamente pubescentes con superficie aterciopelada o afieltrada, creciendo solitarias. De color blancuzco a amarillento pálido, a veces teñido de rosa o rojo cuando está fresco y rojizo oscuro cuando madura (Fig. 71). Se han recolectado 7 agallas durante todo el muestreo, pero no se ha podido obtener el adulto inductor. Por lo que se puede considerar una agalla muy rara.

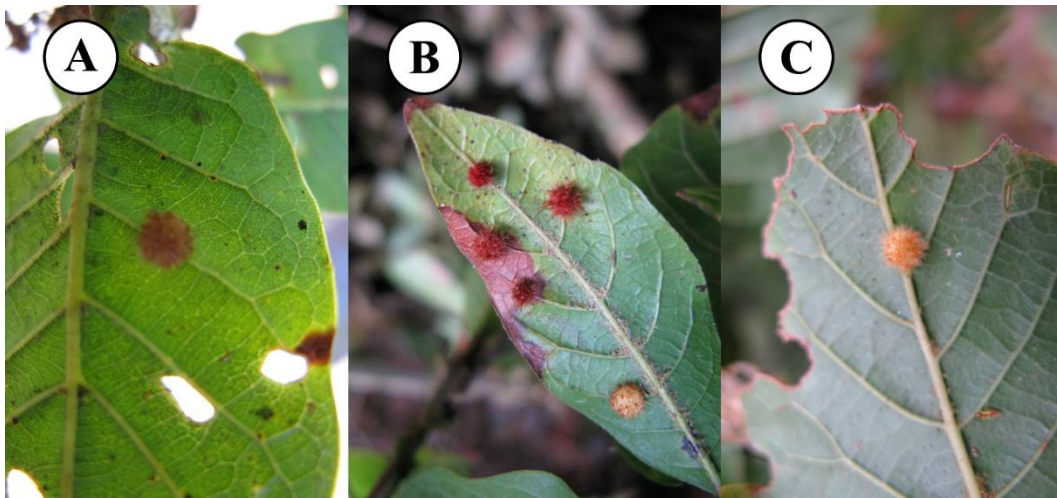


Figura 71. Agallas A-024. (A) Agalla inmadura. (B) Agallas maduras. (C) Agalla sobre *Q. bumelioides* en Volcán Barú

Distribución: A-024 se distribuye en altitud de 2500-2950 msnm Volcán Barú en la provincia de Chiriquí (Fig. 72).

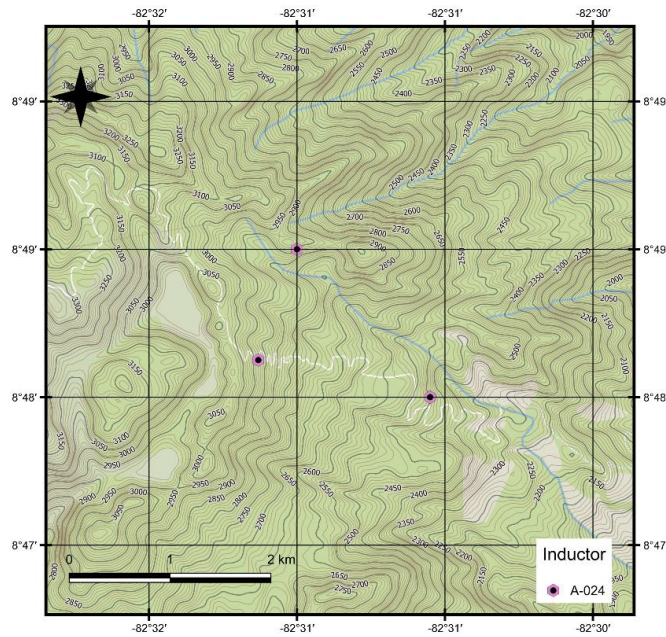


Figura 72. Mapa de distribución de A-024

-Biología: Agallas inducidas en el limbo foliar de *Quercus bumelioides*. A-024 se colectó entre diciembre y junio, en la estación seca e inicios de la estación lluviosa.

Agalla A-025

-Agalla: Agallas crípticas poco visibles, se desarrollan bajo la corteza de las ramitas, en forma de celdas larvarias alargadas que normalmente no causan hinchazones. La única evidencia de agallas es la presencia de los típicos agujeros de emergencia de los adultos (Fig. 73). Se han recolectado 7 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 10 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla muy rara.



Figura 73. Sección de la agalla A-025 mostrando larvas inducidas en tallos de *Q. bumelioides*.

-Distribución: A-025 se encontró en rango altitudinal de 2500 msnm en Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 74).

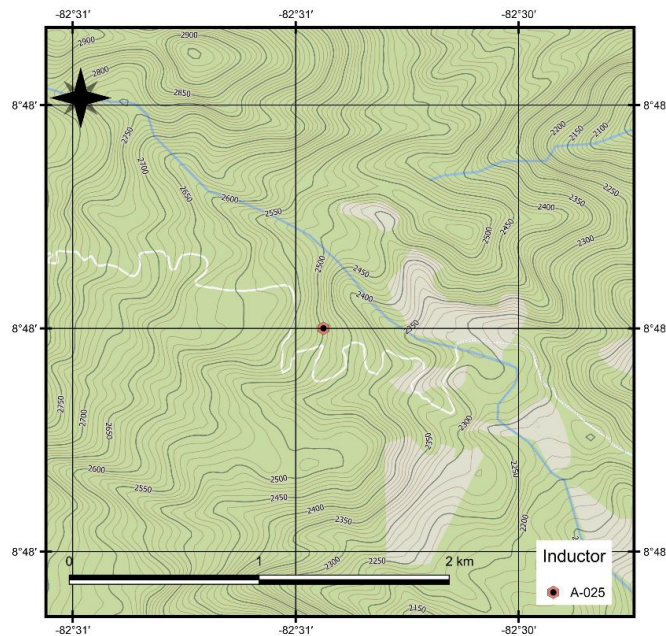


Figura 74. Mapa de distribución de A-025

-Biología: Agallas inducidas en las ramas de *Quercus bumelioides*. En enero a febrero se colectó A-025 en la estación seca.

-Comentarios: Al igual que las agallas inducidas por las especies de los géneros *Loxaulus* y *Bassetia* esta agalla es difícil de detectar en campo por lo que se recomienda llevar ramas y troncos frescos al laboratorio para su disección y detección de la agalla.

Agalla A-026

-Agalla: agallas solitarias aplanadas, lisas, en forma de disco con bordes angulosos y espinosos, de color amarillo claro o rosado cuando están frescas y de color marrón oscuro cuando están maduras (Fig. 75). Se han recolectado 236 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo se ha obtenido un adulto. Por lo que se puede considerar una agalla muy común.



Figura 75. Agallas A-026. (A) Agallas inmaduras. (B-C) Agallas maduras sobre *Q. bumelioides* en Alto Chiquero.

Esta es otra de las agallas que a pesar de su abundancia en el Volcán Barú los métodos de cría no han permitido obtener los adultos inductores.

Agalla A-032

-Agalla: Agallas solitarias, ovaladas a cilíndricas, pequeñas y de superficie lisa, de color gris claro cuando está fresca a marrón oscuro en las que están maduras. Agallas con una cámara larval (Fig. 77). Se han recolectado 66 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 3 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.



Figura 77. Agallas A-032 inducidas sobre *Q. lancifolia* en Palmira.

-Distribución: A-032 se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1080- 2500 msnm en Alto Chiquero, Cotito, Palmira y Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 78).

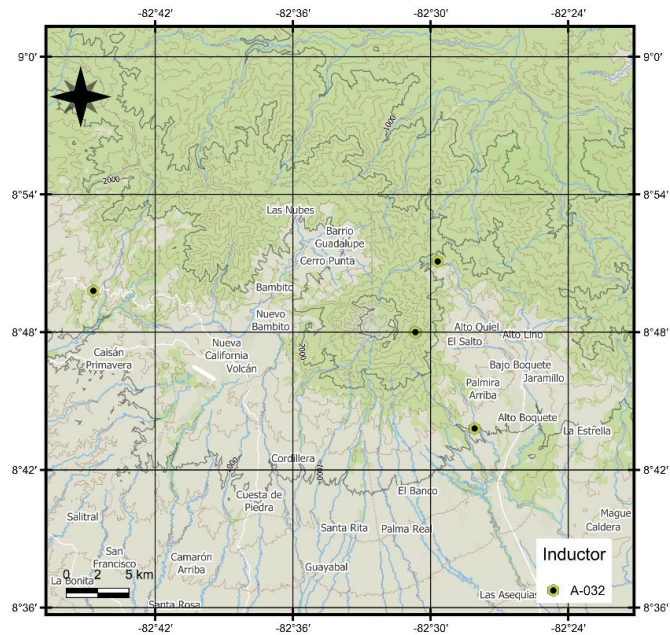


Figura 78. Mapa de distribución de A-032

-Biología: Agallas inducidas en las hojas de *Quercus bumelioides* y *Quercus lancifolia*, las agallas presentan una mayor incidencia en los meses de marzo a noviembre, durante la estación seca y mayormente la estación seca.

-Comentarios: Esta agalla tiene una amplia distribución por la cordillera Central del país ya que ha sido encontrada desde el Volcán Barú hasta Renacimiento, creciendo en agregados sobre el haz de la hoja.

Agalla A-036

-Agalla: Agallas lentiformes, solitarias, en forma de un disco, pequeñas y con la superficie muy pubescente, con un pezón marcado en el centro del disco; de color verde, similar a la hoja, cuando están frescas y de color amarillo a marrón oscuro cuando maduran (Fig. 79). Se

han recolectado 66 agallas durante todo el muestreo, pero no se ha podido obtener el adulto inductor. Por lo que se puede considerar una agalla muy común.

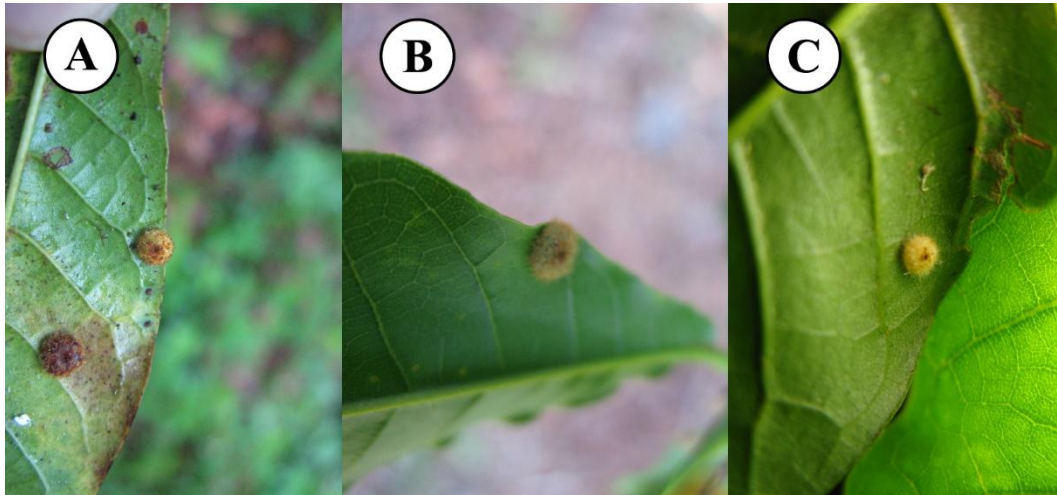


Figura 79. Agallas A-036. (A-C) Agallas maduras inducidas sobre *Q. lancifolia*.

-Distribución: A-036 se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 1080- 3190 msnm en Palmira, Cotito, Selva Negra, Volcán Barú y Piedra Candela, en la provincia de Chiriquí (Fig. 80).

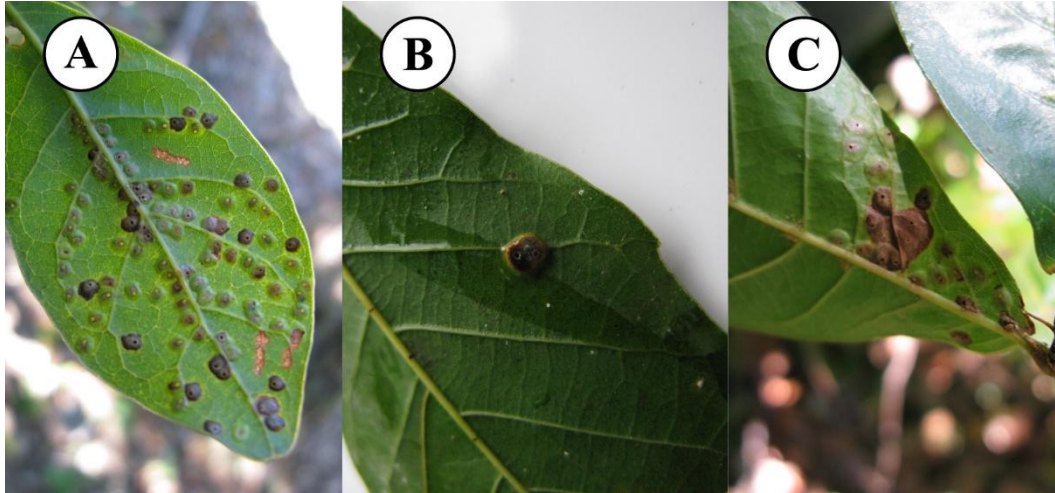


Figura 81. Agallas A-037. (A-C) Agallas maduras e inmaduras sobre hojas de *Q. bumelioides*, creciendo solitarias o en grupos en varias etapas de desarrollo

Distribución: A-037 se distribuye en altitud de 1080-3190 msnm en Renacimiento, Palmira, Cerro Respingo y Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 82).

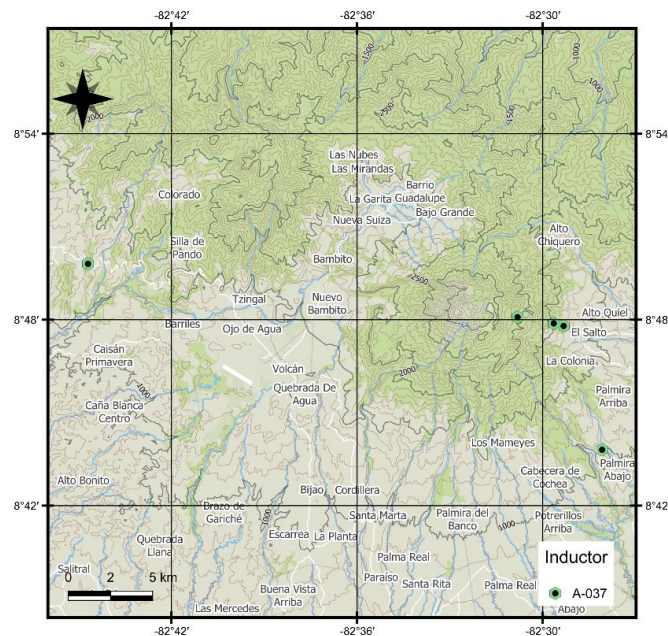


Figura 82. Mapa de distribución de A-037

-Biología: Agallas inducidas en las hojas de *Quercus bumelioides*, estas presentan una mayor incidencia en los meses de octubre hasta diciembre, durante la estación lluviosa.

