



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

“DIVERSIDAD DE ABEJAS (HYMENOPTERA: APOIDEA)
DURANTE LA FLORACIÓN DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) CON
CERTIFICACIÓN SOSTENIBLE, EN LA FINCA “SANTA ROSA”
VILLA RICA, PASCO, CAMPAÑA 2016-17”

Tesis para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGROFORESTAL

Presentado por:

Diego Alonso Aliaga Barrena

Asesor:

Mg Sc. Alfonso Diulio Lizárraga Travaglini

Lima – Perú
2019

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 27 de mayo de 2019.

Los integrantes del Jurado de Tesis:

Presidente: Dr. José Eloy Cuellar Bautista
Miembro: Mg. Sc. Javier Francisco Alvarado Llerena
Miembro: Blgo. Gustavo Ricardo Dreyfus Raymond

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“DIVERSIDAD DE ABEJAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) DURANTE LA FLORACIÓN DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) CON CERTIFICACIÓN SOSTENIBLE, EN LA FINCA “SANTA ROSA” VILLA RICA, PASCO, CAMPAÑA 2016-17.”

Presentada por el tesista:

- **DIEGO ALONSO ALIAGA BARRENA**

Para optar al Título Profesional de **Ingeniero Agroforestal**

Asesorada por:

- **Mg. Sc. Alfonso Diulio Lizárraga Travaglini**

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple () calificar a:

DIEGO ALONSO ALIAGA BARRENA			Nota (escrito): 18
Aprobado (<input type="checkbox"/>)	Aprobado - Muy buena (<input checked="" type="checkbox"/>)	Aprobado - Sobresaliente (<input type="checkbox"/>)	Desaprobado (<input type="checkbox"/>)

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.


Presidente del Jurado
 Dr. José Eloy Cuellar
 Bautista


Miembro del Jurado
 Mg. Sc. Javier Francisco
 Alvarado Llerena


Miembro del Jurado
 Blgo. Gustavo Ricardo
 Dreyfus Raymond


Asesor
 Mg. Sc. Alfonso Diulio
 Lizárraga Travaglini

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

A la entomóloga Candy Carrera, co-asesora de tesis, por su invaluable e incondicional apoyo durante todo el proceso de investigación del trabajo.

Al Mg Sc. Alfonso Lizárraga, asesor de tesis, por compartir sus conocimientos y la idea base intelectual.

A Selena Contreras, propietaria de la finca Santa Rosa, por confiar en el trabajo realizado, su hospitalidad y la buena onda con el espíritu de la investigación.

A la Dra. Joyce del Pino, Elvis Molero, Rayda Pillihuamán y allegados a los laboratorios de la Universidad Científica del Sur, Carrera de Ingeniería Agroforestal, por las facilidades en el procesamiento de las muestras.

A la Mg Sc. Clorinda Vergara y el Dr. Alexander Rodríguez del Museo de Entomología “Klaus Raven Büller”, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por la ayuda en las descripciones taxonómicas.

A Sergio Véliz por el apoyo con el diseño gráfico y corrección de color de las figuras morfológicas. A Erick Reátegui por la ayuda con las técnicas fotográficas para todas las abejas y a César Huamán por la asistencia profesional con el programa Arc GIS.

A. ÍNDICES DE FIGURAS	7
B. ÍNDICE DE TABLAS	12
C. ÍNDICE DE ANEXOS	12
I. RESUMEN	14
II. ABSTRACT	15
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
IV. MARCO TEÓRICO	17
4.1. Aspectos generales del café (<i>Coffea arabica</i> L.)	17
4.1.1. Ubicación taxonómica del café (<i>Coffea arabica</i> L.)	18
4.1.2. La flor del café	18
4.1.3. La floración del café	19
4.1.4. Situación e importancia del café en el mundo	20
4.1.5. El café en el Perú	21
4.2. Las abejas y la superfamilia Apoidea	23
4.2.1. Morfología de la superfamilia Apoidea	25
4.2.2. Familia Sphecidae	27
4.2.3. Familia Crabronidae	28
4.2.4. Familia Colletidae	29
4.2.5. Familia Andrenidae	29
4.2.6. Familia Halictidae	30
4.2.7. Familia Megachilidae	31
4.2.8. Familia Apidae	32
4.3. Generalidades de los sistemas agroforestales	33
4.3.1. Los sistemas agroforestales con café (<i>Coffea arabica</i> L.)	34
4.3.2. Cultivo de café en el distrito de Villa Rica, Pasco – Perú	35
4.3.3. La certificación sostenible	35
4.4. Servicios del ecosistema: Importancia de la polinización en los cultivos	38
4.5.1. El servicio de polinización en los cafetales	39
4.5. Diversidad	40
4.5.1. Riqueza	40
4.5.2. Abundancia	40
4.5.3. Índices para medir la diversidad alfa	41
4.6. Colecta de muestras	43
4.6.1. Colección	43
4.6.2. Colecta pasiva	44
4.6.3. Colecta activa	44

V. OBJETIVOS	46
5.1. Objetivo general	46
5.2. Objetivos específicos	46
VI. METODOLOGÍA	46
6.1. Ubicación	46
6.2. Periodo de campo	47
6.3. Periodo de gabinete	48
6.4. Análisis estadístico	50
VII. RESULTADOS	51
7.1. Entomofauna general de la etapa de floración	51
7.2. Entomofauna (Hymenoptera: Apoidea) de la etapa de floración	51
7.2.1. Diversidad de familias Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la etapa de floración	52
7.2.2. Diversidad de abejas por fase: inicial, media y final de la etapa de floración	57
7.2.3. Comparación de índices de diversidad entre las fases inicial, media y final de la floración	67
7.2.4. Pruebas estadísticas	69
7.2.5. Diversidad de abejas de los puntos de muestreo: 1, 2, 3, 4, y 5 de las fases: inicial, media y final de la floración	71
7.2.6. Datos meteorológicos	93
VIII. DISCUSIÓN	94
IX. CONCLUSIONES	100
X. RECOMENDACIONES	101
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
XII. ABREVIATURAS	115
XIII. ANEXOS	116

A. ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de la flor del cafeto (Fuente: Arcila, 2004, p.3).....	18
Figura 2. Fenología del café en la selva central del Perú para zonas encima de 1,200 m.s.n.m. (Fuente: Desco, 2012, p. 10)	19
Figura 3. Producción de café en grano del 2005 al 2017 en el Perú (Fuente: MINAGRI, 2015; ICO, 2019)	21
Figura 4. Exportaciones de café 2008 al 2017 (Fuente: Cámara Peruana del Café y Cacao, 2019)	22
Figura 5. Principales características morfológicas y estructuras de una abeja, <i>Nomada</i> sp. (Hymenoptera: Apidae) (Fernández & Sharkey, 2006, p. 62)	24
Figura 6. Principales partes de la cabeza de una abeja (Hymenoptera: Apidae) (Michener, 2007, p. 44)	25
Figura 7. Aparato bucal de <i>Apis</i> sp. (Hymenoptera: Apidae) (Snodgrass, 1997, p. 300)	25
Figura 8. Patas. Superfamilia Apoidea (Fernández & Sharkey, 2006, p. 446)	26
Figura 9. Setas. Superfamilia Apoidea (Fernández & Sharkey, 2006, p. 446)	26
Figura 10. Distribución de los cinco puntos de muestreo (Fuente: Elaboración propia)	46
Figura 11. Porcentaje de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) y el resto de la colecta (Fuente: Elaboración propia)	50
Figura 12. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la etapa de floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	52
Figura 13. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la etapa de floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	53
Figura 14. Apidae 21 (Hymenoptera: Apidae)	53
Figura 15. Apidae 1 (Hymenoptera: Apidae)	54
Figura 16. Apidae 10 (Hymenoptera: Apidae)	54
Figura 17. Apidae 12 (Hymenoptera: Apidae)	54

Figura 18. Apidae 2 (Hymenoptera: Apidae)	55
Figura 19. Apidae 8 (Hymenoptera: Apidae)	55
Figura 20. Halictidae 3 (Hymenoptera: Halictidae)	55
Figura 21. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	56
Figura 22. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	57
Figura 23. Apidae 21 (Hymenoptera: Apidae)	57
Figura 24. Apidae 3 (Hymenoptera: Apidae)	58
Figura 25. Apidae 1 (Hymenoptera: Apidae)	58
Figura 26. Apidae 48 (Hymenoptera: Apidae)	58
Figura 27. Apidae 13 (Hymenoptera: Apidae)	59
Figura 28. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Hymenoptera) en la fase media de la floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	59
Figura 29. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	60
Figura 30. Apidae 12 (Hymenoptera: Apidae)	61
Figura 31. Apidae 2 (Hymenoptera: Apidae)	61
Figura 32. Apidae 1 (Hymenoptera: Apidae)	61
Figura 33. Apidae 8 (Hymenoptera: Apidae)	62
Figura 34. Apidae 21 (Hymenoptera: Apidae)	62
Figura 35. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	63
Figura 36. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	63

Figura 37. Halictidae 2 (Hymenoptera: Halictidae)	64
Figura 38. Halictidae 3 (Hymenoptera: Halictidae)	64
Figura 39. Apidae 10 (Hymenoptera: Apidae)	65
Figura 40. Apidae 1 (Hymenoptera: Apidae)	65
Figura 41. Apidae 8 (Hymenoptera: Apidae)	65
Figura 42. Índice de Shannon-Wiener (H') de las fases inicial, media y final, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	66
Figura 43. Índice de Margalef (D_{mg}) de las fases inicial, media y final, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	66
Figura 44. Índice de Brillouin (HB) de las fases inicial, media y final, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	67
Figura 45. Índice de equidad de Pielou (J') de las fases inicial, media y final, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	67
Figura 46. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 1, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	70
Figura 47. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 1, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	71
Figura 48. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 2, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	72
Figura 49. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 2, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	72
Figura 50. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 3, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	73
Figura 51. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 3, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	74
Figura 52. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 4, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	75

Figura 53. Composición de los taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 4, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	75
Figura 54. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 5, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	76
Figura 55. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 5, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	77
Figura 56. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 1, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	78
Figura 57. Composición de los taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 1, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	78
Figura 58. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 2, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	79
Figura 59. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 2, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	80
Figura 60. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 3, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	81
Figura 61. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 3, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	81
Figura 62. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 4, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	82
Figura 63. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 4, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	83
Figura 64. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 5, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	84

Figura 65. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 5, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	84
Figura 66. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 1, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	85
Figura 67. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 1, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	86
Figura 68. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 2, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	87
Figura 69. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 2, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	87
Figura 70. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 3, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	88
Figura 71. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 3, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	89
Figura 72. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 4, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	90
Figura 73. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 4, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	90
Figura 74. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 5, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	91
Figura 75. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 5, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia)	92

B. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Entomofauna general colectada (Fuente: Elaboración propia)	50
Tabla 2. Especímenes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) colectadas (Fuente: Elaboración propia)	51
Tabla 3. Taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) colectadas (Fuente: Elaboración propia)	52
Tabla 4. Datos meteorológicos mensuales del distrito de Villa Rica en el año 2016 (Fuente: Datos Meteorológicos de la Estación Villa Rica – 2016)	93

C. ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Individuos de la entomofauna general por puntos y trampas durante las tres colectas	115
Anexo 2. Descripción de cada punto de muestreo	115
Anexo 3. Implementación de la faena de campo realizada	116
Anexo 4. Tabla general de diversidad de individuos (Hymenoptera: Apoidea) colectados en la etapa de floración	117
Anexo 5. Comparación estadística entre fase inicial, media y final de la etapa de floración: índice de Shannon-Wiener (H')	119
Anexo 6. Comparación estadística entre fase inicial, media y final de la etapa de floración: índice de Margalef (D_{mg})	119
Anexo 7. Comparación estadística entre fase inicial, media y final de la etapa de floración: índice de Brillouin (HB)	120
Anexo 8. Comparación estadística entre fase inicial, media y final de la etapa de floración: índice de Pielou (J')	120
Anexo 9. Datos meteorológicos semanales del distrito de Villa Rica en el año 2016 (Fuente: Informe de Datos Meteorológicos de la Estación Villa Rica - 2016)	121
Anexo 10. Mapa topográfico del área de estudio en la finca Santa Rosa	121
Anexo 11. Lista de materiales y equipos utilizados para el periodo de campo y gabinete	122

Anexo 12. Galería fotográfica de taxones identificados (Hymenoptera: Apoidea)	123
Anexo 13. Etiquetas utilizadas para el montaje de los taxones de Apoideos	126
Anexo 14. Trabajo de campo	127
Anexo 15. Trabajo de gabinete	130

I. RESUMEN

El estudio de diversidad de abejas se realizó en la finca Santa Rosa, Villa Rica – Perú en los meses de setiembre (fase inicial), octubre (fase media) y noviembre (fase final) del 2016. El muestreo se llevó a cabo a lo largo de toda la etapa de floración del café (*Coffea arabica* L.) haciendo uso de trampas Malaise, Van Someren Ryle y red entomológica. Se colectaron 6,306 individuos pertenecientes a la Clase Insecta, de ellos, 353 pertenecieron a la superfamilia Apoidea. Se indentificó una riqueza correspondiente a 83 taxones, los de mayor abundancia relativa fueron Apidae 21 (16 %), Apidae 1 (6 %), Apidae 10 (5 %), Apidae 12 (5 %), Apidae 2 (5 %), Apidae 8 (4 %) y Halictidae 3 (4 %). Según el índice de Shannon-Wiener, la diversidad se mantiene constante al no existir diferencias significativas para los valores de la fases inicial 2.19, media 2.28 y final 2.34. De igual forma la diversidad se mantuvo constante según el índice de Margalef cuyos valores de las fases inicial, media y final son 3.70, 3.62 y 3.90 respectivamente. Según la equidad de Brillouin, la diversidad se mantiene equitativa al no existir diferencias significativas en la fase inicial 1.69, media 1.67 y final 1.74, de igual manera, la equidad de Pielou con los valores de fase inicial 0.85, media 0.95 y final 0.93. Este estudio sienta pilares para futuras investigaciones y brinda las bases para generar valor al servicio ecosistémico de polinización en cafetales.

Palabras clave: sistemas agroforestales; café; Apoidea; polinizadores; diversidad; floración.

II. ABSTRACT

The study of bee diversity was carried out in the Santa Rosa farm, Villa Rica - Peru in the months of September (initial phase), October (middle phase) and November (final phase) of 2016. Sampling was carried out throughout the coffee flowering stage (*Coffea arabica* L.) using Malaise, Van Someren Ryle traps and entomological network. A total of 6,306 individuals belonging to the Insecta Class were collected, of which 353 belonged to the Apoidea superfamily. A wealth corresponding to 83 taxa was identified, the most abundant were Apidae 21 (16 %), Apidae 1 (6 %), Apidae 10 (5 %), Apidae 12 (5 %), Apidae 2 (5 %), Apidae 8 (4 %) and Halictidae 3 (4 %). According to the Shannon-Wiener index, diversity remains constant as there are no significant differences for the values of the initial phases 2.19, mean 2.28 and final 2.34. In the same way the diversity remained constant according to the Margalef index whose values of the initial, middle and final phases are 3.70, 3.62 and 3.90 respectively. According to the equity of Brillouin, the diversity remains equitable because there are no significant differences in the initial phase 1.69, average 1.67 and final 1.74 and, in the same way, the equity of Pielou with the values of initial phase 0.85, average 0.95 and final 0.93. This study lays the foundations for future research and provides the basis for generating value for the ecosystem service of pollination in coffee plantations.

Keywords: agroforestry systems; coffee; Apoidea; pollinators; diversity; flowering.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de café es una importante fuente económica para millones de personas en el mundo. Su manejo bajo sistemas agroforestales, es decir, la combinación de este cultivo y árboles, ayuda a mantener las interacciones ecológicas en las montañas y valles (Christiansen, 2004; Remy & Glave, 2007).

Los sistemas agroforestales con café generan una serie de importantes servicios ambientales como: la fijación del carbono, regulación hídrica, reducción de procesos erosivos (Farfán & Sánchez, 2015) y especialmente la polinización, realizada en su mayoría por abejas (Smith-Pardo, 1999), que es “un servicio ambiental de gran relevancia para la manutención de la integridad de los ecosistemas y para la sustentabilidad de la agricultura, necesitando así, una mayor atención en el manejo agrícola y en las acciones conservacionistas” (Lizárraga, García & Burgos, 2008, p. 4).

La estabilidad productiva del café también está relacionada con la diversidad de abejas, y los cambios en los ecosistemas afectan la distribución, abundancia y efectividad de los polinizadores (Alcamo & Bennett, 2003; Klein et al., 2007).

El cambio climático está afectando a las poblaciones de diversos insectos y las abejas polinizadoras de sistemas agroforestales no están exentas de ser perjudicadas. El impacto en las poblaciones puede generar consecuencias negativas en el servicio de polinización de plantas silvestres y de cultivos estratégicos como el café (Imbach et al., 2017).

Considerando que el café es el principal producto agrícola del Perú y posee más de 400,000 ha en su territorio (INEI, 2012; Ayala, Bernabé, Montoya & Pinedo, 2016) es sumamente importante el estudio de las abejas para fines de manejo y toma de decisiones.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Aspectos generales del café (*Coffea arabica* L.)

El cafeto (*Coffea arabica* L.) pertenece a la familia Rubiaceae la que se distingue por ciertos caracteres de la flor. Esta especie de café es probablemente una de las mas importantes, conjuntamente, con *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (Durán, 2011). El café es originario de África y el Lejano Oriente, siendo Etiopía y Sudán, los centros de origen, lo cual se reconoce, por que existen plantas en estado semi silvestre, bajo sombra con vegetación arbórea, especialmente por encima de los 1,000 m.s.n.m. (Figuroa, 1990).

El café es popular por tener cafeína, una sustancia que genera un efecto estimulante del sistema nervioso central, corazón, venas, arterias y riñones. El aporte energético del café es de 2 Kcal por taza (Durán, 2011); el consumo y producción de café es importante en muchas economías de países en vías de desarrollo y países industrializados (Figuroa, 1990).

4.1.1. Ubicación taxonómica del café (*Coffea arabica* L.)

De acuerdo con el sistema de clasificación del IV grupo para la filogenia de las angiospermas. APG IV por sus siglas en inglés, el café (*Coffea arabica* L.) pertenece a:

Clase	Equisetopsida
Subclase	Magnoliidae
Orden	Gentianales
Familia	Rubiaceae
Género	<i>Coffea</i>
Especie	<i>arabica</i>

4.1.2. La flor del café

“Las flores son los órganos destinados a reproducir las plantas. Las flores dan origen a los frutos, sin flores no hay cosechas” (Durán, 2011, p. 30). Estos órganos presentan cuatro tipos de estructuras que definen a la flor: “dos estructuras estériles que son el cáliz y la corola y dos estructuras fértiles que son los carpelos (ovario, estilo y estigma), y los estambres” (Arcila, 2004, p. 3).

Las flores (Figura 1) se forman en las yemas, las que se ubican en las axilas foliares sobre los nudos de las ramas. En cada axila se forman de tres a cuatro yemas o inflorescencias y en cada una de ellas, de cuatro a cinco flores; por lo tanto, un nudo puede llegar a tener entre 24 y 32 botones florares (Cenicafé, 2007).



Figura 1. Morfología de la flor del cafeto. A) Flor en estado de preantesis, B) y C) Flor en estado de anthesis exhibiendo estructuras reproductivas; D) Estructuras reproductivas: pistilo compuesto por ovario y estilo terminando en un estigma bifurcado (izq.), y estambres (der.) (Fuente: Arcila, 2004, p. 3).

4.1.3. La floración del café

La floración es el evento más importante en el proceso productivo, de esta depende el éxito de la producción, y se considera como un punto importante cuando al menos el 50 % de las plantas hayan florecido (Arcila, 2004; Cenicafé, 2007).

La floración es estacional, y se manifiesta con la presencia de la humedad (Durán, 2011). Luego del humedecimiento de las raíces el agua es conducida a las hojas y dejan de producir ácido abscísico, para formar el ácido giberelico. Este último ácido induce a que los botones florales se desarrollen en un tiempo de ocho a diez días luego de las lluvias. Se estima que 10 mm de precipitación

son necesarios para estimular la formación de ácido giberelico y luego de la floración (Christiansen, 2004).

Estas características fisiológicas (Figura 2) generan una fenología que puede variar de acuerdo a la altitud, la precipitación, el tipo de suelo, entre otros aspectos.



Figura 2. Fenología del café en la selva central del Perú para zonas encima de 1,200 m.s.n.m. (Fuente: Desco, 2012, p. 10).

4.1.4. Situación e importancia del café en el mundo

Se ha estimado que el consumo mundial de tazas de café es de alrededor de dos mil millones por año, esta realidad lo convierte en el segundo producto más comercializado luego del petróleo. Brasil, Vietnam y Colombia encabezan la extensa lista de países productores y exportadores mundiales de café. La dinámica del mercado ha convertido que dicho producto trascienda a importantes niveles de impacto económico, ambiental y social (Ayala et al., 2016). Según Remy y Glave (2007) “La producción de café es de gran importancia en la vida de millones de familias campesinas en el mundo en

desarrollo. Las pequeñas fincas cafetaleras producen cerca del 75 % del café mundial” (p. 9).

4.1.5. El café en el Perú

El café es el principal producto agrícola tradicional, la diversidad de pisos altitudinales y climas cálidos del país, hace posible la producción de este cultivo en las diferentes zonas geográficas del Perú (Ayala et al., 2016).

En este contexto, la caficultura peruana se ha desarrollado en los territorios ecológicos que comprenden la selva alta o bosque montano húmedo, las cuales guardan características propicias para obtener café de calidad e involucra a más de un millón de personas en la cadena productiva, cifra que responde al cálculo que cada hectárea de cultivo de café puede otorgar oportunidades laborales permanentes a cuatro peruanos (Ipeba, 2014).

En general el cultivo de café es de gran importancia ya que es una importante fuente de trabajo y un gran demandante de insumos, bienes y servicios; también, este cultivo promueve la ejecución de programas y proyectos de desarrollo alternativo, donde intervienen más de 223 mil familias de pequeños productores en 338 distritos rurales, 68 provincias y 17 regiones a nivel nacional (MINAGRI, 2016).

a. Producción de café

El último censo agropecuario del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2012) muestra que el cultivo del café abarca el 10.2 % total de la superficie agrícola, unas 400 mil ha. Las regiones con las mayores áreas productoras de

café son; San Martín (41.5 %), Junín (34.2 %) y Cajamarca (13.6 %) que en conjunto concentran el 77.1 % (INEI, 2017).

La producción de café (Figura 3) mantiene un comportamiento oscilante y alcanzó cifras récord en el año 2011 (MINAGRI, 2015).