-Comentarios: Por la morfología de los adultos estudiados a través del microscopio electrónico de barrido la especie es muy cercana al género *Neuroterus*.

Agalla A-040

-Agalla: Agallas solitarias, inducidas en la vena media de hojas de su hospedero, presentes como hinchazones, con una superficie rugosa y una sola cámara larval, de color marrón cuando están maduras (Fig. 83). Se ha recolectado 1 agalla durante todo el muestreo y no se ha obtenido el adulto inductor. Por lo que se puede considerar una agalla muy rara.



Figura 83. Agalla A-040 inducida en la vena media de *Q. bumelioides*.

-Distribución: A-040 se colectó en un solo punto a 1790 msnm en Volcán Barú en la Provincia de Chiriquí (Fig. 84).

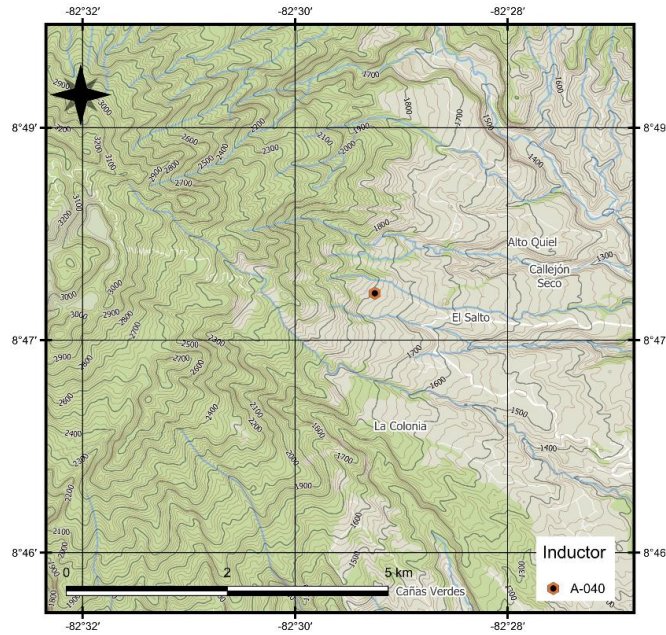


Figura 84. Mapa de distribución de A-040

-Biología: Agallas solitarias, inducidas en la vena media de *Quercus bumelioides*, esta fue colectada en el mes de enero, durante la estación seca.

Agalla A-042

-Agalla: Agallas crípticas, desarrollándose dentro del tejido de las ramas y tronco, formando hinchazones en el tejido, creciendo solitarias o en grupos de hasta dos agallas. Solo presentan una cámara larval. De color gris claro parecidos al tejido de tallo y cuando están maduras presentan un solo agujero de emergencia y son de color marrón oscuro (Fig. 85). Se han recolectado 12 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 3 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.

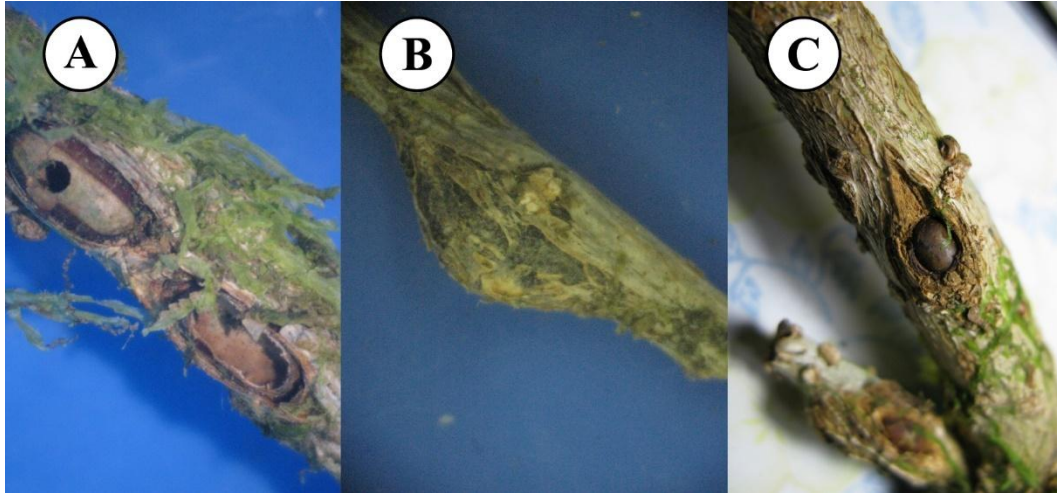


Figura 85. Agallas de A-042. (A) Sección de la agalla mostrando la cámara larval y el agujero de emergencia en la agalla superior. (B) Agalla inducida sobre *Q. bumelioides*. (C) Agalla madura

-Distribución: A-042 se conoce de un solo punto a 2500 msnm en Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 86).

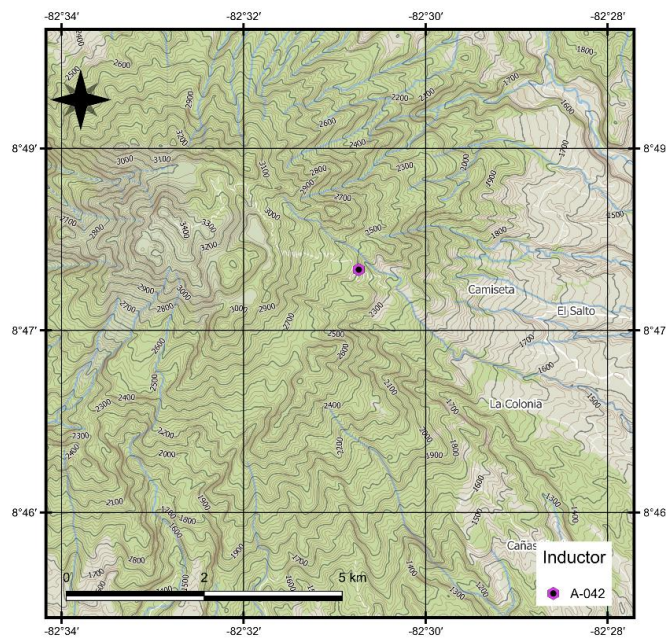


Figura 86. Mapa de distribución de A-042

-Biología: Agallas inducidas en los tallos y ramas de *Quercus bumelioides* en los meses de junio a diciembre, durante la estación lluviosa.

-Comentarios: Los adultos de esta agalla presentan características de varios géneros una condición muy común en los cinípidos de Panamá, por lo que se está a la espera de la obtención de algunos más para desarrollar estudios moleculares.

Agalla A-045

-Agalla: Agallas ovaladas a fusiformes, pequeñas con un ápice marcado en su extremo distal, presentan colores verdosos similar al color de la hoja, cuando están frescos y naranja a marrón cuando maduras (Fig. 87). Se han recolectado 11 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo se ha recuperado un adulto inductor. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.



Figura 87. Agallas A-045 inducidas sobre hojas de *Q. bumelioides*

-Distribución: A-045 se conoce de un solo punto a 2900 msnm en Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 88).

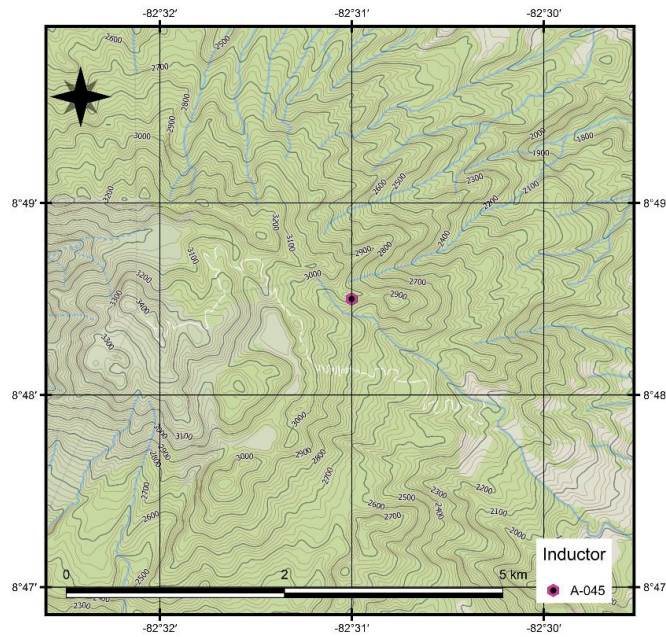


Figura 88. Mapa de distribución de A-045

-Biología: Agallas inducidas en las hojas de *Quercus bumelioides* y fue colectada en el mes de marzo durante la estación seca.

-Comentarios: El adulto inductor que se obtuvo de esta agalla fue un macho cuyos caracteres morfológicos no permitió incluir en ningún género de Cynipini conocido.

Agalla A-047

-Agalla: Agallas globosas o esféricas, densamente pubescentes con superficie aterciopelada o afieltrada, creciendo en grupos de dos o más agallas, de color blancuzco cuando están frescas y de color marrón oscuro cuando están maduras (Fig. 89). Se han recolectado 76 agallas durante todo el muestreo, pero no se ha podido obtener el adulto inductor. Por lo que se puede considerar una agalla común.

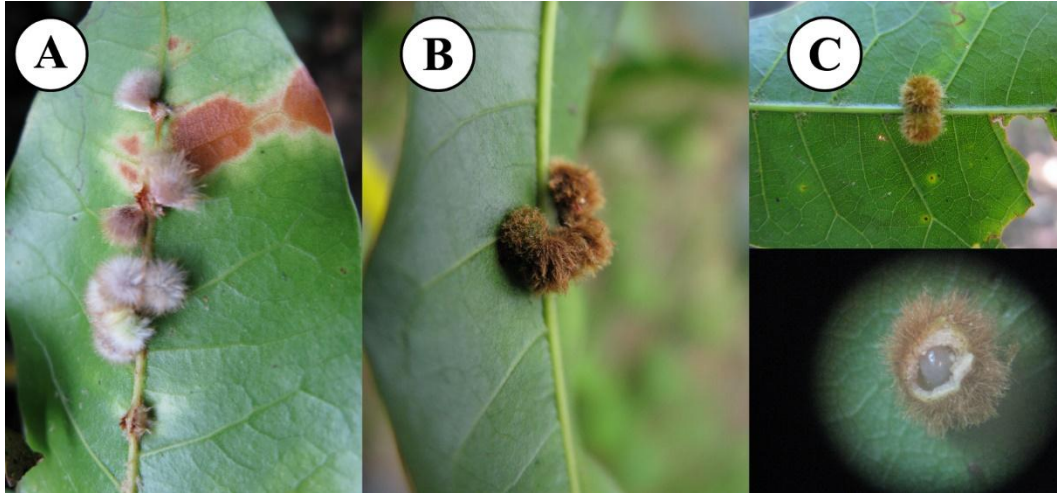


Figura 89. Agallas A-047. (A) Agallas inmaduras. (B) Agallas maduras. (C) Sección de A-047 mostrando una larva.

-Distribución: A-047 se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1170- 2500 msnm en Palmira, El Salto y Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 90).

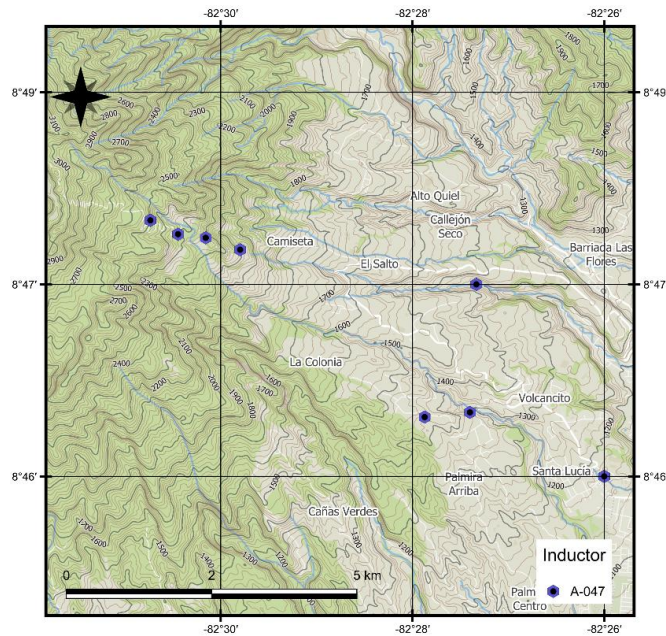


Figura 90. Mapa de distribución de A-047

-Biología: Agallas inducidas en la vena media de las hojas de *Quercus salicifolia*, con una mayor incidencia en los meses de junio y julio durante la estación lluviosa.

Agalla A-048

-Agalla: Agallas crípticas poco conspicuas, creciendo dentro del tejido de las ramas y son casi imperceptibles hasta que el adulto emerja de la única cámara larval. Creciendo solitarias o en grupo de dos agallas (Fig. 91). Se han recolectado 6 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido un adulto. Por lo que se puede considerar una agalla muy rara.

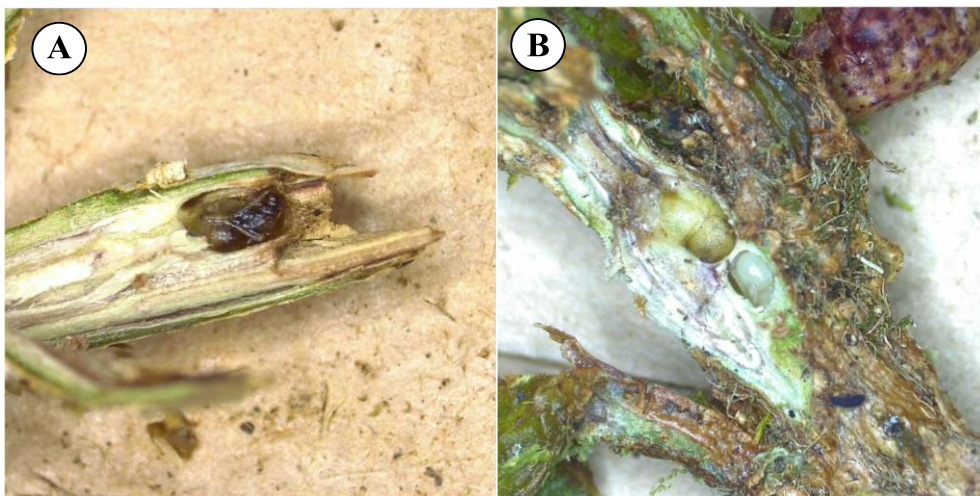


Figura 91. Agallas A-048. (A) Sección de A-048 mostrando una pupa en fase avanzada. (B) Sección de agallas mostrando larvas.

-Distribución: Agalla conocida de un único sitio a 1310 msnm en El Salto, en la provincia de Chiriquí (Fig. 92).