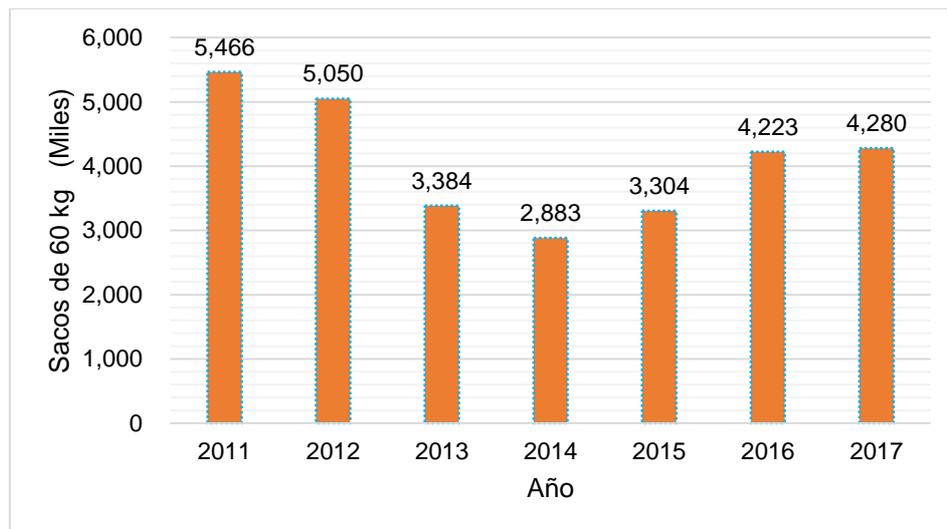


Figura 3. Producción de café en grano del 2005 al 2017 en el Perú (Fuente: MINAGRI, 2015; ICO, 2019).

Las plagas y enfermedades son factor muy importante que determina la estabilidad productiva y causa perjuicios económicos. Dentro de las plagas, la “broca” (*Hypothenemus hampei* Ferrari) un gorgojo que penetra los frutos es responsable de afectar cuantiosas áreas de cultivo, y la enfermedad más devastadora es la “roya” (*Hemileia vastatrix* Berkely & Broome), un hongo que ataca las hojas de los cafetos y tiene impactos muy alarmantes que reflejaron decrecimientos en la producción entre los años 2012 y 2013, así mismo, este hongo afectó al 43 % de las plantaciones del país (Desco, 2012; Ayala et al., 2016).

b. Exportaciones de café

Los principales destinos que importaron café en el año 2017 fueron; Estados Unidos (US\$ 180,246), Alemania (US\$ 163,442), Bélgica (US\$ 70,210), Suecia (US\$ 43,358), Canadá (US\$ 36,613), República de Corea (US\$ 28,448) e Italia (US\$ 26,639), (Agrodata, 2018).

Motivado por los buenos precios del mercado internacional, una de las máximas experiencias fue en el año 2011, las exportaciones alcanzaron casi los US\$ 1,600 millones, en la Figura 4 se observa el pico de exportación en dicho momento (Gestión, 2017).

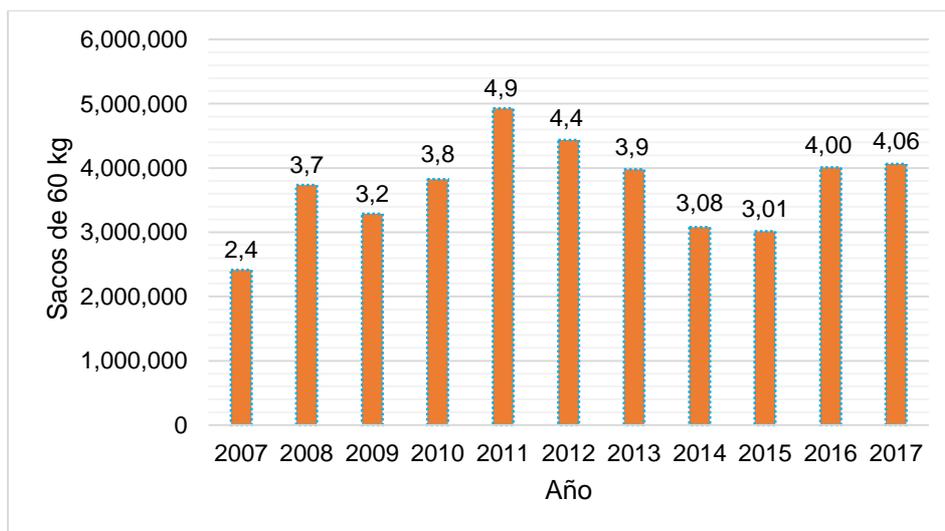


Figura 4. Exportaciones de café 2008 al 2017 (Fuente: Cámara Peruana del Café y Cacao, 2019).

4.2. Las abejas y la superfamilia Apoidea

Actualmente, las abejas se encuentran en todas las extensiones biogeográficas del mundo, excepto en las zonas polares. Pertenecen al Orden Hymenoptera, donde también se incluyen las avispas y hormigas. La característica común de las abejas son la modificación del aparato reproductor de las hembras en forma de aguijón. Gracias al avance de la tecnología se ha logrado obtener análisis cladísticos que han ayudado a determinar que las abejas son un grupo derivado de la familia de las avispas esfeciformes (Hymenoptera: Sphecidae) y en conjunto, con las avispas de la Familia Crabronidae, constituyen la superfamilia Apoidea (Melo, 1999; Michener, 2007; González, Ospina, & Bennett, 2005; Fernández & Sharkey, 2006; Smith-Pardo & Vélez, 2008).

En general las abejas se diferencian de las avispas por tener hábitos fitófagos asociados al néctar, polen y aceites, mientras que las avispas esfeciformes son depredadoras de arácnidos y la mayoría de órdenes de insectos como sustento para sus crías. Relacionado con sus hábitos alimenticios y la morfología, las abejas tienen aparatos bucales y digestivos modificados para la toma y el procesamiento del néctar y polen, además, poseen pelos o setas plumosas únicas entre los insectos para el transporte de polen y aceites (Fernández & Sharkey, 2006; Smith-Pardo & Vélez, 2008).

Las abejas reportan el grupo más amplio de Apoidea con un número mayor a 20,000 especies conocidas, alrededor de 350 géneros y por lo menos 5,000 especies en el Neotrópico. Existen dos grupos de abejas, las de lengua corta (Stenotritidae, Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae) y las abejas de lengua larga (Megachilidae y Apidae) (Fernández & Sharkey, 2006).

De acuerdo con la clasificación taxonómica más general, las abejas pertenecen al Phylum Arthropoda, se ubican dentro de la extensa Clase de los insectos y son del Orden Hymenoptera, donde se encuentra la superfamilia Apoidea (Fernández & Sharkey, 2006; Michener, 2007).

4.2.1. Morfología de la superfamilia Apoidea

Algunas características morfológicas generales de las abejas (Hymenoptera: Apidae) presentado en los dibujos de la Figura 5, Figura 6 y Figura 7; y las posibilidades de patas y setas para (Hymenoptera: Apoidea) Figura 8 y Figura 9.

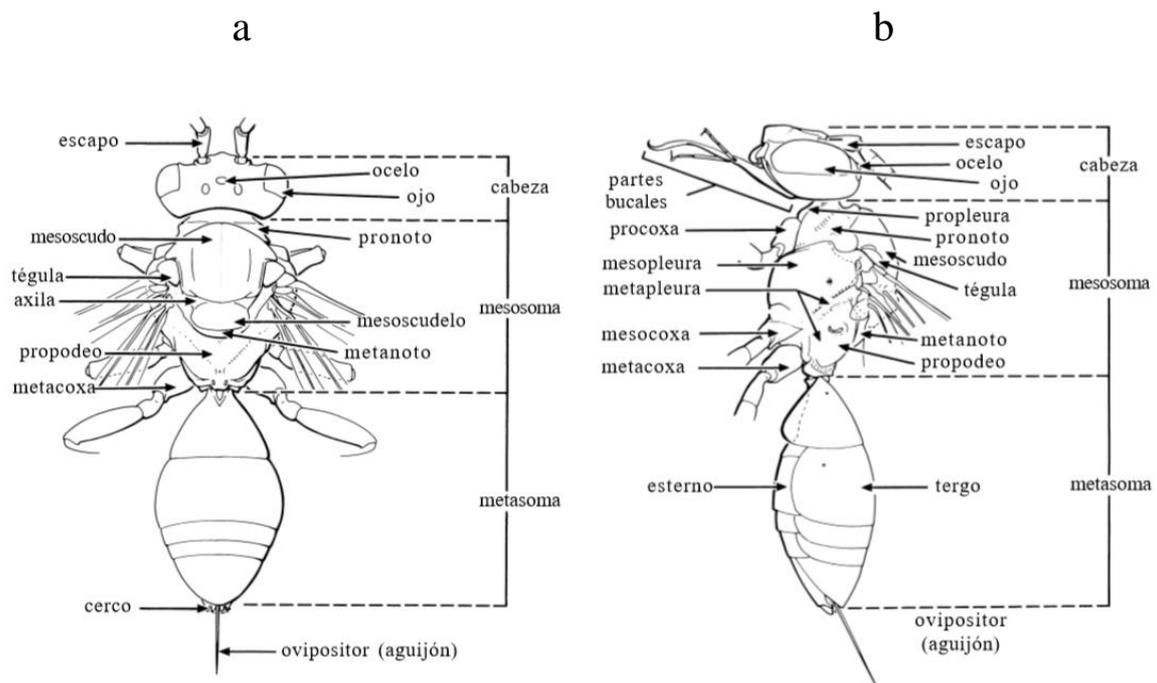


Figura 5. Principales características morfológicas y estructuras de una abeja, *Nomada* sp. (Hymenoptera: Apidae), a: Vista dorsal. b: Vista lateral (Fernández & Sharkey, 2006, p. 62).

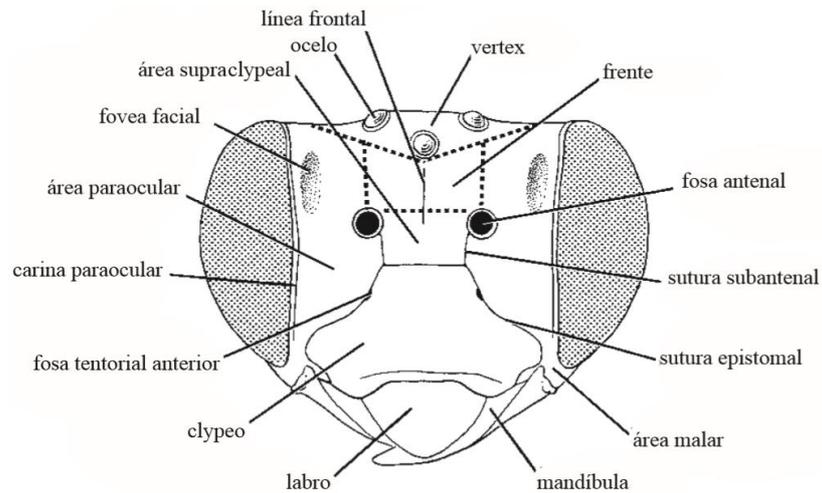


Figura 6. Principales partes de la cabeza de una abeja (Hymenoptera: Apidae) (Michener, 2007, p. 44).