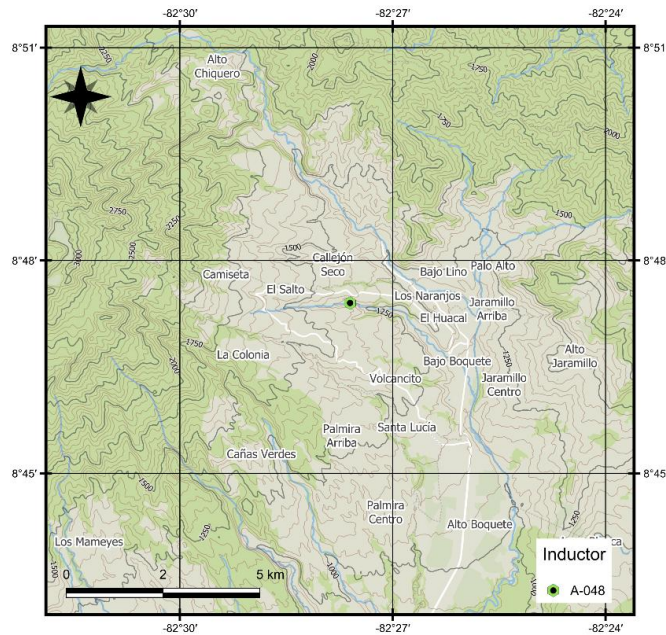


Figura 92. Mapa de distribución de A-048

-Biología: Agallas inducidas en tallos y ramas de *Quercus salicifolia*, colectada en el mes de marzo, durante la estación seca.

-Comentarios: Esta agalla y la A-25 son muy similares en estructura, sin embargo, difieren en la especie de *Quercus* hospedante. Mientras que la A-25 fue colectada en *Q. bumelioides*, la A-48 fue colectada sobre *Quercus salicifolia* por lo que se mantendrán separadas hasta el estudio de los adultos de ambas especies o se determine si fue un error de identificación de *Quercus* hospedante en alguna de las especies.

Agalla A-053

-Agalla: Agallas solitarias, ovaladas y aplanadas en el ápice, con una base ancha unida al peciolo, de color rojo cuando están jóvenes (Fig. 93). Se han recolectado 3 agallas durante

todo el muestreo de las cuales no se ha obtenido el inductor. Por lo que se puede considerar una agalla muy rara.



Figura 93. Agalla A-053. (A-B) Agalla inmadura A-053 inducida sobre *Q. lancifolia*.

-Distribución: A-053 se encuentra en rango altitudinal de 1080- 1170 msnm, en Piedra Candela y Palmira, en la Provincia de Chiriquí (Fig. 94).

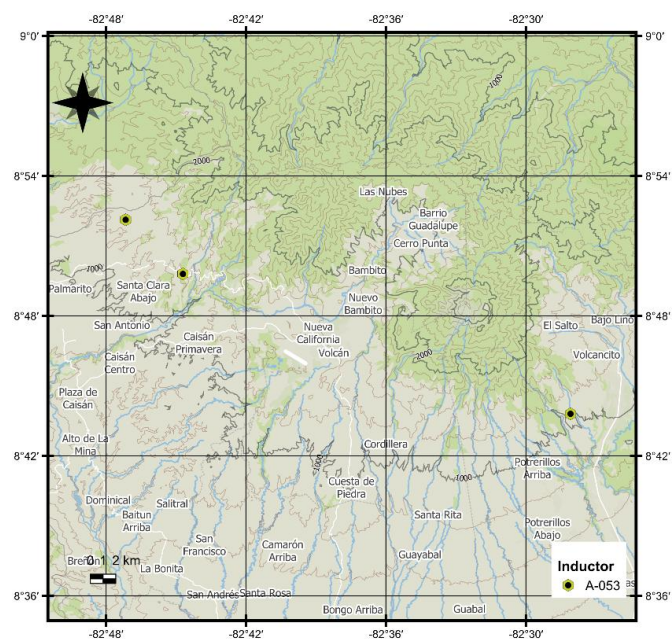


Figura 94. Mapa de distribución de A-053

-Biología: Agallas solitarias inducidas en el peciolo de las hojas de *Quercus lancifolia*, colectadas en los meses de marzo a mayo, durante la estación seca.

Agalla A-056

-Agalla: Agallas solitarias, pequeñas, ovaladas a cilíndricas, con un pezón marcado en el ápice, superficie lisa, de color verde, igual al tejido de la hoja, cuando están frescas y de color marrón oscuro cuando están maduras (Fig. 95). Se han recolectado 67 agallas durante todo el muestreo, pero no se ha obtenido el inductor. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.

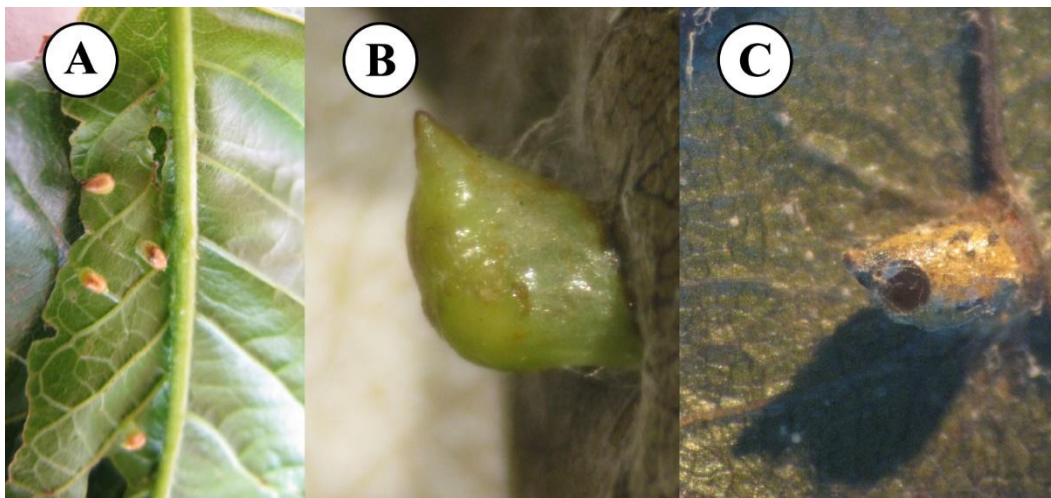


Figura 95. Agallas A-056. (A-B) Agallas maduras. (C) Agalla inducida sobre *Q. lancifolia*, mostrando un agujero de emergencia

-Distribución: A-056 se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1080- 1170 msnm, en Piedra Candela y Palmira, en la Provincia de Chiriquí (Fig. 96).

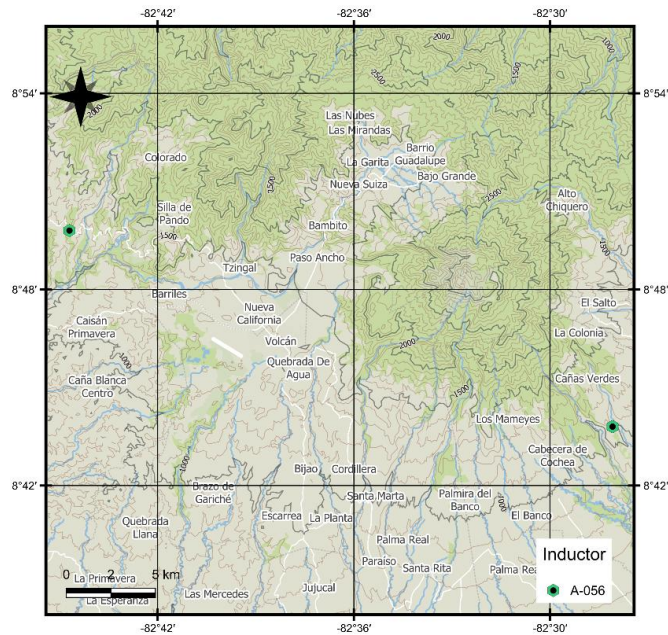


Figura 96. Mapa de distribución de A-056

-Biología: Agallas inducidas en las hojas de *Quercus lancifolia*. Colectada en los meses de diciembre hasta marzo, durante la estación seca.

-Comentarios: Esta agalla forma agregados sobre el envés de las hojas de *Quercus lancifolia*.

Agalla A-057

-Agalla: Agallas solitarias, en forma de cono con una hendidura marcada en el ápice, rugosas y aterciopeladas, de colores blancuzcos y amarillos cuando están fresca y de colores marrones oscuros cuando están maduras (Fig. 97). Se han recolectado 23 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido un adulto. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.



Figura 97. Agrupación de agallas maduras A-057 inducidas sobre hojas de *Q. lancifolia*.

-Distribución: A-057 se conoce de un solo punto a 1330 msnm en Piedra Candela, en la provincia de Chiriquí (Fig. 98).

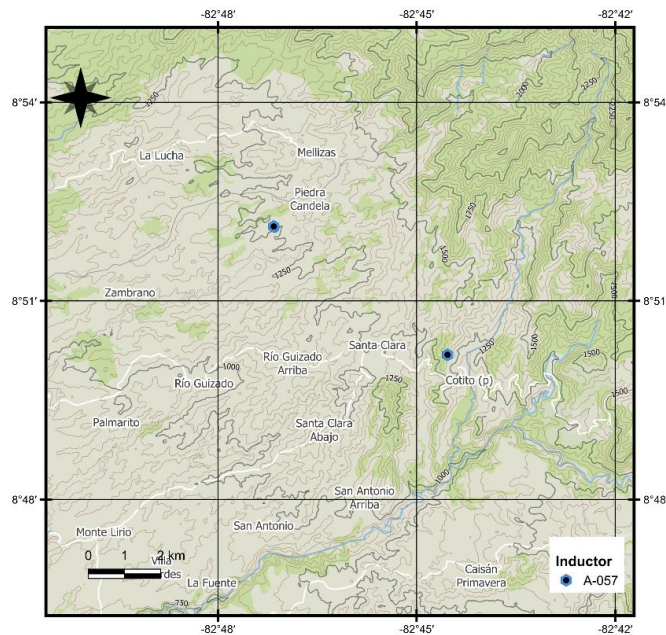


Figura 98. Mapa de distribución de A-057

-Biología: Agallas inducidas en las hojas de *Quercus lancifolia*, colectada en el mes de abril, durante la estación seca.

-Comentarios: El único espécimen obtenido se ha observado bajo el microscopio electrónico de barrido, pero sus estructuras morfológicas no permiten la asignación a ningún género conocido dentro de Cynipini.

Agalla A-058

-Agalla: Agallas globosas o esféricas, densamente pubescentes con superficie aterciopelada o afieltrada, creciendo solitarias. De color amarillento cuando están maduras (Fig. 99). Se han recolectado 31 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 4 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.



Figura 99. Agalla inmadura A-058 inducida sobre hojas de *Q. lancifolia* en Piedra Candela.

-Distribución: A-058 se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1070- 1930 msnm en Piedra Candela, Palmira y Cotito, en la provincia de Chiriquí (Fig. 100).

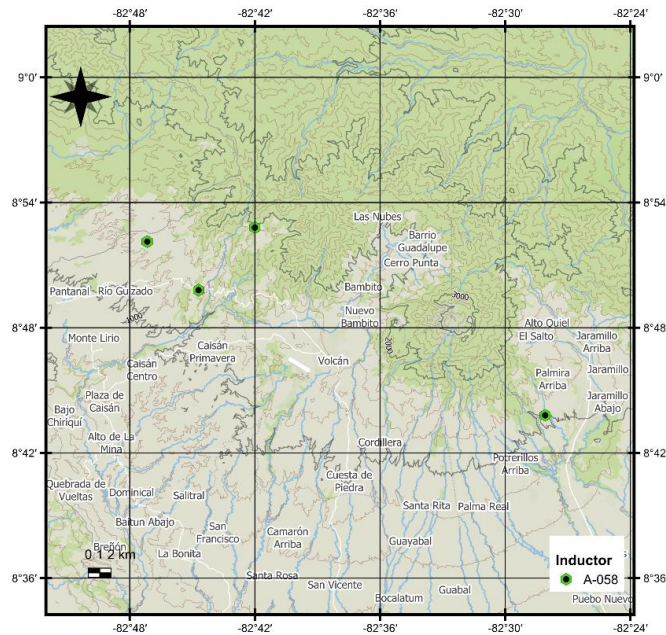


Figura 100. Mapa de distribución de A-058

-Biología: Agallas inducidas en la vena media en hojas de *Quercus lancifolia*, presentando una mayor incidencia en junio, durante la estación lluviosa, pero también fue colectada durante la estación seca.

-Comentarios: Esta agalla es muy similar a *Andricus guatemalensis* (Cameron, 1883) de Guatemala. La morfología de los adultos estudiados de esta especie indica que pertenece al llamado “Cynips Group”, pero sin poder ser incluido en ninguno de los géneros conocidos. Por lo que los análisis moleculares en marcha indicarán la posición taxonómica correcta de esta especie.

Agalla A-059

-Agalla: Agallas esféricas u ovadas, con superficie lisa, creciendo solitarias o en grupos de hasta cuatro agallas. De color amarillo cuando están frescas y de color marrón oscuro cuando están maduras (Fig. 101). Se han recolectado 33 agallas durante todo el muestreo, pero no se ha podido obtener el adulto inductor. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.



Figura 101. Agallas A-059 inducidas sobre la vena media de *Q. lancifolia* en Piedra Candela.

-Distribución: A-059 se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1170- 1930 msnm en Piedra Candela y Cotito, en la provincia de Chiriquí (Fig. 102).

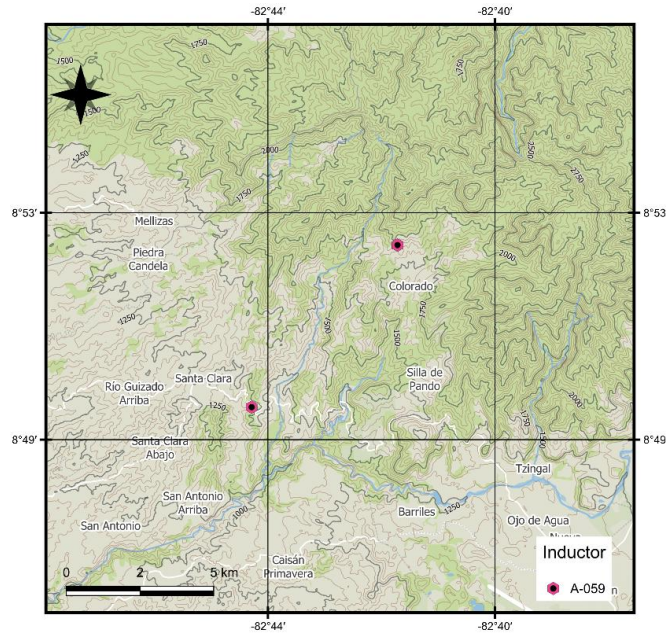


Figura 102. Mapa de distribución de A-059

-Biología: Agallas inducidas en la vena media en hojas de *Quercus lancifolia*, presentando una mayor incidencia en los meses de mayo a junio, durante la estación lluviosa.

Agalla A-061

-Agalla: Agallas cilíndricas con la base ligeramente ensanchada y con un agujero de emergencia en el ápice, superficie ligeramente aterciopelada o rugosa. De color marrón cuando están maduras (Fig. 103). Se han recolectado 3 agallas durante todo el muestreo, pero no se ha podido obtener el inductor. Por lo que se puede considerar una agalla rara.



Figura 103. Agalla A-061 inducida sobre hoja de *Q. lancifolia* en Piedra Candela.

-Distribución: A-061 se colectó en un solo punto a 1930 msnm en Piedra Candela, provincia de Chiriquí (Fig. 104).

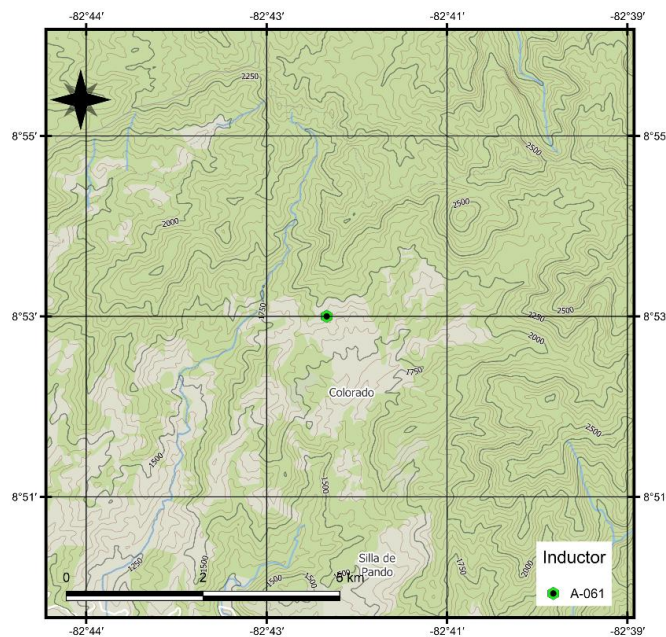


Figura 104. Mapa de distribución de A-061

-Biología: Agalla inducida en las hojas de *Quercus lancifolia*, las agallas fueron colectadas en enero, durante la estación seca.

Agalla A-062

-Agalla: Agallas globosas o esféricas, con pubescencias largas de color amarillo pálido cuando están frescas y de color marrón cuando están maduras. Creciendo solitaria. (Fig. 105). Se recolectó 1 agalla durante todo el muestreo de donde no se pudo obtener el inductor. Por lo que se puede considerar una agalla muy rara.



Figura 105. Agalla madura A-062 inducida sobre la vena media de *Q. bumelioides* en el Parque Internacional La Amistad.

-Distribución: A- 062 se colectó en un solo punto a 1800 msnm en el Parque Internacional La Amistad, en la provincia de Chiriquí (Fig. 106).

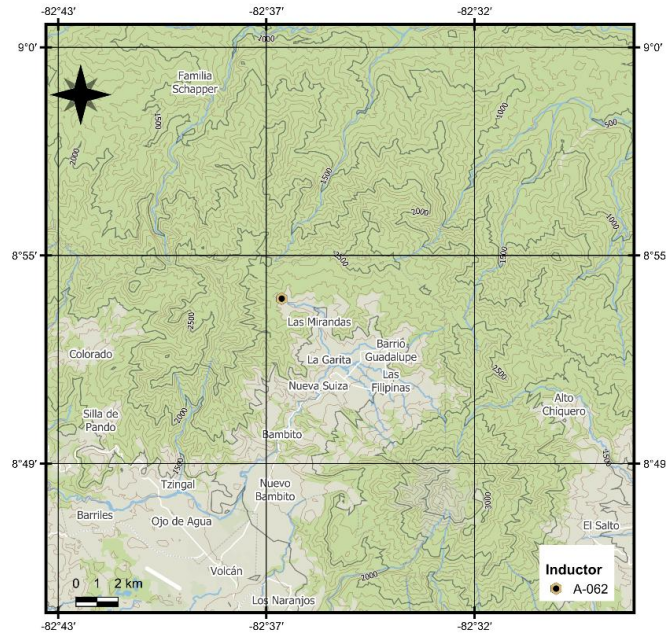


Figura 106. Mapa de distribución de A-062

-Biología: Agallas inducidas en la vena media de *Quercus bumelioides*, fueron colectadas en abril, durante la transición de estación seca y lluviosa.

-Comentarios: Esta agalla se asemeja a las A-24 y a la A-47, sin embargo, presenta una pubescencia algo diferente. Esto se puede deber al efecto que tienen los inquilinos y parasitoides que atacan el estado inmaduro del inductor y que en consecuencia deforman la agalla, pero mientras no hayan más evidencias biológicas la mantendremos como un morfotipo diferente.

Agalla A-069

Agalla: Agallas crípticas, solo hay una ligera hipertrofia del tallo y las agallas se detectan antes de la emergencia en adultos. La agalla consiste en pequeñas células larvarias

elipsoidales en el interior de las ramitas (Fig. 107). Se han recolectado 3 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido un adulto. Por lo que se puede considerar una agalla rara.



Figura 107. Adulto de A-069 dentro de su agalla

-Distribución: A-069 se encuentra distribuida sobre los 3000 msnm, en Volcán Barú, Provincia de Chiriquí (Fig. 108).

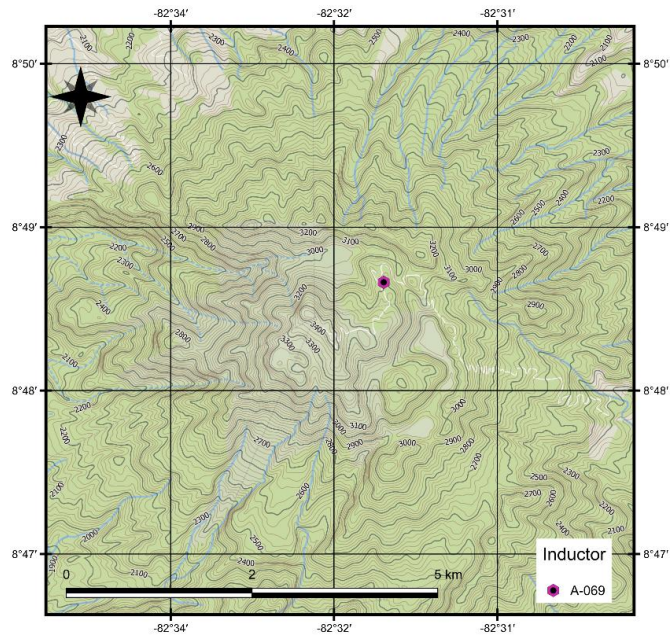


Figura 108. Mapa de distribución de A-069

-Biología: Agallas inducidas en ramas y tallos de *Quercus bumelioides*, fueron colectadas en meses de la estación lluviosa, con una mayor incidencia en los meses de junio hasta diciembre.

-Comentarios: El adulto inductor estudiado bajo el microscopio electrónico de barrido sugiere que la especie es afín al género *Andricus*. Pero se requieren más especímenes para su correcta clasificación.

Agalla A-072

-Agalla: Agallas inducidas en las bellotas de *Quercus salicifolia* (Fig. 109). Se han recolectado 2 agallas durante todo el muestreo, pero no se ha obtenido el inductor. Por lo que se puede considerar una agalla rara.



Figura 109. Agalla A-072. Sección de bellota de *Q. lancifolia* mostrando una larva de A-072.

-Distribución: A-072 se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1880- 3100 msnm en Alto Chiquero y Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 110).

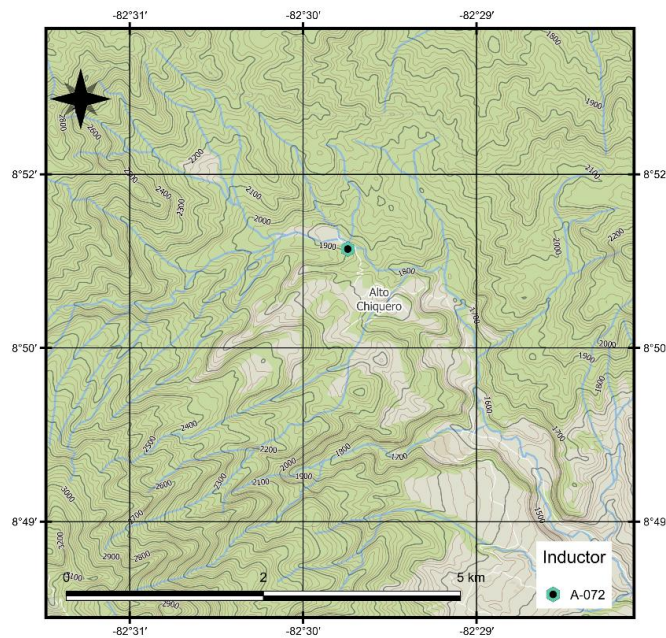


Figura 110. Mapa de distribución de A-072

-Biología: Agallas inducidas en bellotas de *Quercus salicifolia*, fueron colectadas en mayo.

Agalla A-074

-Agalla: Agallas multitalámicas, inducidas en las yemas foliares de *Quercus bumelioides*. (Fig. 111). Se han recolectado 4 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 2 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla muy rara.



Figura 111. Agallas de A-074

-Distribución: A-074 se encuentra distribuida en un solo punto a 2460 msnm en Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 112).

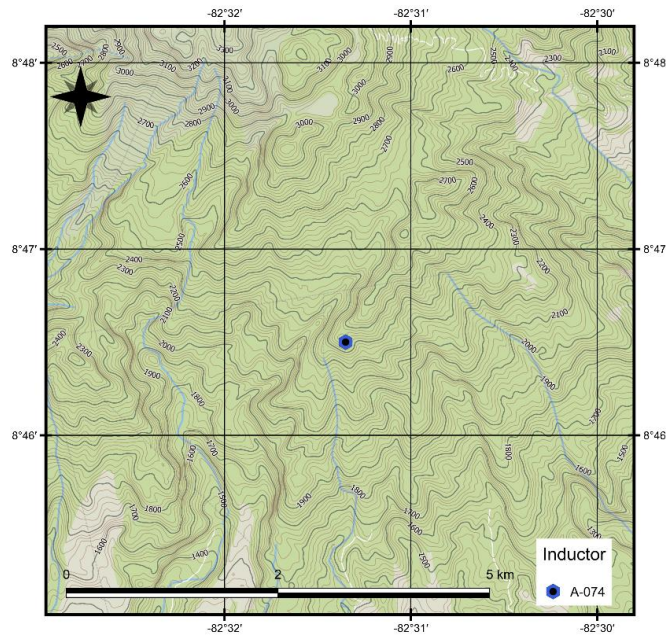


Figura 112. Mapa de distribución de A-074

-Biología: Agallas inducidas en las yemas foliares de *Quercus bumelioides*. La yema se lignifica para formar la agalla que parece ser multitalámica. La agalla fue colectada en el mes de octubre que corresponde a la estación lluviosa.

-Comentarios: Esta como otras agallas no se detectan en el campo, por lo que es importante coleccionar las ramas del árbol para diseccionar en el laboratorio. Esta agalla fue colectada en el Volcán Barú a la altura de la estación de Potrero-Muleto, pero lo más probable es que se encuentre distribuida por todo el camino del Volcán.

Agalla A-075

-Agalla: Agallas solitarias, cilíndrica, con bordes corrugados, de color verde claro cuando están frescas y se tornan rojas cuando maduran (Fig. 113). Se han recolectado 3 agallas

durante todo el muestreo, pero no se ha obtenido el inductor. Por lo que se puede considerar una agalla rara.



Figura 113. Agalla A-075 inmadura inducida en ramitas de *Q. salicifolia*.

Distribución: A-075 se distribuye en altitud de 1790- 1930 msnm en El Salto y Volcán Barú, en la provincia de Chiriquí (Fig. 114).

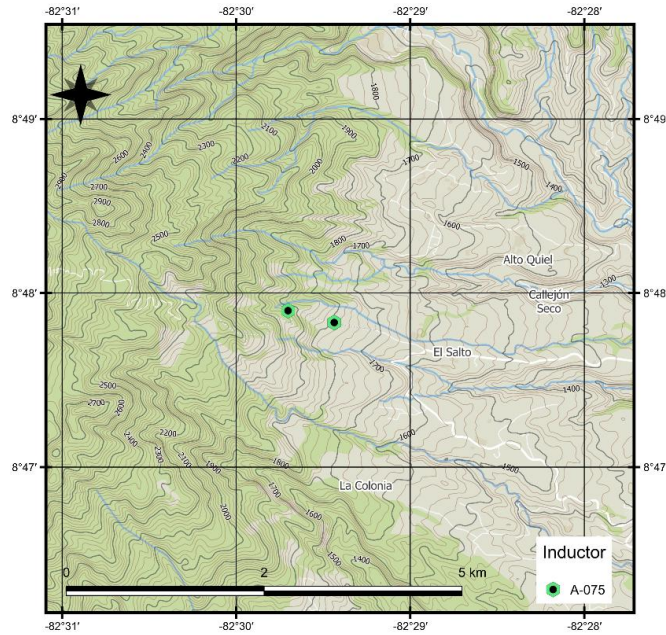


Figura 114. Mapa de distribución de A-075

-Biología: Agallas solitarias, inducidas en los tallos y ramitas de *Quercus salicifolia*, presentaron una mayor incidencia en los meses de octubre a noviembre, durante la estación lluviosa.

Agalla A-077

-Agalla: Agalla solitaria, fusiforme, unida al tejido de la hoja por un pedúnculo casi tan largo como la cámara larval. De color verde cuando están frescos y de color rojizo cuando maduran (Fig. 115). Se han recolectado 16 agallas durante todo el muestreo, pero no se ha obtenido el inductor. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.

-Biología: Agalla inducida en la vena media de hojas de *Quercus lancifolia*, presentaron una mayor incidencia en octubre, estación lluviosa.

Agalla A-079

-Agalla: Agallas inducidas en las yemas foliares, poco visibles hasta que puedan observarse los agujeros de emergencia, son agallas monotálamicas, con una sola cámara larval, rodeada por varias capas lignificadas (Fig. 117). Se han recolectado 36 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 4 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.

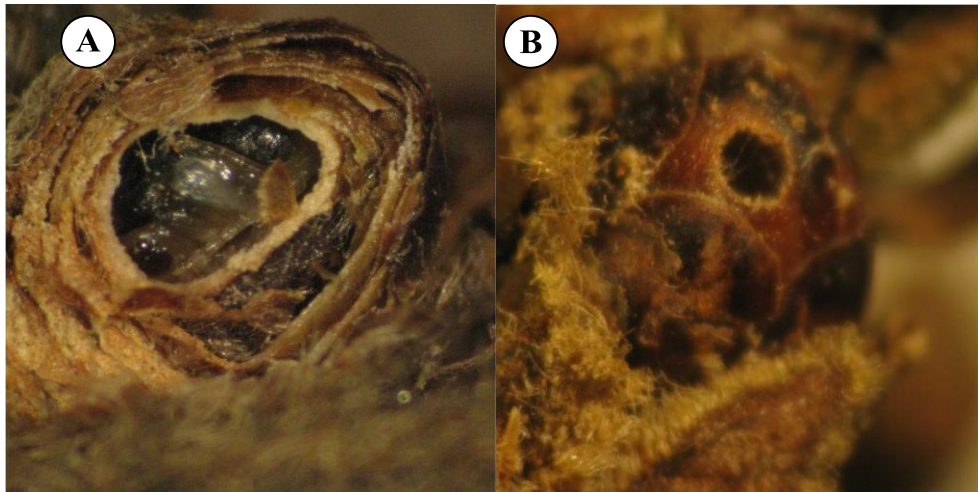


Figura 117. Agallas A-079. (A) Sección de la agalla A-079 mostrando la cámara larval y un adulto de A-079. (B) Agalla A-079 inducida sobre amentos florales de *Q. insignis*.