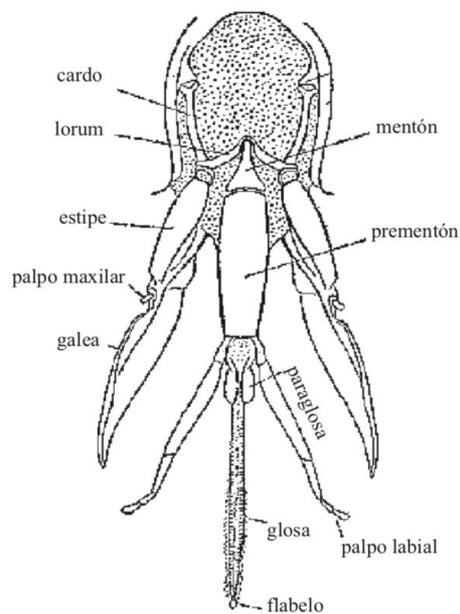


Figura 7. Aparato bucal de *Apis* sp. (Hymenoptera: Apidae) (Snodgrass, 1997, p. 300).

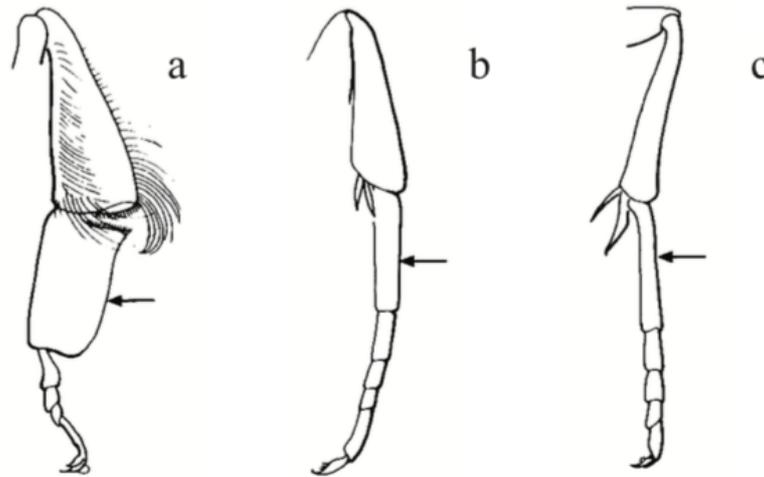


Figura 8. Patas. Superfamilia Apoidea; a. y b: Primer tarsómero de la pata posterior más ancho que los demás tarsómeros, c: Primer tarsómero de la pata posterior tan ancho como los demás tarsómeros (Fernández & Sharkey, 2006, p. 446).

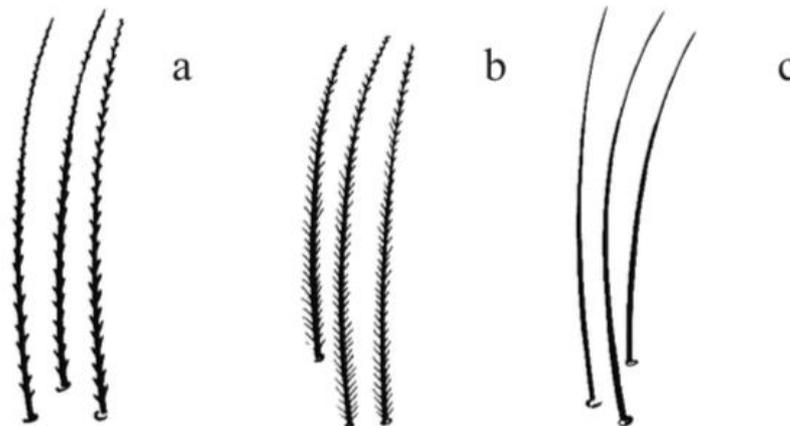


Figura 9. Setas. Superfamilia Apoidea; a. y b. setas ramificadas, c. setas simples (Fernández & Sharkey, 2006, p. 446).

4.2.2. Familia Sphecidae

La Familia Sphecidae esta compuesta de dos subfamilias, 17 géneros y 196 especies para el neotrópico. La mayor parte de las especies son íngrimas,

pudiendo expresar diferentes tipos de comportamiento social (Fernández & Sharkey, 2006).

Los individuos de Sphecidae presentan tamaños de mediano a grande y pueden presentar colores vistosos. Existe gran diversidad en la arquitectura de sus nidos, la mayoría son madrigueras excavadas en el suelo. Reiteradamente se han visto machos situando flores para coleccionar néctar, sin embargo, parte de la estructura de sus nidos está hecha -y les sirve- para aprovisionar insectos. En función a sus características morfológicas presentan rasgos como: pronoto corto y lobulado a los lados, cuerpo revestido por pelos simples, no plumosos o ramificados (Fernández & Sharkey, 2006; Fernández & Castro-Huertas, 2014).

4.2.3. Familia Crabronidae

La Familia Crabronidae esta compuesta de cinco subfamilias, 133 géneros y 1,730 especies para el neotrópico (Fernández & Sharkey, 2006).

Mantienen diversos tipos de comportamiento social incluyendo un ejemplo de eusociabilidad (*Microstigmus*, Pemphredoninae), sin embargo, la mayor cantidad de especies son solitarias. Como alimentación y aprovisionamiento de sus nidos, utilizan arañas e insectos (artrópodos y cleptoparasitoides) pero, según se ha visto, pueden emplear polen para alimentar a sus larvas. En función a sus características morfológicas, su cuerpo es revestido por pelos simples, no plumosos o ramificados (Melo, 1999; Fernández & Sharkey, 2006; Musicante & Salvo, 2010).

4.2.4. Familia Colletidae

La Familia Colletidae está compuesta por más de 2,000 especies en todo el mundo, agrupadas en cinco subfamilias, de las cuales aproximadamente el 15 % de las especies están presentes en el neotrópico (Smith-Pardo & Vélez, 2008; Fernández & Sharkey, 2006).

Mantienen comportamientos solitarios, los nidos pueden hacerlos en el suelo, en maderas descompuestas o ramas de árboles. Los individuos de Colletidae difieren mucho entre sí; en tamaños, varían de grandes (1 cm) hasta pequeños ejemplares, y de formas, algunas con apariencia de avispa y otras peludas. En función a las características morfológicas los collétidos se caracterizan por presentar glosa corta más ancha que larga, con el ápice truncado o bilobulado, presentan el labro generalmente más ancho que largo y usualmente una sola sutura subantenal (Smith-Pardo, 1999; Smith-Pardo & Vélez, 2008).

4.2.5. Familia Andrenidae

La Familia Andrenidae se encuentra en todos los continentes, sin embargo no se tiene reportes en Australia, agrupa más de 2,300 especies distribuidas en cuatro subfamilias; aproximadamente 200 especies están ubicadas en el neotrópico (Fernández & Sharkey, 2006).

Son abejas principalmente solitarias, no obstante, un conjunto de hembras puede habitar el mismo nido debido a su carácter tolerante y no agonista. Los sitios de nidificación se dan en el suelo, ya sea en espacios abiertos o en pendientes como los barrancos, pueden ser superficiales (8 cm) o muy profundos

(2 m). En la región neotropical, las especies de la familia Andrenidae pueden ser multivoltinos o univoltinos (Fernández & Sharkey, 2006; Florez-Prado, Chiappa & Mante, 2012).

Las especies de Andrenidae son de tamaños medianos y de cuerpo cubierto por abundantes pelos o setas. En función a sus características morfológicas, el carácter más distintivo son la presencia dos suturas subantenas en la facia, la glosa es puntiaguda, pudiendo ser corta o larga. La fovea facial notoria en las hembras y algunos machos. La escopa suele extenderse desde la coxa hasta la tibia de las patas posteriores lo que le permite llevar polen (Michener, 2007; Fernández & Sharkey, 2006; Smith-Pardo & Vélez, 2008).

4.2.6. Familia Halictidae

La Familia Halictidae es la segunda familia de abejas más abundante del mundo, existen más de 3,500 especies agrupadas en cuatro subfamilias y 75 géneros. Tres de las cuatro subfamilias tienen representantes en la región neotropical (Fernández & Sharkey, 2006; Smith-Pardo & Vélez, 2008).

Cuenta con grupos de abejas tanto cleptoparásitas como parásitas de otras abejas, así como comportamientos que van desde solitarias y comunales hasta eusociales (Smith-Pardo & Vélez, 2008). Esta singularidad de su biología ha generado que se conviertan en el organismo más importante, usado como modelo para entender la evolución social en abejas. Los individuos de Halictidae forman sus nidos en el suelo, sin embargo, muchas especies se han adaptado a desarrollarse en la madera o en las fitotelmatas que se forman entre las hojas

de las epífitas. La gran mayoría son polilécticas, es decir, recorren diferentes tipos de flores en busca de néctar y polen (Fernández & Sharkey, 2006).

La coloración metálica azul, verde o roja es característica de las abejas de la familia Halictidae, aunque algunos géneros son de colores oscuros (negros, vino-tinto) con visos metálicos. En función a las características morfológicas los halíctidos presentan la glosa puntiaguda, los palpos labiales de segmento similares, una sutura subantenal y carece de fovea facial (Fernández & Sharkey, 2006; Smith-Pardo & Vélez, 2008).

4.2.7. Familia Megachilidae

La Familia Megachilidae está distribuida por todo el planeta agrupadas en 3,500 especies, dos subfamilias, 70 géneros y siete tribus.

Expresan comportamiento solitario, la mayoría de sus nidos son desarrollados en cavidades previamente establecidas por otros insectos o en sustratos como ramas en los árboles, orificios en rocas hasta conchas abandonadas donde utilizan materiales tipo: pétalos, hojas, resinas de árboles, barro, para acondicionar el interior de los mismos. Las especies de Megachilidae son importantes polinizadores de cultivos, en este propósito, han sido introducidas de Asia a países norteamericanos, sin embargo, se ha visto su rápida dispersión y aún se desconoce el impacto sobre los polinizadores nativos (Fernández & Sharkey, 2006; Smith-Pardo & Vélez, 2008; Montalva & Castro, 2012).

Debido a sus características morfológicas bucales, Fernández & Sharkey (2006, p. 483) sostienen que “Megachilidae es el grupo hermano de Apidae. Ambas

familias son comúnmente conocidas como abejas de lengua larga”. Se reconocen por su labro rectangular más largo que ancho que está ampliamente articulado al clípeo. Tienen una escopa bien definida en los esternos metasomales y sus palpos labiales tienen segmentos de similar longitud (Michener, 2007; Fernández & Sharkey, 2006; Smith-Pardo & Vélez, 2008).

4.2.8. Familia Apidae

La familia Apidae es la más diversa dentro de las abejas. Presenta tres subfamilias, 33 tribus y más de 3,700 especies. Las tres subfamilias cuentan con representantes neotropicales (19 tribus, más de 90 géneros y aproximadamente 1,570 especies). Existen abejas solitarias y sociales (parásitas sociales y cleptoparásitas). Pueden anidar en el suelo, árboles, la madera de construcciones hasta cavidades dispuestas por el hombre en edificaciones (Fernández & Sharkey, 2006; Smith-Pardo & Vélez, 2008).

Debido a su alta diversidad, Fernández y Sharkey (2006) afirman que este taxón “presentan gran variedad de formas: desde pequeñas, delgadas, cuerpo brillante, metálico, glabras (semejantes a avispas), hasta grandes robustas, peludas, opacas” (p. 488).

La familia Apidae es clave para el desarrollo económico de muchas personas, su importancia se basa en dos actividades principales como lo argumentan Fernández y Sharkey (2006), estas son:

Recolección de recursos y polinización. En el primer caso, la miel, el polen, la cera y la jalea real, producidas o almacenadas por *Apis mellifera*

o por abejas sin aguijón (Meliponini), son recursos alimenticios que generan renta para muchos criadores y productores. En el caso de la polinización, éste es un servicio que prestan todas las abejas, solitarias o sociales, domesticadas o silvestres y redundan en el mantenimiento de la diversidad vegetal y en la producción de frutos y semillas para el aprovechamiento humano (p. 489).

4.3. Generalidades de los sistemas agroforestales

El concepto de sistemas agroforestales, lo define la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) como “un grupo de prácticas y sistemas de producción, donde la siembra de los cultivos y árboles forestales se encuentran secuencialmente y en combinación con la aplicación de prácticas de conservación de suelo” (FAO, 1999), donde los factores ecológicos, económicos y culturales, según menciona Farfán y Sánchez (2015) son pilares esenciales que considerar para lograr trabajos optimizados.

Las capacidades que tienen los sistemas agroforestales para contribuir a la sostenibilidad, han sido reconocidos en distintas congregaciones internacionales que tienen como objetivos consensuar políticas de desarrollo, donde destaca la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, 1992), lo que hace notorio y justifica dar cabida en las agendas de los gobiernos para el interés en generar investigación (Buttoud, 2015).

Es preciso señalar que con una cobertura arbórea del 20 %, los diferentes sistemas agroforestales aportan a mantener la actividad biológica, a disminuir parte de los procesos erosivos y pérdidas de agua, también, pueden proveer de gran cantidad de nutrientes y materia orgánica, cualidad que brinda sostenibilidad (Farfán & Sánchez, 2015).

Finalmente se debe considerar ciertos aspectos de la agroforestería que son determinantes para donde se proyecte implementarlos, como lo afirma Ugarte (2009, p. 2) el hecho que:

Es muy importante tener en cuenta que las prácticas agroforestales no reemplazan de ninguna manera al bosque natural. En áreas con intervención el establecimiento de sistemas agroforestales puede imitar los servicios del bosque, como fijación de carbono, regulación del régimen hídrico y conservación de la biodiversidad pero no puede sustituirlos plenamente.

4.3.1. Los sistemas agroforestales con café (*Coffea arabica* L.)

“La alternativa de asociar café con especies forestales ofrece la posibilidad de dar mayor valor agregado a la tierra y obtener beneficios futuros, al aprovechar los servicios generados por los árboles” (Elliot, Carrero, Aguirre, Flores & Del Águila, 2014, p. 34).

Rapidel et al. (2015) estimaron que el área con café bajo este sistema cubre en América Latina dos millones de hectáreas, y debido a la evolución de las técnicas que se han ido desarrollando para manejar la agroforestería, existen nuevos

retos que afrontar en el futuro, como los relacionados a la conservación de la biodiversidad y el enfoque de servicios ecosistémicos.

4.3.2. Cultivo de café en el distrito de Villa Rica, Pasco – Perú

El distrito de Villa Rica cuenta con una población de 20,510 habitantes según el INEI (2017), y pertenece a la provincia de Oxapampa región Pasco situado en la selva central del Perú. Su motor económico gira en torno a la producción y comercialización del café que es la principal actividad agraria de dicho distrito (Desco, 2006), cuenta con aproximadamente 11,000 ha dedicadas a este cultivo, cifra que podría incrementarse sustancialmente (Saavedra, 2016).

Basado en la clasificación de Holdridge, los cafetales en Villa Rica se encuentran en: bosque muy húmedo sub-tropical (bmh-ST) y bosque húmedo sub-tropical (bh-ST), a una altitud que va entre los 1,000 a 2,000 m.s.n.m. y mantiene una precipitación que oscila entre 1,365.1 – 1,477.1 mm anuales (Desco, 2012) (Anexo 9).

4.3.3. La certificación sostenible

Siendo el café uno de los motores económicos de la selva, es importante conocer algunas herramientas con las que se cuenta para obtener mayores rentabilidades. Las buenas prácticas agrícolas y sus sistemas de gestión dan soporte a mejorar la conservación de la biodiversidad, la productividad y aumentan los medios de vida de los trabajadores y sus familias, todo ello conforma una estrategia positiva para la sostenibilidad del producto (Osorio,

2012; RAS, 2017). Según el Centro de Comercio Internacional (2011) desde el punto de vista de los pequeños comerciantes y de las empresas, el concepto de sostenibilidad se ha transformado en un tangible para la comercialización en apoyo de una buena causa.

Dicho concepto abarca la responsabilidad social, la cual, debería trascender de la satisfacción propia de una persona hacia una postura a partir de la contribución activa del mejoramiento ambiental, económico y social, el repercutir favorablemente al medio externo (Maraví, 2014). En ese sentido, la gestión de un producto sostenible conlleva a cumplir requerimientos y estándares, algunos de estos funcionan como herramientas que generan competitividad en el mercado (Osorio, 2012).

Un elemento muy valorado para el café es el sello de la certificación Rainforest Alliance (Rainforest Alliance Certified™), cuyos objetivos buscan fomentar el uso criterioso de los recursos naturales, trato digno con los trabajadores, la conservación de la vida silvestre, buenas prácticas de manejo agrícola y buenas relaciones entre la finca y sus vecinos. El cumplimiento de sus normas otorga su certificación y el derecho de llevar su sello de “la rana verde”, que se encuentra en los alimentos y bebidas, siendo reconocido por supermercados, hoteles, restaurantes y otros negocios en el mundo (Rainforest Alliance, 2012; Osorio, 2012).

Las normas para la agricultura sostenible que utiliza Rainforest Alliance (Rainforest Alliance Certified™) se actualizan en el tiempo, sin embargo, la esencia del manejo responsable con el medio en donde se ejecutan se mantiene.

La conservación de la biodiversidad es fundamental, por ejemplo, el parámetro de cobertura de dosel y diversidad de especies ayuda a aplacar la deforestación y aumentar la resiliencia de la finca, en la región de América Latina, para el cultivo de café se pide un mínimo de 40 % (entre agroforestería y áreas reservadas) de “cobertura de dosel” en toda la extensión de la finca, donde se tiene que considerar por lo menos 12 especies nativas de árboles por hectárea (Rainforest Alliance, 2017a; Rainforest Alliance 2018).

En cuanto a las prácticas agrícolas asociadas al manejo integrado de plagas (MIP) y manejo de agroquímicos, se promueve la prevención mediante el monitoreo de las especies indeseables y el uso de controladores de tipo no químico. Los plaguicidas se consideran como última opción y se da preferencia a los no sintéticos y de baja toxicidad ya que es de vital importancia mantener el equilibrio de las poblaciones de polinizadores para beneficio del cultivo (Rainforest Alliance, 2017a; Rainforest Alliance 2018).

Sin embargo, es importante mencionar que utilizar plaguicidas de la lista de “Plaguicidas Prohibidos” o de “Uso excepcional” por ser altamente peligrosos, deben cumplir regulaciones especiales como: rotación para reducir la resistencia, aplicaciones focalizadas y el registro de volumen y toxicidad del agroquímico utilizado. Destaca en la susodicha lista los plaguicidas que forman parte del grupo químico de los neonicotenoides como los que llevan de compuestos activos: Clotianidina, Imidacloprida y Tiametoxam, estos caracterizados por atacar a nivel fisiológico en el sistema nervioso de los insectos ocasionando su muerte, muy asociados al declive de las poblaciones de abejas

en cultivos a nivel mundial (IRAC, 2017; Rainforest Alliance, 2017b; Rainforest Alliance, 2017c; Butler, 2018; Rainforest Alliance 2018).

4.4. Servicios del ecosistema: Importancia de la polinización en los cultivos

Costanza et al. (1997) definieron que:

Las funciones del ecosistema se refieren de diversas maneras al hábitat, biológico o propiedades del sistema o procesos de los ecosistemas. Los bienes del ecosistema (como los alimentos) y los servicios (como la asimilación de desechos) representan los beneficios que las poblaciones humanas obtienen, directa o indirectamente, de las funciones del ecosistema (p. 253).

Dentro de los servicios existe también los regulatorios donde figura la polinización, que es “la transferencia de polen (célula masculina) desde los estambres (parte masculina de la flor) hasta el estigma (parte femenina de la flor) y hace posible la fecundación, y por lo tanto la producción de frutos y semillas” (FAO, 2014, p. 8), 87 de los 115 principales cultivos alimentarios mundiales dependen de la zoopolinización y los cambios que impactan a los ecosistemas afectan la distribución, abundancia y la efectividad de los polinizadores (Alcama & Bennett, 2003; Klein et al., 2007).

Por ello la investigación de Vergara, Contreras, Ferrari y Paredes avala la importancia del servicio de polinización, mencionando que es “uno de los procesos ecológicos fundamentales para mantener la viabilidad y diversidad de las angiospermas y es una interacción ecológica que tiene importantes consecuencias para los servicios de los ecosistemas y para la producción de plantas cultivadas” (2008, p. 248).

4.5.1. El servicio de polinización en los cafetales

Las poblaciones de polinizadores silvestres son un importante recurso que pueden mejorar la producción de muchos cultivos, algunos de ellos tan importantes como el café (Klein et al., 2007). Se sabe que de las 300 mil especies de plantas con flores la gran mayoría requieren de polinización cruzada y de los diferentes agentes polinizadores (viento, mamíferos, aves e insectos), los insectos polinizan el 75 % de las especies y de estas el 80% son polinizadas por abejas (Smith-Pardo, 1999).

Los cafetales manejados en sistemas agroforestales están relacionados con funciones que cumple el ecosistema, asociados a la polinización y la biodiversidad. La producción de frutos de café está estrechamente ligada con la diversidad de abejas, y esta depende de factores asociados al cultivo, como: la cobertura forestal del sistema de producción, la cercanía de bosques remanentes, la incidencia de luz y las técnicas agronómicas de manejo (Klein, Steffan-Dewenter & Tschardtke, 2003; De Marco & Coelho, 2004; Vergara & Badano, 2008; Boreux, Kushalappa, Vasst & Ghazoul, 2013).

4.5. Diversidad

La diversidad es la heterogeneidad de todas las expresiones de vida, a todo nivel de organización, desde las células hasta los ecosistemas, la diversidad genética de especies está influenciada por factores geográficos, de desarrollo o físicos (Odum, 1986; Goodfellow, Bull & Slater, 1992).

Una de las propuestas para evaluar la diversidad de taxones o especies dentro de una comunidad considerada homogénea es la diversidad alfa. Para ello existen distintos métodos según la función de las variables biológicas que miden: primero; el número de taxones presentes o riqueza específica, y segundo; la estructura de la comunidad o abundancia relativa, entendido como la distribución proporcional, en base al valor de importancia de cada taxón, permitiendo utilizar la clasificación que se tenga a nivel de dominancia o equidad de la comunidad (Odum, 1986; Margalef, 1998; Moreno, 2001).

4.5.1. Riqueza

La riqueza según Moreno (2001) se basa “únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancias de las mismas. La forma ideal de medir riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies obtenidos por un censo de la comunidad” (p. 26), estos conceptos son reafirmados por Odum (1986) y Margalef (1998).

4.5.2. Abundancia

La abundancia consiste en “medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta de procesos empobrecedores” (Moreno, 2001, p. 23).

4.5.3. Índices para medir la diversidad alfa

a. Riqueza específica

Riqueza de especies – Se refiere al “número total de especies obtenido por un censo de la comunidad” (Moreno, 2001, p. 26).

Índice de diversidad de Margalef – Se indica que “transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra” (Moreno, 2001, p. 26).

$$D_{mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

donde:

S = número de especies (Taxones)

N = número total de individuos

b. Estructura

Modelo no paramétrico:

Chao 1 – Trata de “un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra” (Moreno, 2001, p. 40).