Distribución: A-079 se distribuye en altitud de 1540-1660 msnm en Alto Quiel y el Sendero de los Quetzales, en la provincia de Chiriquí. (Figs. 118).

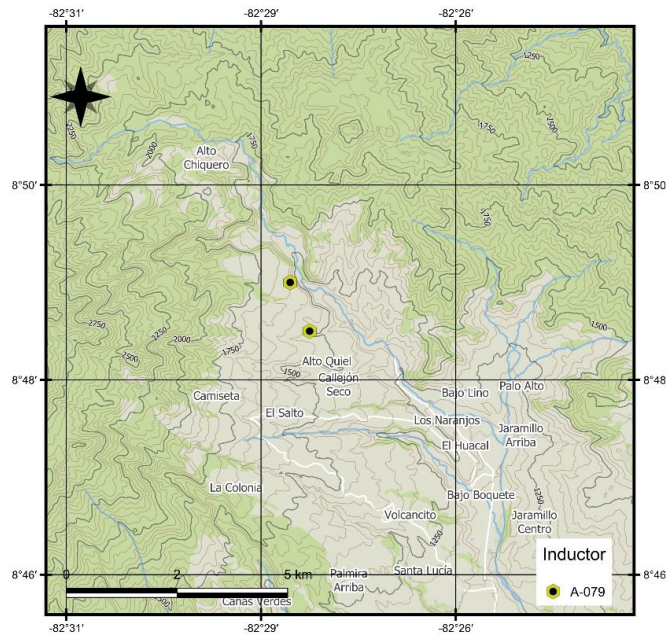


Figura 118. Mapa de distribución de A-079

-Biología: Agallas inducidas en los amentos florales de *Quercus insignis*, presentaron una mayor incidencia en la estación lluviosa, en los meses de octubre hasta enero, durante la estación seca.

-Comentarios: El adulto inductor estudiado bajo el microscopio electrónico de barrido sugiere que la especie es afín al género *Andricus*. Pero se requiere más especímenes para su correcta identificación.

Agalla A-080

Agalla: Agallas crípticas, solo hay una ligera hipertrofia del tallo y las agallas se detectan antes de la emergencia en adultos. La agalla consiste en pequeñas celdas larvarias elipsoidales en el interior de las ramitas (Fig. 119). Se han recolectado 25 agallas durante todo el muestreo

de las cuales solo han emergido dos adultos. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.



Figura 119. Grupo de agallas A-080 inducidas dentro del ramas de *Q. insignis*.

-Distribución: A-080 se encuentra en un solo punto a 1660 msnm en Bajo Mono, en la Provincia de Chiriquí (Figs. 120).

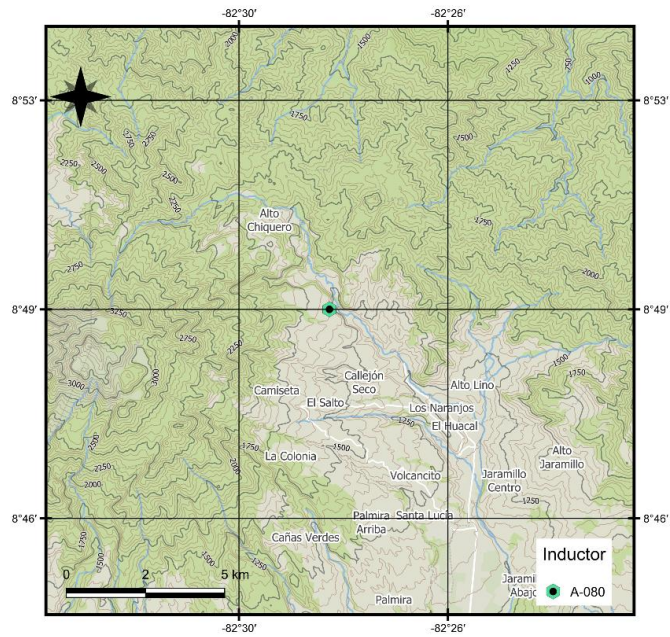


Figura 120. Mapa de distribución de A-080

-Biología: Agallas inducidas en las ramas de *Quercus insignis*, las agallas se colectaron en el mes de marzo, estación seca.

Agalla A-082

-Agalla: Agallas solitarias, cilíndricas, superficie marrón anaranjado y pubescencias blancas cuando está fresca (Fig. 121). Se han recolectado 60 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 3 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla común.



Figura 121. Agalla A-082 inducida sobre hojas de *Q. lancifolia* en Selva negra.

-Distribución: A-082 se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1100- 11500 msnm en Palmira y Selva Negra, en la Provincia de Chiriquí. (Figs. 122)

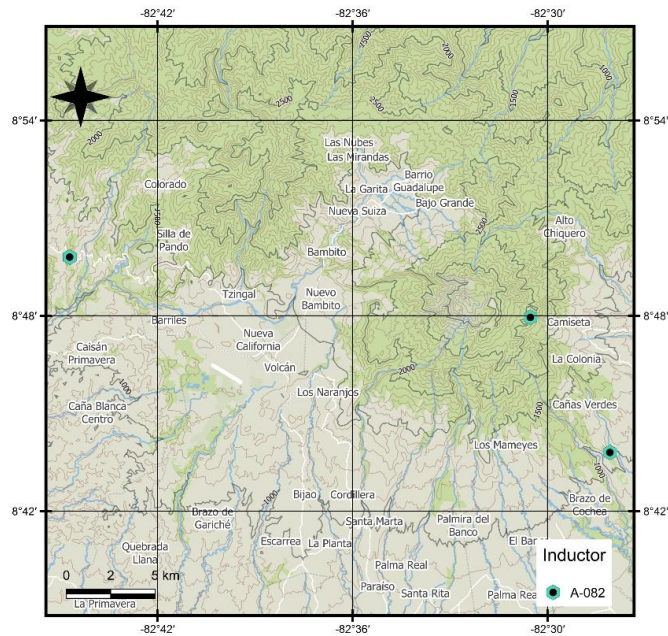


Figura 122. Mapa de distribución de A-082

-Biología: Agallas inducidas en hojas de *Quercus lancifolia*, presentan una mayor incidencia en la estación lluviosa, en noviembre.

-Comentarios: El adulto inductor estudiado bajo el microscopio electrónico de barrido sugiere que la especie es afín al género *Neuroterus*. Pero se requiere más especímenes para su correcta identificación.

De la agalla A-082 se han obtenido individuos de *Synergus gabrieli* una especie de inquilino de la tribu Synergini (Nieves- Aldrey & Medianero, 2011).

Agalla A-083

-Agalla: Agallas globosas y esféricas, rugosas o espinosas, superficie de color verde, parecido al color de las hojas y las espinas rosadas o rojas (Fig. 123). Se han recolectado 22 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 3 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.



Figura 123. Agalla A-083. Agalla A-083 inmadura inducida sobre las yemas axilares de *Q. lancifolia*.

-Distribución: A-083 se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1080- 1270 msnm en Palmira y Selva negra, en la Provincia de Chiriquí (Figs. 124)

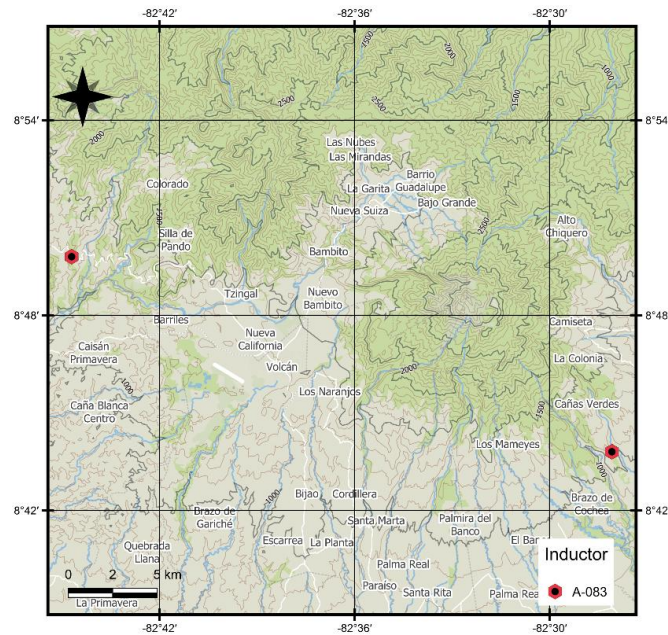


Figura 124. Mapa de distribución de A-083

-Biología: Agallas inducidas en las yemas axilares de *Quercus lancifolia*, presentando una mayor incidencia en los meses de diciembre a enero, durante la estación seca.

-Comentarios: El espécimen obtenido se ha observado bajo el microscopio electrónico de barrido, pero sus estructuras morfológicas no permiten la asignación a ningún género conocido dentro de Cynipini.

Agalla A-084

-Agalla: Agallas globosas, presentes como hinchazones en la corteza de ramas de sus hospederos, superficie de la agalla muy similar al tejido circundante no afectado (Fig. 125). Se han recolectado 1 agalla durante todo el muestreo de la cual no se obtuvo el inductor. Por lo que se puede considerar una agalla muy rara.



Figura 125. Agalla A-084. Agallas inmaduras A-084 inducidas en ramas de *Q. bumelioides*.

-Distribución: A-084 se colectó en Renacimiento, Piedra Candela, Chiriquí a 1275 msnm (Fig. 126).

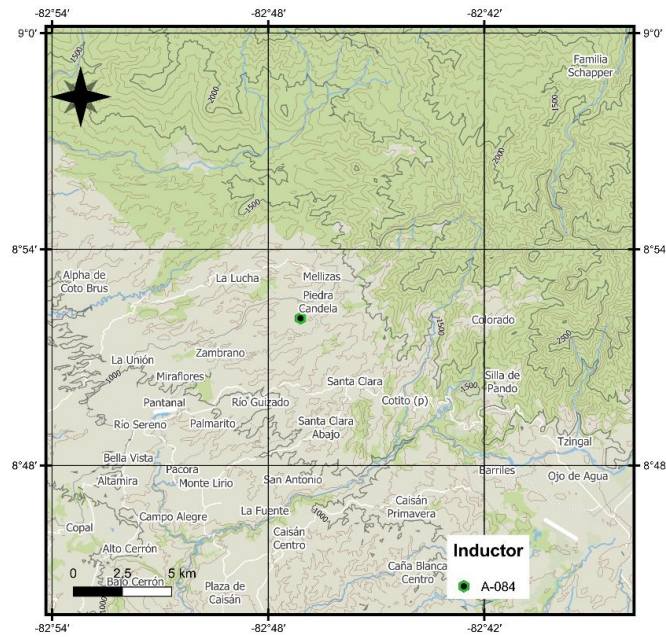


Figura 126. Mapa de distribución de A-084

-Biología: Agallas solitarias o formando grupos de hasta dos, inducidas en las ramas de *Quercus bumelioides*, colectada en el mes de noviembre durante la estación lluviosa.

-Comentarios: De esta agalla emergió *Agastoroxenia panamensis* Nieves-Aldrey & Medianero, un género monotípico de inquilino endémico de la región neotropical.

Agalla A-087

-Agalla: Agallas globosas o esféricas, con superficie densamente pubescente o aterciopelada. De color verde pálido cuando están frescas y de color rojo oscuro cuando están maduras (Fig. 127). Se han recolectado 2 agallas durante todo el muestreo de la cual no se obtuvo el inductor. Por lo que se puede considerar una agalla muy rara.



Figura 127. Agalla A-087. Agallas inmaduras A-087 inducidas en tallos de *Q. salicifolia*.

-Distribución: A-087 solo fue colectada en un solo punto a 1170 msnm en Volcancito, provincia de Chiriquí (Figs. 128).

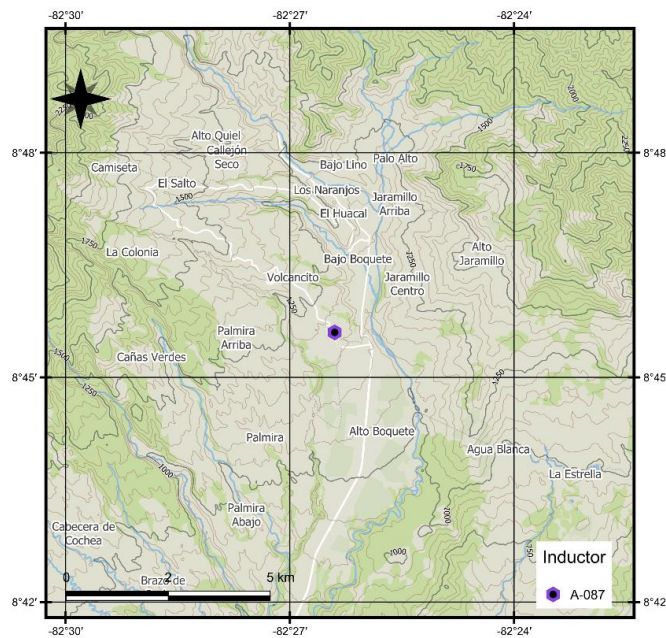


Figura 128. Mapa de distribución de A-087

-Biología: Agallas inducidas en los tallos de *Quercus salicifolia*, recolectadas en el mes de noviembre, estación lluviosa.

Agalla A-088

-Agalla: Agallas globosas o esféricas, lisas pero moteadas. De color verde brillante cuando están frescas (Fig. 129). Se han recolectado 12 agallas durante todo el muestreo, pero no se ha obtenido el inductor. Por lo que se puede considerar una agalla poco común.



Figura 129. Agalla A-088. Agalla inmadura A-088 inducida sobre hojas de *Q. lancifolia*.

-Distribución: A-088 se encuentra distribuida en rango altitudinal de 1070- 1930 msnm en Cotito, Palmira y Selva Negra, en la provincia de Chiriquí. (Figs. 130).

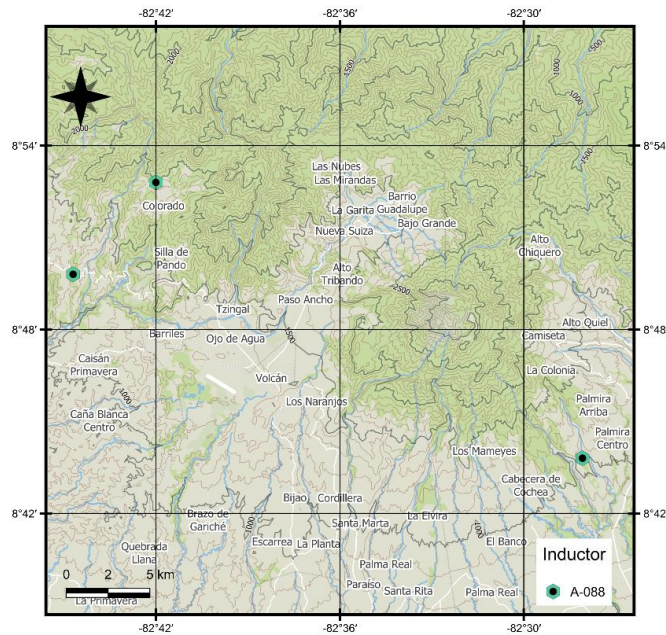


Figura 130. Mapa de distribución de A-088

-Biología: Agallas inducidas en las hojas de *Quercus lancifolia*, presentando una mayor incidencia en el mes de enero, durante la estación seca.