Esta ecuación también tiene una modificación hecha por Hammer, Harper y Ryan (2001, p. 136).

$$Chao - 1 = S + \frac{F_1(F_1 - 1)}{(2(F_2 + 1))}$$

donde

S = número de especies

F_1 = número de especies representadas por un único individuo

F_2 = número de especies representados por exactamente dos individuos

Índice de abundancia proporcional – Equidad:

Índice de Shannon-Wiener - Expresa “la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra” (Moreno, 2001, p. 43).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

donde

p_i = abundancia proporcional de la especie ($p = ni/N$)

Equidad de Pielou – Se refiere a medir “la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada” (Moreno, 2001, p. 44).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

donde

$$H'_{max} = \ln(S)$$

Equidad de Brillouin – Se refiere y es de utilidad “cuando toda la población ha sido censada o cuando la aleatoriedad de la muestra no puede garantizarse, p.e. cuando las especies son atraídas diferencialmente al objeto de captura” (Moreno, 2001, p. 45).

$$E = \frac{HB}{HB_{max}}$$

donde

$$HB_{max} =$$

$$\frac{1}{N} \ln \frac{N!}{([N/S]!)^{s-r} ([N/S] + 1)!^r}$$

Con $[N/S]$ siendo la integral de N/S y $r = N - S [N/S]$

4.6. Colecta de muestras

4.6.1. Colección

La colecta de insectos necesita aplicar una amplia variedad de técnicas a causa del gran número de especies y variedad de conductas que presentan, la mayoría de las técnicas implementadas responden a objetivos específicos de cada tipo de investigación (González et al., 2011).

Dependiendo de los métodos utilizados, las colectas pueden ser divididas en activas y pasivas; las colectas activas direccionan voluntariamente el esfuerzo y exigen la presencia del colector, se utilizan instrumentos como redes, aspiradores y mantas entomológicas, las colectas pasivas son aquellas donde se utilizan trampas sin presencia del colector en un tiempo determinado (Albertino, Rodrigues de Melo, Barros de Carvalho, Casari & Constantino, 2012).

4.6.2. Colecta pasiva

a. Trampa Malaise

La trampa Malaise es un método bastante efectivo, utilizado en experiencias con objetivos similares, como en el estudio de Ngo, Gibbs, Griswold y Packer (2013) donde la usaron para hallar la diversidad de abejas en cafetales de Costa Rica; debido a que esta trampa intercepta individuos que van de paso, es importante considerar dicho criterio y para ello se deben buscar lugares que muestren ser potenciales rutas de vuelo, como por ejemplo un transecto (Fernández & Sharkey, 2006).

Los insectos interceptados tienden a subir por la tentativa de sobrepasar la barrera, siendo capturados en el punto más alto de la trampa con un recipiente que contiene alcohol de 70 % (Albertino et al., 2012). En el estudio de Smith-Pardo y González (2007) la trampa Malaise demostró buen desempeño para la captura de poblaciones de abejas (Hymenoptera: Apoidea) ya que permitió capturar un mayor porcentaje de especies raras.

b. Trampa Van Someren Ryle

La trampa Van Someren Ryle se caracteriza por utilizar cebo como carnada o atrayente (González et al., 2011). El pescado en proceso de descomposición (cuatro a cinco días) es una de las opciones para utilizar como cebo, se sugiere que esta técnica sea incluida en evaluaciones regulares para capturar Apoideos en bosques tropicales (Smith-Pardo & González, 2007).

4.6.3. Colecta activa

c. Red entomológica

En general, la red sirve para la captura de himenópteros voladores, en la mayoría de casos, los insectos pueden sacrificarse haciendo uso del cianuro de potasio, acetato de etilo o alcohol etílico (Fernández & Sharkey, 2006).

Pueden ser útiles para la captura de los individuos de interés que se localizan en las partes altas de las plantas, como en flores y frutos de árboles (González et al., 2011). Debido a que su manejo es direccionado e intencionado, este método tiene relativa eficiencia (Klein et al., 2003; Smith-Pardo & González, 2007).

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

- Determinar la diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) durante la floración de café (*Coffea arabica* L.) con certificación sostenible, en la finca Santa Rosa, Villa Rica, Pasco, campaña 2016-17.

5.2. Objetivos específicos

- Determinar la riqueza de abejas (Hymenoptera: Apoidea) durante la floración de café (*Coffea arabica* L.) con certificación sostenible, en la finca Santa Rosa, Villa Rica, Pasco, campaña 2016-17.
- Determinar la abundancia de abejas (Hymenoptera: Apoidea) durante la floración de café (*Coffea arabica* L.) con certificación sostenible, en la finca Santa Rosa, Villa Rica, Pasco, campaña 2016-17.

VI. METODOLOGÍA

6.1. Ubicación

La investigación se realizó en la finca Santa Rosa, distrito de Villa Rica, provincia de Oxapampa, región Pasco. La finca se eleva por arriba de los 1500 m.s.n.m. y posee un área total de 42.45 ha (Anexo 10); se cultivan dos variedades de café (*Coffea arabica* L.): caturra y catimor.

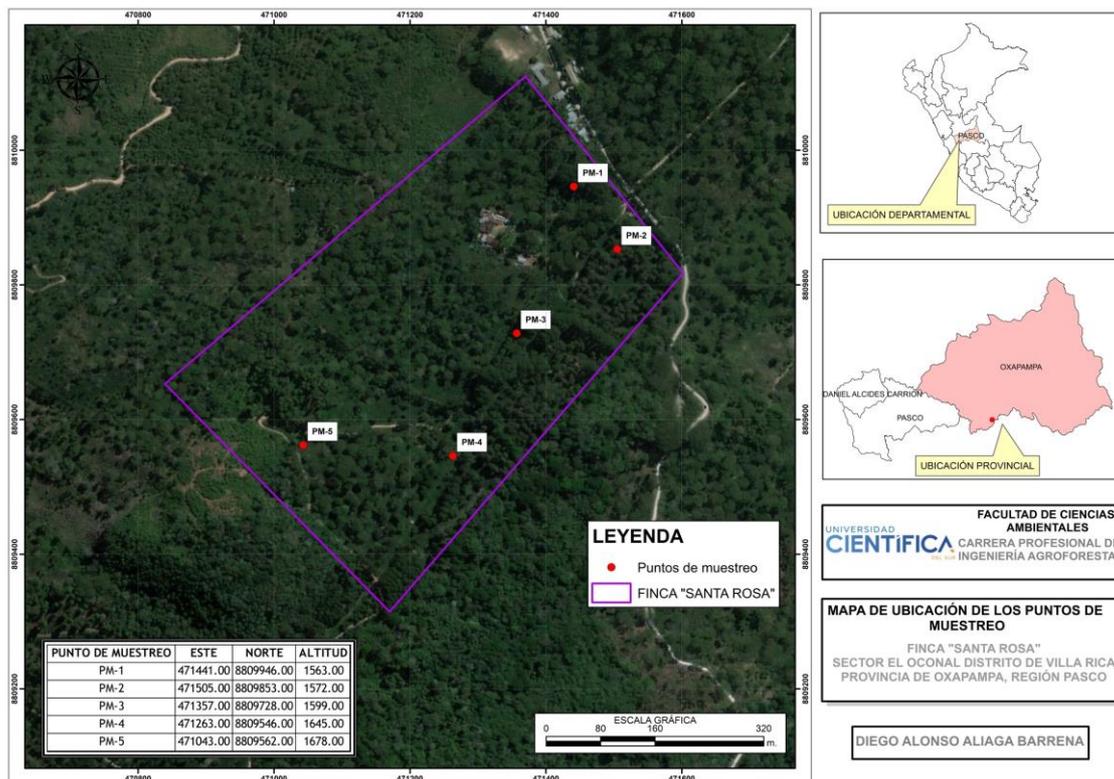


Figura 10. Distribución de los cinco puntos de muestreo (Fuente: Elaboración propia).

6.2. Periodo de campo

Las colectas se hicieron considerando un área de aproximadamente 23.74 ha donde se asignaron cinco puntos de muestreo (Figura 10, Anexo 2). Se efectuaron tres evaluaciones (colectas) en cada punto de muestreo durante la etapa de floración y se denominaron: fase inicial, fase media y fase final. Dichas fases corresponden, consecutivamente, con los meses de setiembre, octubre y noviembre, fechas que son coincidentes -como se mencionó- con la floración que presentan los cafetales de Villa Rica en un año calendario (Anexo 3).

En cada uno de los cinco puntos de muestreo se utilizaron dos tipos de colectas (pasivas y activa). Para las colectas pasivas se colocaron cinco trampas Van

Someren Ryle y cinco Malaise. En ambos casos se dejaron por 72 horas (González et al., 2011; Smith-Pardo & González, 2007).

En las trampas Van Someren Ryle se utilizó como cebo trozos de carne de peces con cuatro a cinco días de descomposición (Smith, 1999; Smith-Pardo & González, 2007). Las trampas fueron colgadas y orientadas a abarcar el ápice (González et al., 2011) de los cafetos. Las trampas Malaise se instalaron considerando una distancia mínima de 50 m entre estas mismas como lo aplicaron González et al. (2011) y fueron ubicadas perpendicular a las líneas de trabajo del café, a lo largo de la posible trayectoria de vuelo de los insectos (Ngo et al., 2013).

La colecta activa se realizó con red entomológica mediante el sistema de barrido en cada punto de muestreo, se direccionaba hacia donde se encontraba la mayor cantidad de flores de café. Se consideró un tiempo de colecta de una hora - predominantemente- en las mañanas, se evitaron coleccionar durante las lluvias (Klein et al., 2003; Smith-Pardo & González, 2007). Los insectos coleccionados fueron conservados en frascos de 300 ml reutilizables con alcohol de 96°.

6.3. Periodo de gabinete

Las muestras coleccionadas se procesaron en la Universidad Científica del Sur y se verificaron posteriormente en el Museo de Entomología “Klaus Raven Büller” de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

Se seleccionaron los insectos a nivel de órdenes utilizando la ayuda de un estereoscopio. Para separar a los insectos (Hymenopteras: Apoidea), estos fueron montados y se identificaron en base a:

Las alas anteriores y posteriores marcadamente diferentes en forma y venación, alas anteriores cerca de 1.5 veces más largas que las posteriores; alas anteriores con menos de 20 celdas; Abdomen a menudo con una constricción en la base; prothorax reducido y estrechamente unido al mesothorax (Santisteban & Aldana, 2005, p. 58).

La determinación de los taxones a nivel de superfamilia (Hymenoptera: Apoidea) se realizó con las claves de Hymenoptera de la Región Neotropical de Fernández y Sharkey (2006):

En base al pronoto que presenta el ángulo posterolateral reducido arriba del lóbulo espiracular; con ángulo ventral del pronoto considerablemente proyectado medialmente; el pronoto presenta un par de bordes laterales oblicuos; el prepecto está fusionado al mesepisterno; no presenta músculo interfurcal; el metaposnoto está expandido posteromedialmente formando el triángulo propodeal (p. 443).

La identificación de las muestras a nivel de Familia se realizó con las claves de Fernández y Sharkey (2006). Los materiales y equipos utilizados tanto para el periodo de campo y periodo de gabinete se pueden revisar en el Anexo 11.

6.4. Análisis estadístico

Los datos de cada punto de muestreo se trabajaron por separado, posteriormente al promediar dichos puntos se obtuvieron los índices. A continuación, los datos agrupados por fases de toda la etapa de floración (inicial, media y final) fueron evaluados para verificar la normalidad utilizando el test de Shapiro-Wilk. En el caso que se verificase la normalidad se procedió a utilizar la prueba de ANOVA y la prueba posteriori de Tukey, y en caso de no verificarse la normalidad, se procedió a utilizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y la prueba porteriori de Mann-Whitney.