Agalla A-089

-Agalla: Agallas crípticas en el tallo, de forma ovalada a fusiforme, con el mismo color y textura superficial que la corteza de las ramas (Fig. 131). Se han recolectado 8 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 3 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla rara.



Figura 131. Agallas A-089. Agallas A-089 mostrando múltiples agujeros de emergencia.

-Distribución: A-089 solo se conoce de un solo punto entre 1150- 1200 msnm en Cotito, provincia de Chiriquí (Fig. 132).

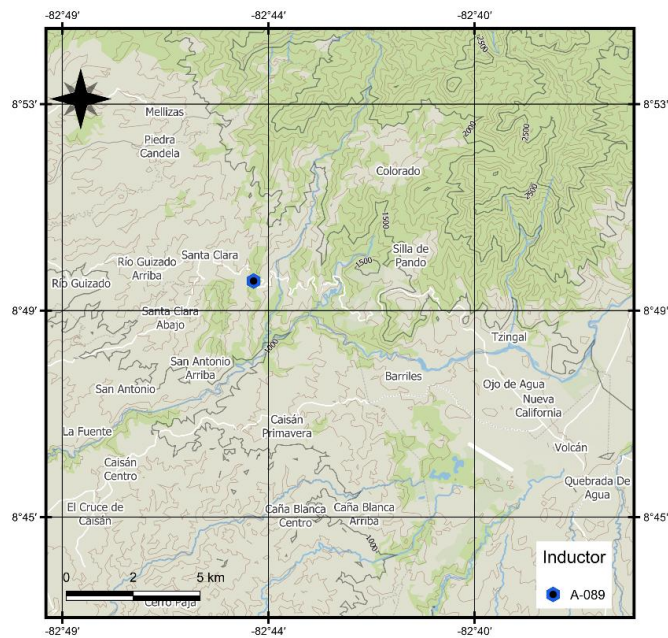


Figura 132. Mapa de distribución de A-089

-Biología: Agallas inducidas en los tallos de *Quercus lancifolia*, las agallas fueron colectadas en el mes de enero, durante la estación seca.

Agalla A-090

-Agalla: Agallas en forma cilíndrica con el ápice fuertemente aguzado, la base es verde y el ápice de color violeta. Se recolectaron dos agallas de las cuales no se ha obtenido el inductor.



Figura 133. Agalla A-090. Agalla A-090 solitaria, inducida sobre hojas de *Q. bumelioides*.

Distribución: A-090 se encuentra distribuida en una altitud de 3100-3200 msnm en Volcán Barú, provincia de Chiriquí (134).

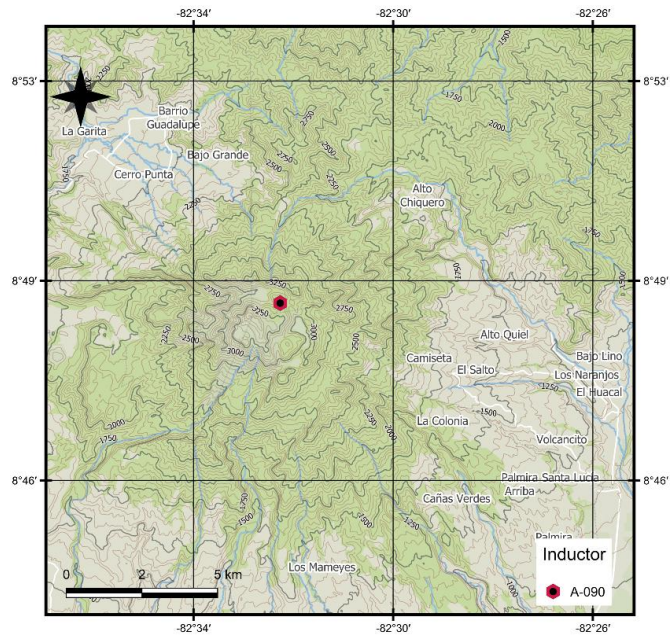


Figura 134. Mapa de distribución de A-090

-Biología: Agallas inducidas en las hojas de *Quercus bumelioides*, las agallas han sido colectadas en enero y febrero que corresponde a la estación seca.

Agalla A-091

-Agalla: Agallas en bellotas de *Quercus lancifolia*. (Fig. 135). Se han recolectado 2 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo ha emergido 1 adulto. Por lo que se puede considerar una agalla muy rara.



Figura 135. Agalla A-091. Sección de una bellota de *Q. lancifolia* mostrando una larva de A-091.

-Distribución: A-091 se encuentra distribuida en rango altitudinal de 2300- 2500 msnm en Selva Negra, en la provincia de Chiriquí. (Figs. 136)

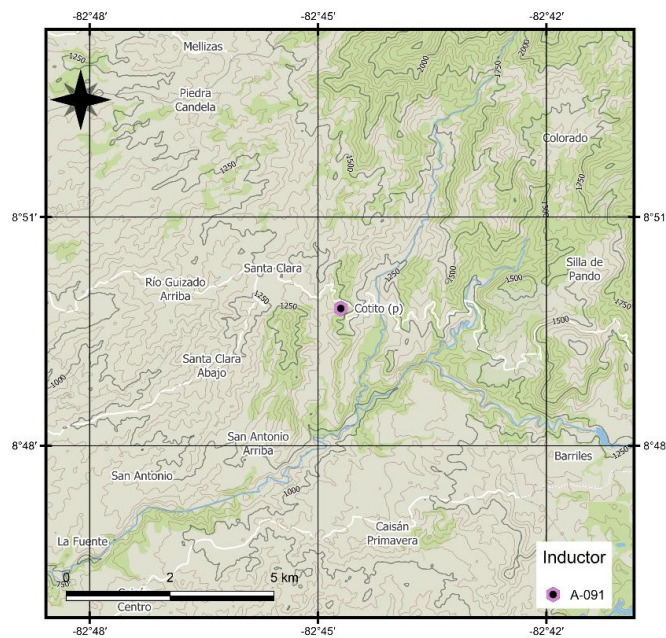


Figura 136. Mapa de distribución de A-091

-Biología: Agallas inducidas en bellotas de *Quercus lancifolia*, las agallas fueron colectadas en mayo que es el mes de transición entre la estación seca y lluviosa.

Agalla A-093

-Agalla: Agallas globosas, irregulares, presentes como hinchazones grandes iguales al tejido del tallo donde están inducidas (Fig. 137). Se han recolectado 8 agallas durante todo el muestreo de las cuales solo han emergido 3 adultos. Por lo que se puede considerar una agalla rara.



Figura 137. Agalla A-093 inmadura inducida sobre ramas de *Q. bumelioides*.

Distribución: A-093 se distribuye en altitud de 2350-2400 msnm, las agallas han sido recolectadas principalmente en enero. (Figs. 138).

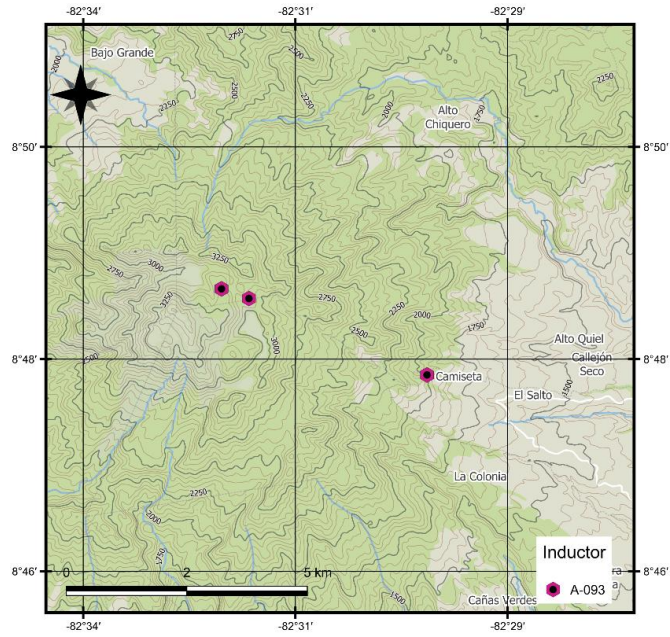


Figura 138. Mapa de distribución de A-093

-Biología: Agallas inducidas en las ramas de *Quercus bumelioides*, presentando una mayor incidencia en los meses de la estación seca.

DISCUSIÓN

Los resultados apoyan la hipótesis de que en el territorio de la República de Panamá las especies de la familia Cynipidae presentan una distribución restringida, determinada por sus plantas hospedantes y por las condiciones climáticas características de los sitios de colecta. Esto se hace evidente ya que en la República de Panamá existen poblaciones de *Quercus* por debajo de los 1000 msnm, pero no se ha encontrado evidencia de agallas inducidas por especies de cinípidos en estos árboles (Medianero y Nieves Aldrey, 2011). Por otro lado, a más de 3100 msnm se dan condiciones climáticas apropiadas para que las especies de cinípidos prosperen, pero a esa altitud ya no crecen las especies de *Quercus* por lo que tampoco se han encontrado especies de cinípidos (Medianero y Nieves Aldrey, 2013). Los resultados evidencian una marcada distribución temporal de las especies siendo la estación seca (mediados de diciembre, enero, febrero, marzo, abril y parte de mayo) donde se pudo coleccionar mayor número de agallas inducidas por los cinípidos.

En consecuencia, la familia Cynipidae probó ser un modelo complejo para el estudio de su patrón de distribución local debido a que es un grupo que en su mayor parte son escasos encontrándose estrechamente relacionadas con sus hospederos; su recolección es laboriosa; el insuficiente conocimiento taxonómico de las especies y el desconocimiento de su riqueza y abundancia. La distribución de la diversidad de morfotipos para los sitios muestreados indicó que el Volcán Barú presenta las condiciones más favorables para la Cynipidae, debido a condiciones ambientales propicias, la presencia de sus hospederos y la conectividad que proporciona la Cordillera Central de Panamá con el resto de Centroamérica. Por otro lado, la falta de esta conectividad también puede explicar el por qué no se coleccionaron agallas

inducidas en las poblaciones de árboles *Quercus* presentes en Cerro Chucantí, El Valle o El Montuoso. Panamá presenta un conjunto de características biogeográficas que hacen al país muy diverso climáticamente, presentando 8 ecorregiones bien caracterizadas (Ministerio de Ambiente de Panamá, 2014). Este factor se hace muy evidente en el estudio de la distribución altitudinal, espacial y temporal de las avispa de las agallas y sus comunidades asociadas.

Los Bosques Montanos de Talamanca, presentan las condiciones climáticas indicadas para el desarrollo completo del ciclo de vida de las avispa inductoras de agallas.

A pesar de que el conocimiento de las avispa inductoras de agallas está incompleto en la región neotropical se podría decir que los sitios prioritarios para la colecta del grupo son las regiones con altitudes mayores a los 1000 msnm, con precipitación mayor a los 2500 mm y temperaturas entre los 22 y 7 grados Celsius dentro de los Bosques Montanos de Talamanca.

Los resultados indican que los cinípidos inductores de agallas muestran un efecto significativo a factores abióticos como temperatura, precipitación, gradientes altitudinales y la presencia de sus hospederos. La colecta de agallas de Cynipini únicamente dentro de la ecorregión de Bosques Montanos de Talamanca, concuerda con los resultados obtenidos por Cárdenes- Sandí et al. (2019), donde realizaron un estudio de la distribución de los *Quercus* sp. en la República de Panamá en condiciones actuales e interglaciares, donde revelaron que su distribución se restringe a zonas altas, sobreviviendo en micro refugios, debido a condiciones adversas de temperatura, humedad y efectos antropogénicos en las zonas centrales del país. Aunque dentro del estudio no se trató sobre la familia Cynipidae, al ser

parasitoides fitófagos obligados de especies de *Quercus* sp., la distribución de sus hospederos afecta directamente la distribución de estas avispas.

Según Serrano- Muñoz et al., (2022), quienes evaluaron la influencia del gradiente de elevación en las agallas de cinípidos y sus comunidades de insectos asociadas a *Q. rugosa* en los bosques centrales de México, detectaron relaciones positivas y significativas entre el gradiente altitudinal y la abundancia, riqueza de especies y biodiversidad de cinípidos, parasitoides, inquilinos y fauna secundaria. Lo que concuerda con los resultados de esta presente investigación pues la diversidad de agallas inducidas no fue afectada de manera significativa en los pisos altitudinales más altos.

En este estudio el género más abundante en reportes y rango altitudinal fue *Neuroterus* sp. con 53 reportes dentro de las siguiente dos especies: *N. elvisi* y *N. pulchrigalla*. La diversidad de las avispas inductoras de agallas dentro del sitio de estudio se concentra en altitudes entre los 1000 y los 1200 msnm en el Volcán Barú.

En los modelos predictivos, la presencia de las avispas inductores de agallas en los bosques montanos de Tlamanca y su ausencia en el resto del país concuerda con varios artículos que han utilizado el software MaxEnt para modelar la distribución de la familia Cynipidae en otras latitudes (Rodríguez et al., 2015; Sardón-Gutiérrez et al., 2021) resaltando la importancia que tienen los factores abióticos y la especificidad de hospederos en la distribución de los parasitoides.

Las agallas inducidas por las avispas del roble constituyen microhábitats que albergan diversas comunidades de insectos parasitoides. Por lo tanto, si las poblaciones de sus

hospederos en la República de Panamá sufren una degradación antropogénica del hábitat, es probable la interrupción del delicado ciclo de vida de las avispas y con ello la pérdida de especies interdependientes (inquilinas, parasitoides). Dado que todas las especies de avispas inductoras de agallas y las agallas descritas en este trabajo son vulnerables a la deforestación, degradación y fragmentación del hábitat, y aumento de las temperaturas globales, su pérdida puede dejar vacíos en el conocimiento taxonómico y biogeográfico de muchas especies asociadas (Kehoe et al., 2021).

Si el tamaño de las poblaciones de *Quercus* se reduce y se pierde la conectividad existente entre la Cordillera Central de Panamá y el resto de Centroamérica, estos 64 morfotipos de agallas y sus inductores podrían extinguirse antes que sus hospederos. Para conservar las agallas aquí descritas y las aún desconocidas por la ciencia, sus inductores, inquilinos, parasitoides y hospederos, es necesario proteger las zonas con poblaciones de *Quercus* remanentes dentro de la República de Panamá.

Nuestros resultados concuerdan con los de Abe et al. (2023) donde realizaron la descripción de una especie de cinípido de la tribu Diplolepidini, en peligro de extinción y dos parasitoides, asociados a *Rosa hirtula* (Regel) en Japón, donde revelaron la importancia de los hospederos como especies clave dentro de una comunidad ecológica y el efecto en cascada de co-extinción que implicaría la pérdida de especies de plantas con una distribución restringida, vulnerables a la fragmentación de hábitats.

Pero difieren de otros trabajos como el realizado en México por Maldonado et al. (2015) donde evaluaron la riqueza y abundancia de agallas inducidas por avispas de la tribu Cynipini

en bosques fragmentados donde descubrieron que la riqueza y abundancia de agallas aumenta en los hábitats fragmentados. Lo que no coincide con los resultados de este trabajo pues las poblaciones de cinípidos en Panamá, se encuentran en micro refugios dentro de bosques de altura y presentan una plasticidad genética muy baja y pocas especies son capaces de parasitar otras secciones o incluso otras especies dentro del género *Quercus*. Es necesario seguir realizando estudios taxonómicos y ecológicos para determinar los ciclos de vida y la dinámica de poblaciones y entender las complejas redes tróficas que sustentan las agallas inducidas por cinípidos.