El procesamiento de los datos obtenidos se realizó utilizando el programa estadístico PAST (Paleontological Statistics) versión 2.17, software de libre acceso (Hammer et al., 2001).

VII. RESULTADOS

7.1. Entomofauna general de la etapa de floración

Las colectas de insectos generaron un total de 6,306 especímenes pertenecientes a diversos taxones (Tabla 1, Anexo 1).

Tabla 1

Entomofauna general colectada en la etapa de floración, Villa Rica, 2016.

Colecta	Fase de la Floración	Fecha	Cantidad
1	Inicial	27-Set-16	2,078
2	Media	21-Oct-16	2,377
3	Final	14-Nov-16	1,842
Total			6,306

7.2. Entomofauna (Hymenoptera: Apoidea) de la etapa de floración

De los especímenes colectados (6,306), 353 pertenecen a la superfamilia Apoidea (Hymenoptera) y comprenden el 5.60 % del total (Figura 11).

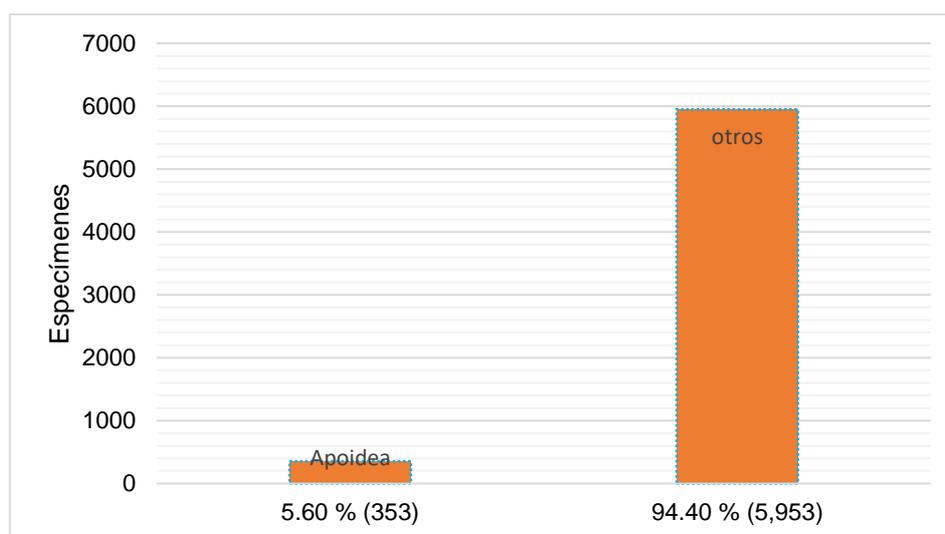


Figura 11. Porcentaje de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) y el resto de la colecta (Fuente: Elaboración propia).

7.2.1. Diversidad de familias Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la etapa de floración

De los 353 especímenes, se determinó que pertenecen a siete familias de la superfamilia Apoidea, estas son; Apidae, Halictidae, Crabronidae, Megachilidae, Sphecidae, Colletidae y Andrenidae (Tabla 2).

Tabla 2

Especímenes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) colectadas en la etapa de floración, Villa Rica, 2016.

Familia	Cantidad	Porcentaje (%)
Apidae	253	71.67
Halictidae	75	21.25
Crabronidae	9	2.55
Megachilidae	8	2.27
Sphecidae	5	1.42
Colletidae	2	0.57
Andrenidae	1	0.28
Total	353	100

En síntesis, en relación a la riqueza, las colectas generaron 83 taxones de un total de 353 especímenes (Tabla 2 y Tabla 3). Los 253 especímenes de Apidae se encuentran agrupados en 49 taxones, los 75 especímenes de Halictidae se encuentran agrupados en 20 taxones. Los Crabronidae con nueve especímenes se encuentran agrupados en cuatro taxones, los Megachilidae con ocho especímenes se agrupan en cinco taxones. Los cinco especímenes de Sphecidae se encuentran representados en tres taxones. Los Colletidae, y sus dos especímenes, se agrupan en un mismo taxón, la familia Andrenidae se encuentra representado por un solo espécimen, es decir, un solo taxón (Anexo 4).

Tabla 3

Taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) colectadas en la etapa de floración, Villa Rica, 2016.

Familia	Taxones	Porcentaje (%)
Apidae	49	59.04
Halictidae	20	24.10
Megachilidae	5	6.02
Crabronidae	4	4.82
Sphecidae	3	3.61
Colletidae	1	1.20
Andrenidae	1	1.20
Total	83	100

La composición de (Hymenoptera: Apoidea) está representada en su mayoría por individuos pertenecientes a la familia Apidae y Halictidae (Tabla 3).

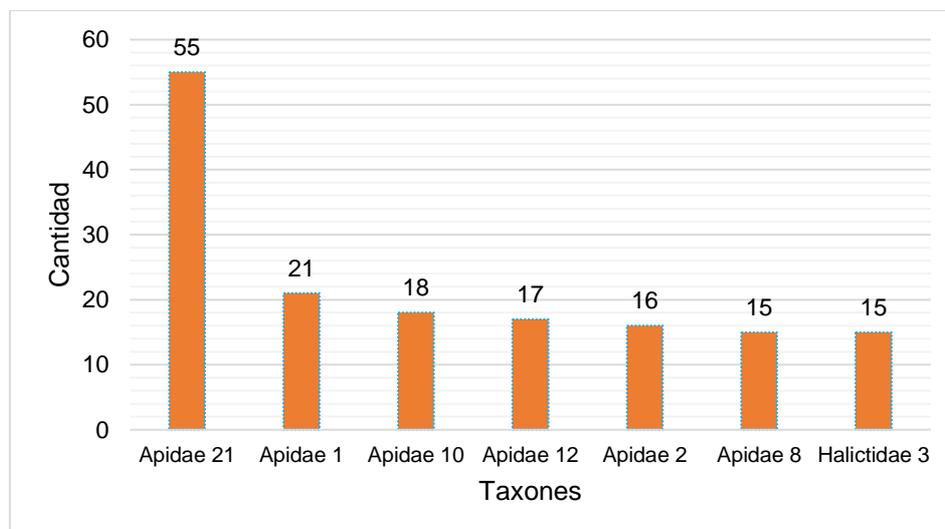


Figura 12. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la etapa de floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

La abundancia registrada fue de 353 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 21 (16 %), Apidae 1 (6 %), Apidae 10 (5 %), Apidae 12 (5 %), Apidae 2 (5 %), Apidae 8 (4 %) y Halictidae 3 (4 %) (Figura 13).

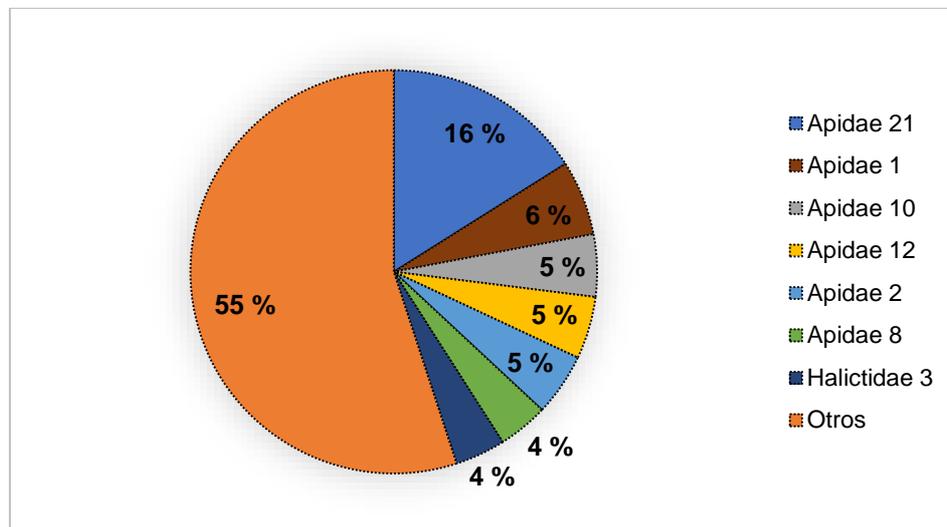


Figura 13. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la etapa de floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

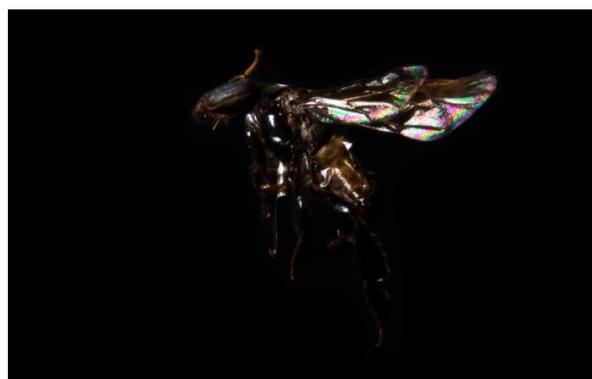


Figura 14. Apidae 21 (Hymenoptera: Apidae).



Figura 15. Apidae 1 (Hymenoptera: Apidae).



Figura 16. Apidae 10 (Hymenoptera: Apidae).



Figura 17. Apidae 12 (Hymenoptera: Apidae).



Figura 18. Apidae 2 (Hymenoptera: Apidae).



Figura 19. Apidae 8 (Hymenoptera: Apidae).

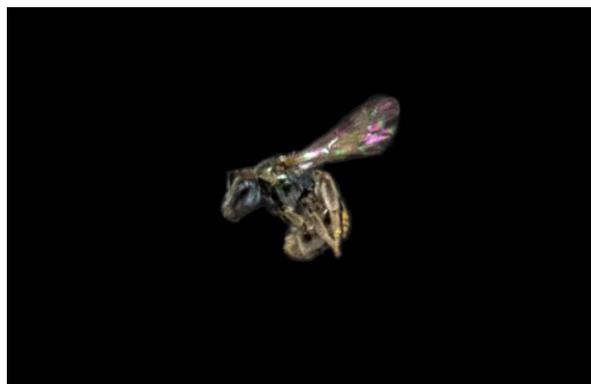


Figura 20. Halictidae 3 (Hymenoptera: Halictidae).

7.2.2. Diversidad de abejas por fase: inicial, media y final de la etapa de floración

a. Fase inicial de la etapa de floración

En la fase inicial de la etapa de floración se registró una riqueza de 46 taxones. La composición de (Hymenoptera: Apoidea) se encuentra representada en su mayoría por individuos pertenecientes a la familia Apidae (Figura 21).

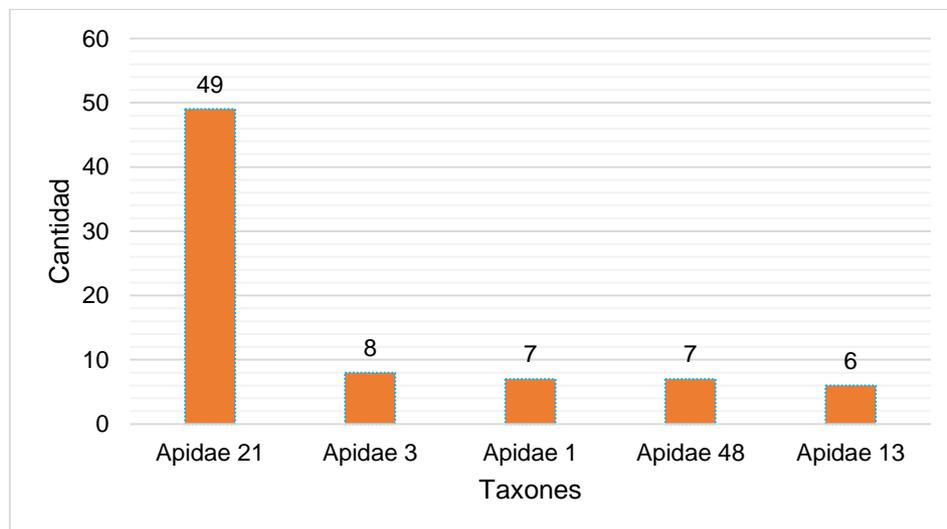


Figura 21. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

La abundancia registrada fue de 156 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 21 (31 %), Apidae 3 (5 %), Apidae 1 (4 %), Apidae 48 (4 %) y Apidae 13 (4 %) (Figura 22).