CONCLUSIONES

- Las especies de la familia Cynipidae en la República de Panamá presentan una distribución altitudinal muy marcada definida por la presencia de sus plantas hospedantes y las condiciones climáticas.
- La diversidad de morfotipos más alta fue encontrada en un rango altitudinal de 1000 hasta 1200 msnm.
- Se encontró que las avispas de las agallas presentaron una mayor incidencia en la inducción de agallas durante la estación seca.
- Según los modelos de distribución potencial los sitios con mayor probabilidad de ocurrencia se extienden por toda la cordillera de Talamanca y la Cordillera Central de Panamá.
- Se encontraron 47 morfotipos aún desconocidas para la ciencia, y se necesita coleccionar los adultos para su descripción.
- La morfotipo A-23 presentó una abundancia alta dentro del área de estudio, siendo colectada en ambas estaciones y en un rango altitudinal amplio, desde los 1800 msnm hasta 3200 msnm.
- Las poblaciones de la mayoría de las especies de cinípidos presentan densidades bajas lo que hace suponer que están siendo presionadas por las actividades antropogénicas y los efectos del cambio climático.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar muestreos más intensos y prolongados para conocer la diversidad, abundancia de las avispas de las agallas en los bosques que presenten poblaciones de *Quercus* sp.
- Incluir investigaciones genéticas y colecta de adultos de las morfotipos de agallas estudiadas para su descripción.
- Confeccionar un inventario completo sobre las comunidades asociadas a las agallas de cinípidos que se distribuyen en Panamá.

REFERENCIAS

- Abe, Y., Ide, T., Matsuo, K., Maeto, K., & Wu, Y. (2023). *Extinction Threat to a Previously Undescribed Species of Gall Wasp (Hymenoptera: Cynipidae) and Two Associated Parasitoid Species (Hymenoptera: Braconidae and Eulophidae) on a Threatened Rose*. *Annals of the Entomological Society of America*, 116(3), 154–161.
- Beck, H., McVicar, T., Vergopolan, N., Berg, A., Lutsko, N, Dufour, A., Zeng, Z., Jiang, X., van Dijk, A, Miralles, D. (2023). *High-resolution (1 km) Köppen-Geiger maps for 1901–2099 based on constrained CMIP6 projections*. *Scientific Data*, 10, 724.
- Beutenmüller, W. (1909). The species of *Amphibolips* and their galls. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 26, 47–66.
- Blaimer, B., Gotzek, D., Brady, S., & Buffington, M. (2020). *Comprehensive phylogenomic analyses re-write the evolution of parasitism within cynipoid wasps*. *BMC Evolutionary Biology*, 20 (155), 1–22.
- Blaimer, B., Santos, B., Cruaud, A., Gates, M., Kula, R., Mikó, I., Rasplus, J-Y., Smith, D., Talamas, E., Brady, S., & Buffington, M. (2023). *Key innovations and the diversification of Hymenoptera*. *Nature Communications*, 14, 1212, <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36868-4>
- Buffington, M.L., Forshage, M., Liljeblad, J., Tang, C.T. & Van Noort, S. (2020). *World Cynipoidea (Hymenoptera): A Key to Higher-Level Groups*. *Insect Systematics and Diversity*, 4 (4), 1, <https://doi.org/10.1093/isd/ixaa003>.

- Cameron, P. (1883). Zoology. Insecta. Hymenoptera. *Biologia Centrali-americana*, 1, 497 pp., 120 Plates.
- Cao, R., & Feng, J. (2024). *Future Climate Change and Anthropogenic Disturbance Promote the Invasions of the World's Worst Invasive Insect Pests*. *Insects*, 15(4), 280.
- Cárdenes-Sandí, G., Shadik, C., Correa-Metrio, A., Gosling, W., Cheddadi, R. & Bush, M. (2019). Central American climate and microrefugia: A view from the last interglacial. *Quaternary Science Reviews*, 205, 224–33.
- Cavender-Bares, J., Kothari, S., Meireles, J., Kaproth, M., Manos, P. & Hipp, A. (2018). *The role of diversification in community assembly of the oaks (Quercus L.) across the continental U.S.* *American Journal of Botany*, 105(3), 1–22.
- Cuesta- Porta, V., Arnedo, M., Cibrián-Tovar, D., Barrera-Ruiz, U., García-Martiñón, R., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E., Clark-Tapia, R., Romero-Rangel, S., & Pujade- Villar, J. (2020). *A New Genus of Oak Gall Wasp, Striatoandricus Pujade-Villar (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) from America with Descriptions of Two New Mexican Species*. *Zoological Studies*, 26 (5), e8.
- Dalton, R., Underwood, N., Inouye, D., Soulé, M., & Inouye, B. (2023). *Long-term declines in insect abundance and biomass in a subalpine habitat*. *Ecosphere*, 14,1–9
- Dias, E., Moura, M., Schaefer, H. & Silva, L. (2016). *Geographical distance and barriers explain population genetic patterns in an endangered island perennial*. *AoB PLANTS*, 8, plw072

- Forkner, R., Marquis, R., & Lill, J. (2004). *Feeny revisited: condensed tannins as anti-herbivore defenses in leaf-chewing herbivore communities of Quercus*. *Ecological Entomology*, 29, 174–187.
- Garipey, T., Abram, P., Adams, C., Beal, D., Beers, E., Beetle, J., Biddinger, D., Brind'Amour, G., Bruin, A., Buffington, M., Burrack, H., Daane, K., Demchak, K., Fanning, P., Gillett, A., Hamby, K., Hoelmer, K., Hogg, B., Isaacs, R., Johnson, B., Lee, J.C., Levensen, H., Loeb, G., Lovero, A., Milnes, J., Park, K., Prade, P., Regan, K., Renkema, J., Rodriguez-Saona, C., Neupane, S., Jones, C., Sial, A., Smythman, P., Stout, A., Van Timmeren, S., Walton, V., Wilson, J., & Wang, X. (2024). *Widespread establishment of adventive populations of Leptopilina japonica (Hymenoptera, Figitidae) in North America and development of a multiplex PCR assay to identify key parasitoids of Drosophila suzukii (Diptera, Drosophilidae)*. *NeoBiota*, 93, 63–90.
- Giertych, M.J., Łukowski, A. & Karolewski, P. (2023). Cynipid galls on oak leaves are resilient to leaf vein disruption. *Journal of Plant Research*, 136, 527–534.
- Guzicka, M., Karolewski, P. & Giertych, M. (2017). *Structural modification of Quercus petraea leaf caused by Cynips quercusfolii - histological study of galls*. *Journal of Plant Interactions*, 12,7–13.
- Harris, M., & Pitzschke, A. (2020). *Plants make galls to accommodate foreigners: some are friends, most are foes*. *New Phytologist*, 225, 1852–1872.

- Hearn, J., Gobbo, E., Nieves-Aldrey, J., Branca, A., Nicholls, j., Koutsovoulos, G., Lartillot, N., Stone, G. & Ronquist, F. (2023). *Phylogenomic analysis of protein-coding genes resolves complex gall wasp relationships*. *Systematic Entomology*, 49, 110–137.
- Hearn, J., Blaxter, M., Schönrogge, K., Nieves-Aldrey J-L, Pujade- Villar J., Huguet E. Drezen, J-M., Shorthouse, J. & Stone, G. (2019). Genomic dissection of an extended phenotype: Oak galling by a cynipid gall wasp, *PLoS Genet*, 15(11), e1008398
- Hipp, A., Manos, P., Hahn, M., Avishai, M., Bodénès, C., Cavender-Bares, J., Crowl, A., Deng, M., Denk, T., Fitz-Gibbon, S., Gailing, O., González-Elizondo, M.S., González-Rodríguez, A., Grimm, G.W., Jiang, X.-L., Kremer, A., Lesur, I., McVay, J.D., Plomion, C., Rodríguez-Correa, H., Schulze, E.-D., Simeone, M.C., Sork, V.L. & Valencia-Avalos, S. (2020). *Genomic landscape of the global oak phylogeny*. *New Phytologist*, 226, 1198–1212.
- Holden, A., Erwin, D., Shick, K. & Gross, J. (2015). *Late Pleistocene galls from the La Brea Tar Pits and their implications for cynipine wasp and native plant distribution in southern California*. *Quaternary Research*, 84, (3), 358-367.
- Hooghiemstra, H., Cleef, A. M., & Flantua, S. G. A. (2022). *A paleoecological context to assess the development of oak forest in Colombia: A comment on Zorrilla- Azcué, S., González- Rodríguez, A., Oyama, K., González, MA, & Rodríguez- Correa, H., The DNA history of a lonely oak: Quercus humboldtii phylogeography in the Colombian Andes*. *Ecology and Evolution*, 12(3), e8702.

- Kehoe, R., Frago, E. & Sanders, D. (2021). Cascading extinctions as a hidden driver of insect decline. *Ecological Entomology*, 46: 743-756.
- Kinsey, A. (1937). *New Mexican gall wasps (Hymenoptera, Cynipidae)*. *Revista de Entomología*, 7 (4), 428–471.
- Korneyev, V. (2021). Gall-Inducing Tephritid Flies (Diptera: Tephritidae): Evolution and Host–Plant Relations. *Frontiers in Ecology and Evolution* 9, <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.578323>
- Kremer, A., & Hipp, A. (2020). Oaks: an evolutionary success story. *The New phytologist*, 226(4), 987–1011.
- Liljeblad, J., Ronquist, F., Nieves-Aldrey, J., Fontal-Cazalla, F., Ros-Farré, P., Gaitros, D. & Pujade-Villar, J. (2008). *A fully web-illustrated morphological phylogenetic study of relationships among oak gall wasps and their closest relatives (Hymenoptera: Cynipidae)*. *Zootaxa*, 1796, 1–73.
- Liu, Z., Engel, M. & Grimaldi, A. (2007) *Phylogeny and Geological History of the Cynipoid Wasps (Hymenoptera: Cynipoidea)*. *American Museum Novitates*, 2007(3583), 1–48.
- Liu, Z., Sandoval, L., Sherman, L. B., & Wilson, A. (2023). *Vulnerability of elevation-restricted endemic birds of the Cordillera de Talamanca (Costa Rica and Panama) to climate change*. *Neotropical Biodiversity*, 9(1), 115–127.
- Lobato-Vila, I., Bae, J., Roca-Cusachs, M., Kang, M., Jung, S., Melika, G., Péntzes, Z., & Pujade-Villar, J. (2022). *Global phylogeny of the inquiline gall wasp tribe*

- Synergini (Hymenoptera: Cynipoidea: Cynipidae): first insights and establishment of a new cynipid tribe*. Zoological Journal of the Linnean Society, 195(4), 1338–1354.
- Maldonado-Lopez, Y., Cuevas-Reyes, P., Stone, G., Nieves-Aldrey, J. & Oyama, K. (2015). Gall wasp community response to fragmentation of oak tree species: importance of fragment size and isolated trees. *Ecosphere*, 6(3), 31, 1–15.
- Markel, K., Novak, V., Bowen, B., Tian, Y., Chen, Y-C., Sirirungruang, S., Zhou, A., Louie, K., Northen, T., Aymerick Eudes, A., Scheller, H. & Shih, P. (2024) *Cynipid wasps systematically reprogram host metabolism and restructure cell walls in developing galls*. *Plant Physiology*, 195, (1), 698–712.
- Medianero, E., Alvarado-Gálvez, L., & L. Rodríguez-Scott (2024). *Parasitoid Species Associated with Fruit Flies of the Genus Anastrepha (Diptera, Tephritidae) in Panama*. En: Mello Garcia, F.R. (eds) *Management of Fruit Flies in the Americas*. Springer, Cham.
- Medianero, E., Nieves-Aldrey, J. & Pujade- Villar, J. (2011). *The Genus Odontocynips Kieffer, 1910 (Hymenoptera, Cynipidae, Cynipini) In Panama, with Redescription of Cynips championi Cameron, 1883*. *Graellsia*, 67(1), 35-46.
- Medianero, E. & Nieves- Aldrey, J. (2011). *Primer estudio de las avispa de las agallas de la República de Panamá, incluyendo una lista actualizada de los cinípidos neotropicales (Hymenoptera, Cynipoidea, Cynipidae)*. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 48, 89104.

- Medianero, E., & Nieves- Aldrey, J. (2014). *Callirhytis cameroni: A New Species of Oak Gall Wasp (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) In Panama*. The Florida Entomologist, 97, 1710-1717.
- Medianero, E. & Nieves-Aldrey, J. (2017). *Primera cita del género Neuroterus Hartig (Hymenoptera, Cynipidae, Cynipini) para América Central, con descripción de tres especies nuevas de Panamá y Costa Rica*. Graellsia, 73(1), e057.
- Medianero, E. & Nieves- Aldrey, J. (2019). *Andricus barriosi: a new species of oak gall wasp (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) from Panama*. Zootaxa, 4577(3), 585–595.
- Melika, G., Pujade- Villar, J., Abe, Y., Tang, C-T., Nicholls, J., Wachi, N., Ide, T., Yang, M-M, Péntzes, Z., Csóka, G. & Stone, G. (2010). *Palaeartic oak gall wasps galling oaks (Quercus) in the section Cerris: re-appraisal of generic limits, with descriptions of new genera and species (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini)*. Zootaxa, 2470, 1–79.
- Ministerio de Ambiente de Panamá (2014). *Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Panamá ante el Convenio sobre Diversidad Biológica*
- Morales-Saldaña, S., De Luna-Bonilla, O., Cadena-Rodríguez, Y., & Valencia, A. (2021). *Species distribution of Quercus (Fagaceae) along an altitude gradient, reveals zonation in a hotspot*. Botanical Sciences, 9, 722–734.
- Nicholls, J. A. & Pujade- Villar, J. (2020). *Re-instatement of the species name Callirhytis erythrasma (Dettmer, 1933), with comments on other Callirhytis species*

- (Hymenoptera: Cynipidae). Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural, 84, 31–34.
- Nicholls, J., Stone, G. & Melika, G. (2018). *A new genus of oak gallwasp, Protobalandricus Melika, Nicholls & Stone (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) from California*. Zootaxa, 4472(1), 141–152.
- Nieves-Aldrey, J. (2001) Hymenoptera, Cynipidae. In: Ramo, M., Alba-Tercedor, J., Bellés, I., Ros, X., Gosálbez, I., Noguera, J., Guerra-Sierra, A., Macpherson-Mayol, E., Martín-Piera, F., Serrano-Marino, J., Templado-González, J. (Eds) *Fauna Ibérica. Volumen 16*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, 636 pp.
- Nieves- Aldrey, J. (2003) *Primera cita para España de Timaspis urospermi (kieffer), con notas taxonómicas y biológicas, incluyendo la descripción de la larva (Hymenoptera, Cynipidae, Aylacini)*. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa, 33, 79 – 83.
- Nieves- Aldrey, J., Nicholls, J., Tang, C., Melika, G., Stone, G., Pujade- Villar, J., Buffington, M., Maldonado, Y, & Medianero, E. (2021). *Re-description and systematic re-appraisal of the genus Kokkocynips Pujade- Villar & Melika, (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini), including new combinations of Nearctic species and the description of a new species from Panama*. Zootaxa, 4938(2), 205–232.
- Nieves- Aldrey, J. (2022). *Description of Fumariphilus Nieves-Aldrey, gen. nov., a new genus of herb gall wasps, with a key to genera of the tribe Aulacideini (Hymenoptera: Cynipidae)*. Zootaxa, 5155 (3), 393–413.

- Nozadze, M., Japoshvili, G. & Melika, G. (2023). *New Date on Cynipids (Hymenoptera: Cynipoidea: Cynipidae, Cynipini, Synergini) of Georgia. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences.* 17 (1), 2023.
- Pujade- Villar, J. & Peñalver, E. (2019). *Revision of the fossil figitid wasps (Insecta: Hymenoptera: Cynipoidea) described from compression deposits during the first half of the 20th century.* Estudios Geológicos 75(1), e091.
- Rodríguez, A., Gómez, J., & Nieves-Aldrey, J. (2015). *Modeling the potential distribution and conservation status of three species of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae) in the Iberian range.* Journal of Insect Conservation, 19, 921–934
- Ronquist, F., Nieves-Aldrey, J., & Buffington L. (2015). *Phylogeny, Evolution and Classification of Gall: The Plot Thickens.* PLoS ONE, 10(5), e0123301.
- Roskov, Y., Abucay, L., Orrell, T., Nicolson, D., Bailly, N., Kirk, PM., Bourgoin, T., RE, DW., Decock, W., DeWever, A., Nieukerken, E, Zarucchi, & Penev, J. (eds) (2018) *Species 2000 & ITIS catalogue of life, 2018 annual checklist.*
- Sardón-Gutiérrez, S., Gil-Tapetado, D., Gómez, J., & Nieves-Aldrey, J. (2021). *Ecological niche modelling of species of the rose gall wasp Diplolepis (Hymenoptera: Cynipidae) on the Iberian Peninsula.* EJE, 118, 31-45.
- Stone, G., Hernandez-Lopez, A., Nicholls, J., di Pierro, E., Pujade- Villar, J., Melika, G. & Cook, J. (2009). *Extreme Host Plant Conservatism during at least 20 million years of host plant pursuit by Oak Gallwasps.* Evolution, 63(4), 854–869.

- Sottile, S., Nicholls, J. & Cerasa, G. (2024). *Life cycle closure of Cerroneuroterus minutulus (Giraud, 1859) with C. aggregatus (Wachtl, 1880) (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini): experimental, taxonomic and molecular approaches*. Zootaxa, 5418(2),140-158.
- Tang, C., Mikó, I., Nicholls, J.A., Schwéger, S., Yang, M.-M., Stone, G.N., Sinclair, F., Bozsó, M., Melika, G. & Péntzes, Z. (2016) *New Dryocosmus Giraud species associated with Cyclobalanopsis and non-Quercus host plants from the Eastern Palaearctic (Hymenoptera, Cynipidae, Cynipini)*. Journal of Hymenoptera Research, 53, 77–162.
- Waldvogel, A. M., Feldmeyer, B., Rolshausen, G., Exposito-Alonso, M., Rellstab, C., Kofler, R., Mock, T., Schmid, K., Schmitt, I., Bataillon, T., Savolainen, O., Bergland, A., Flatt, T., Guillaume, F., & Pfenninger, M. (2020). *Evolutionary genomics can improve prediction of species' responses to climate change*. Evolution letters, 4(1), 4–18.
- Wei, X., Xu, D., Liu, Q., Wu, Y., & Zhihang, Z. (2024). *Predicting the potential distribution range of Batocera horsfieldi under CMIP6 climate change using the MaxEnt model*. Journal of Economic Entomology, 117 (1), 187–198.
- Wen, X., Fang, G., Chai, S., He, C., Sun, S., Zhao, G., & Lin, X. (2024). *Can ecological niche models be used to accurately predict the distribution of invasive insects? A case study of Hyphantria cunea in China*. Ecology and Evolution, 14, e11159.

ANEXOS

BIO1	Temperatura media anual
BIO2	Rango diurno medio (media mensual (temp. máx. - temp. mín.))
BIO3	Isotermalidad (BIO2/BIO7) ($\times 100$)
BIO4	Estacionalidad de la temperatura (desviación típica $\times 100$)
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO7	Rango anual de temperaturas (BIO5-BIO6)
BIO8	Temperatura media del trimestre más húmedo
BIO9	Temperatura media del trimestre más seco
BIO10	Temperatura media del trimestre más cálido
BIO11	Temperatura media del trimestre más frío
BIO12	Precipitación anual
BIO13	Precipitación del mes más húmedo
BIO14	Precipitación del mes más seco
BIO15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
BIO16	Precipitación del trimestre más húmedo
BIO17	Precipitación del trimestre más seco
BIO18	Precipitación del trimestre más cálido
BIO19	Precipitación del trimestre más frío
30s_elev	Elevación

Figura 139. Variables bioclimáticas utilizadas en el modelado de la distribución.

PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	ALTITUD	AGALLA	MES
Chiriquí	Boquete	Carretera de Volcancito	1180	<i>A-003</i>	Enero, diciembre
			1180	<i>A-006</i>	Noviembre
			1180	<i>A-010</i>	Enero, noviembre
			1180	<i>A-013</i>	Enero
			1180	<i>A-015</i>	Enero
			1180	<i>A-016</i>	Enero, octubre
			1180	<i>A-018</i>	Febrero
			1180	<i>A-047</i>	Marzo, julio, noviembre
			1180	<i>A-087</i>	Noviembre
			1180	<i>A. aliciae</i>	Enero, mayo, octubre y noviembre
			1180	<i>A. castroviejoi</i>	Enero, marzo

			1180	<i>C. cameroni</i>	Enero, diciembre
			1180	<i>K. panamensis</i>	Enero, octubre, noviembre
			1180	<i>N. elvisi</i>	marzo
		El Salto	1450	<i>A-003</i>	Enero, marzo, diciembre
			1450	<i>A-011</i>	Julio
			1450	<i>A-013</i>	Febrero
			1450	<i>A-015</i>	Enero, febrero, marzo, diciembre
			1450	<i>A-016</i>	Noviembre
			1450	<i>A-018</i>	Febrero
			1450	<i>A-047</i>	Marzo, mayo, junio
			1450	<i>A-048</i>	Marzo

			1450	<i>A. aliciae</i>	Enero, diciembre
			1450	<i>A. castroviejoii</i>	Enero, mayo, diciembre
			1450	<i>A. salicifoliae</i>	Marzo
			1450	<i>A. barrosi</i>	Marzo
			1450	<i>C. cameroni</i>	Febrero
			1450	<i>K. panamensis</i>	Enero, marzo, mayo, junio, octubre, noviembre
			1450	<i>N. elvisi</i>	Mayo
		Alto Quiel	1600	<i>A-079</i>	Diciembre
			1600	<i>A. barrosi</i>	Noviembre
		Bajo Mono	1600	<i>A-079</i>	Enero, octubre
			1600	<i>A-080</i>	Marzo

			1600	<i>A. barriosi</i>	Enero, octubre
		Alto Chiquero	1887	<i>A-016</i>	Mayo
			1887	<i>A-072</i>	Mayo
		Palmira	1250	<i>A-032</i>	Noviembre
			1250	<i>A-036</i>	Marzo, Mayo
			1250	<i>A-037</i>	Octubre, noviembre
			1250	<i>A-053</i>	Marzo
			1250	<i>A-056</i>	Enero, marzo, diciembre
			1250	<i>A-058</i>	Diciembre
			1250	<i>A-077</i>	Octubre, diciembre
			1250	<i>A-082</i>	Octubre
			1250	<i>A-083</i>	Enero, diciembre
			1250	<i>A-088</i>	Enero
			1250	<i>B. caulicola</i>	Marzo

			1250	<i>L. championi</i>	Octubre
			1250	<i>N. elvisi</i>	Enero, noviembre, diciembre
			1250	<i>N. pulchrigall a</i>	Octubre
			1250	<i>O. hansonii</i>	Diciembre
		Volcán Barú	1800- 2100	<i>A-003</i>	Enero, diciembre
			1800-3100	<i>A-006</i>	Enero, febrero, marzo, noviembre, diciembre
			2515- 3045	<i>A-007</i>	Junio
			1800- 2870	<i>A-010</i>	Enero, febrero, marzo,

					mayo, noviembre, diciembre
			1800-2200	<i>A-013</i>	Enero
			1800- 2600	<i>A-015</i>	Enero, Febrero
			2000	<i>A-016</i>	Enero
			1800- 3045	<i>A-018</i>	Enero, febrero, diciembre
			1800- 3100	<i>A-019</i>	Enero, febrero, marzo, junio, julio, noviembre, diciembre
			1800- 3100	<i>A-023</i>	Enero, febrero, marzo, junio, julio, octubre,

					Noviembre, diciembre
			2515- 3045	<i>A-024</i>	Febrero, marzo, junio, diciembre
			2515- 3045	<i>A-025</i>	Enero, Febrero
			2450-3045	<i>A-026</i>	Enero, febrero, marzo, junio, julio, octubre, diciembre
			2015- 3045	<i>A-032</i>	Junio, julio
			2450-3100	<i>A-036</i>	Enero, febrero, junio, julio, octubre, diciembre

			1800- 2600	<i>A-037</i>	Enero, mayo, octubre, diciembre
			1808	<i>A-040</i>	Enero
			2515- 3045	<i>A-042</i>	Junio, diciembre
			2870	<i>A-045</i>	Marzo
			2100- 3045	<i>A-047</i>	enero, junio
			1800- 2870	<i>A-065</i>	Marzo, mayo, julio, noviembre
			3100	<i>A-069</i>	Junio, agosto, diciembre
			3000	<i>A-074</i>	Octubre
			1800- 2070	<i>A-075</i>	Octubre, noviembre
			2400	<i>A-082</i>	Enero
			3100	<i>A-090</i>	Enero, febrero

			2500- 3100	<i>A-093</i>	Enero, septiembre
			1800- 2070	<i>A. aliciae</i>	Octubre
			1800	<i>A. castroviejoii</i>	Diciembre, noviembre
			1800- 2500	<i>A. salicifoliae</i>	Enero, febrero, junio
			1800	<i>A. barrosi</i>	Mayo
			2500- 3100	<i>B. panamensis</i>	Enero, febrero, marzo, junio, julio, diciembre
			2100- 3000	<i>B. caulicola</i>	Enero, diciembre
			1800- 3000	<i>C. cameroni</i>	Enero, diciembre
			2500- 3100	<i>C. korytkowski</i>	Enero, febrero,

					junio, julio, octubre
			1800- 2200	<i>D.</i> <i>bettyanne</i>	Enero, noviembre
			1800- 2600	<i>K.</i> <i>panamensis</i>	Enero, octubre
			1800- 3000	<i>L.</i> <i>championi</i>	Enero, febrero, noviembre, diciembre
			1800- 3100	<i>N. elvisi</i>	Enero, febrero, marzo, mayo, Julio, octubre, noviembre
			1800-3100	<i>N.</i> <i>pulchrigall</i> <i>a</i>	Enero, febrero, marzo, noviembre, diciembre

			1800-3000	<i>O. championi</i>	Enero, febrero, marzo, junio, octubre, noviembre, diciembre
			2500-3100	<i>P. lisethiae</i>	Enero, febrero, marzo, Julio, octubre, noviembre, diciembre
	Renacimiento		1130	<i>A-019</i>	Abril
			1260	<i>A-032</i>	Noviembre
			1130-1332	<i>A-036</i>	Abril, junio, noviembre
			1260	<i>A-037</i>	Marzo, noviembre
			1275	<i>A-053</i>	Abril, mayo
			1260	<i>A-056</i>	Enero

			1275- 1332	<i>A-057</i>	Abril
			1190- 1270	<i>A-058</i>	Enero, marzo, mayo, junio, octubre, noviembre
			1130- 1260	<i>A-059</i>	Mayo, junio
			1190	<i>A-061</i>	Enero
			1260	<i>A-077</i>	Enero, octubre
			1260	<i>A-082</i>	Octubre, noviembre
			1260	<i>A-083</i>	Enero
			1275	<i>A-084</i>	Diciembre
			1190- 1260	<i>A-088</i>	Enero
			1260	<i>A-089</i>	Enero
			1260	<i>A-091</i>	Mayo

			1190- 1260	<i>D. bisethiae</i>	Enero, noviembre, diciembre
			1270	<i>L.</i> <i>championi</i>	Octubre
			1260	<i>N. elvisi</i>	Enero
	Bugaba	Cerro Punta	1887	<i>A-016</i>	Abril
			1887	<i>A-023</i>	Marzo
			2229-2371	<i>A-026</i>	Abril
			1887	<i>A-032</i>	Marzo
			2300	<i>A-062</i>	Abril
			1887	<i>A-072</i>	Mayo
			1887	<i>A. barriosi</i>	Marzo
			1887- 2400	<i>N. elvisi</i>	Febrero, abril
			2100- 2400	<i>O.</i> <i>championi</i>	Abril

Figura 140. Cuadro de las localidades de colecta, altitud, código de agalla o inductor y mes de colecta.

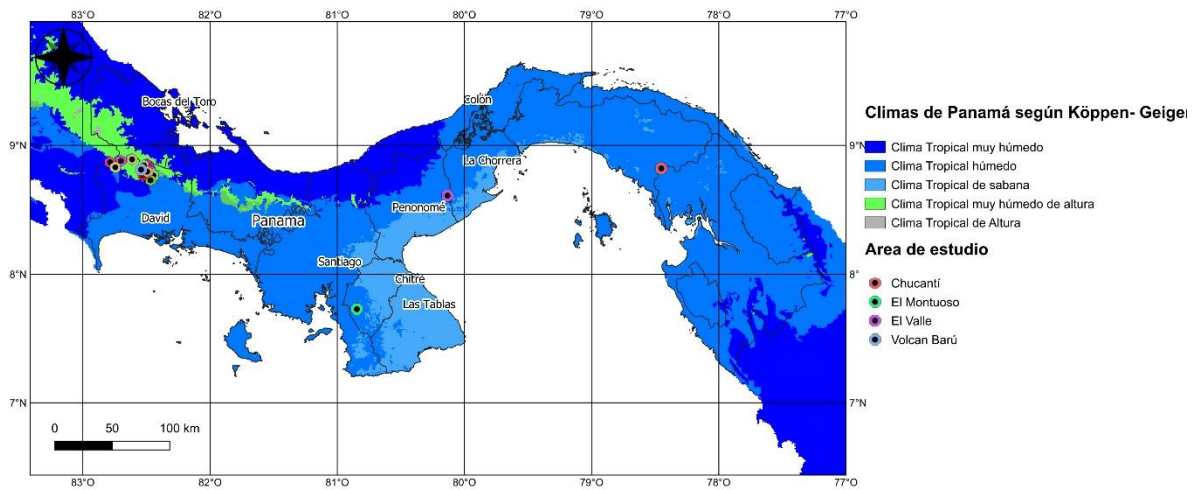


Figura 141. Mapa mostrando los climas de Panamá según Köppen- Geiger (Base de datos extraída de GloH2O), mostrando el área de estudio y sitios de colecta