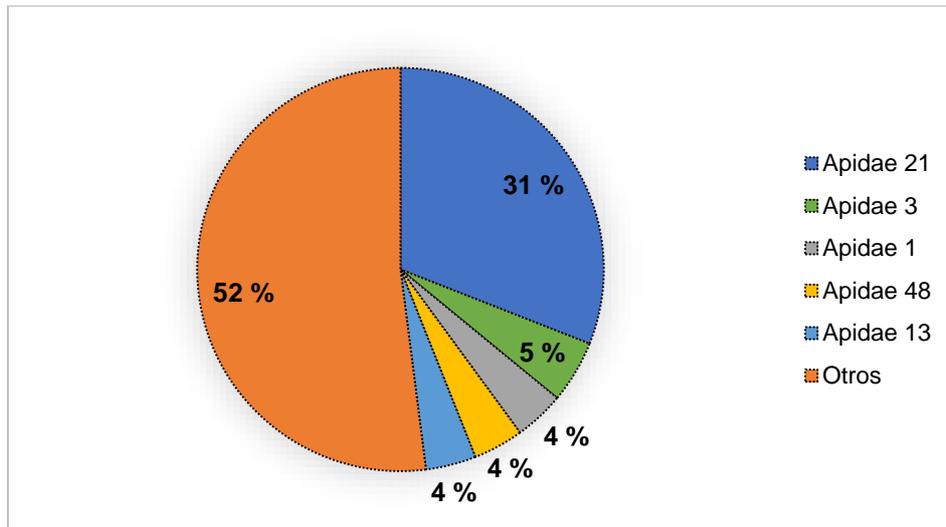


Figura 22. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

Los valores de los índices diversidad de la fase inicial de la etapa de floración fueron; índice de Shannon-Wiener (2.18), índice de Margalef (3.70), equidad de Brillouin (1.69) y la equidad de Pielou (0.85) (Anexo 4).

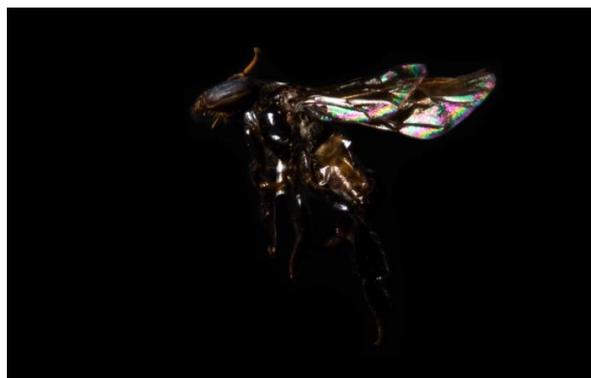


Figura 23. Apidae 21 (Hymenoptera: Apidae).



Figura 24. Apidae 3 (Hymenoptera: Apidae).



Figura 25. Apidae 1 (Hymenoptera: Apidae).

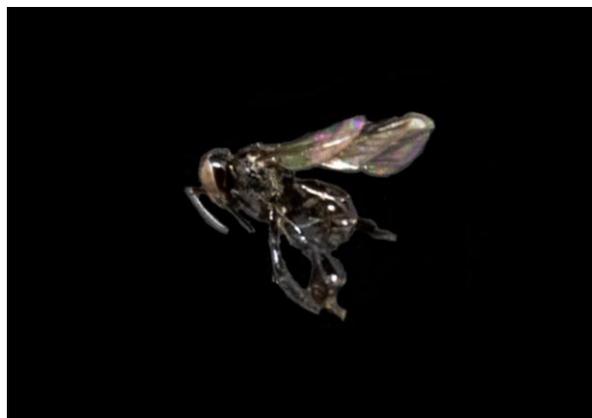


Figura 26. Apidae 48 (Hymenoptera: Apidae).



Figura 27. Apidae 13 (Hymenoptera: Apidae).

b. Fase media de la etapa de floración

En la fase media de la etapa de floración se registró una riqueza de 38 taxones. La composición de (Hymenoptera: Apoidea) se encuentra representada en su mayoría por individuos pertenecientes a la familia Apidae (Figura 28).

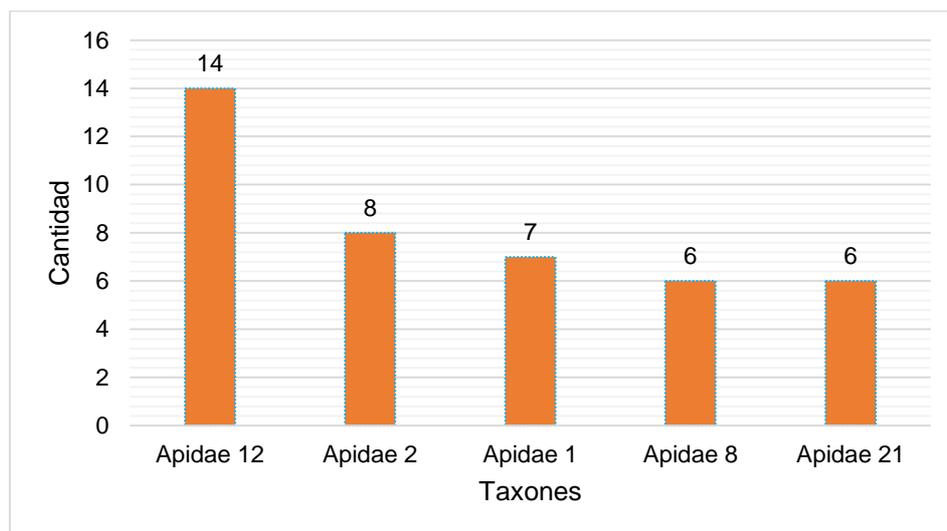


Figura 28. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Hymenoptera) en la fase media de la floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

La abundancia registrada fue de 93 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 12 (15 %), Apidae 2 (9 %), Apidae 1 (8%), Apidae 8 (6 %) y Apidae 21 (6 %) (Figura 29).

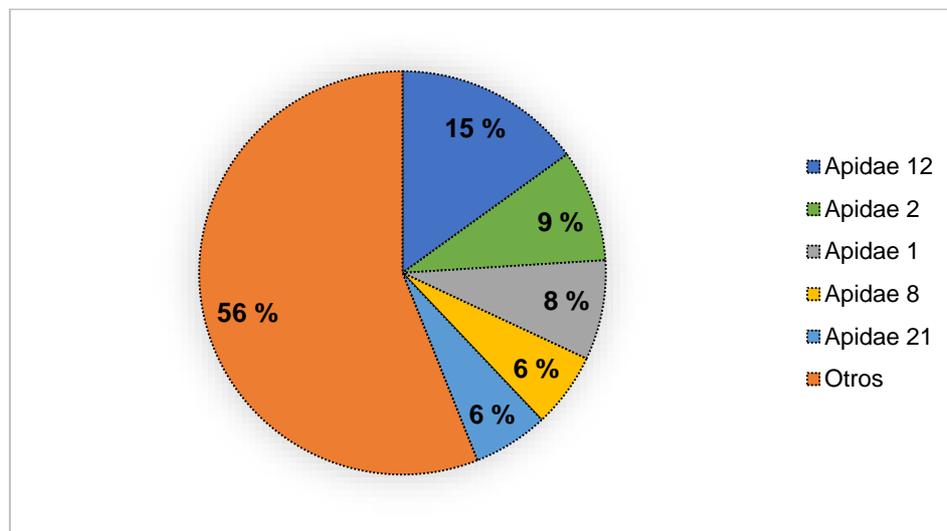


Figura 29. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

Los valores de los índices diversidad de la fase media de la etapa de floración fueron; índice de Shannon-Wiener (2.27), índice de Margalef (3.62), equidad de Brillouin (1.66) y la equidad de Pielou (0.95) (Anexo 4).



Figura 30. Apidae 12 (Hymenoptera: Apidae).



Figura 31. Apidae 2 (Hymenoptera: Apidae).



Figura 32. Apidae 1 (Hymenoptera: Apidae).



Figura 33. Apidae 8 (Hymenoptera: Apidae).

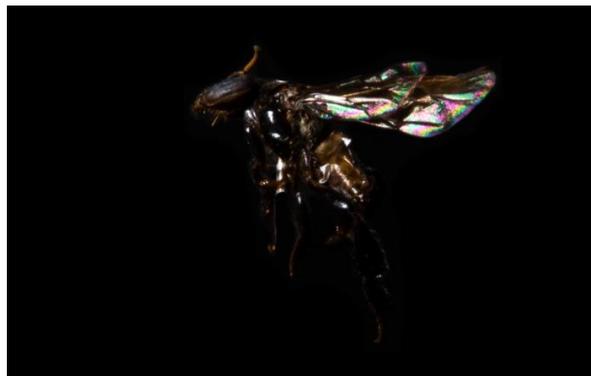


Figura 34. Apidae 21 (Hymenoptera: Apidae).

c. Fase final de la etapa de floración

En la fase final de la etapa de floración se registró una riqueza de 44 taxones. La composición de (Hymenoptera: Apoidea) se encuentra representada en su mayoría por individuos pertenecientes a la familia Halictidae y Apidae (Figura 35).

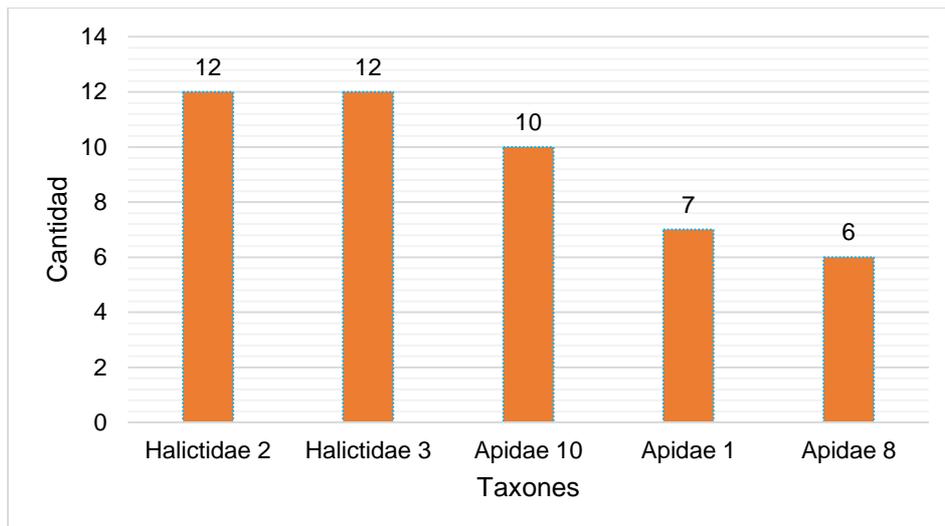


Figura 35. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

La abundancia registrada fue de 104 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Halictidae 2 (12 %), Halictidae 3 (12 %), Apidae 10 (10 %), Apidae 1 (7 %) y Apidae 8 (6 %) (Figura 36).

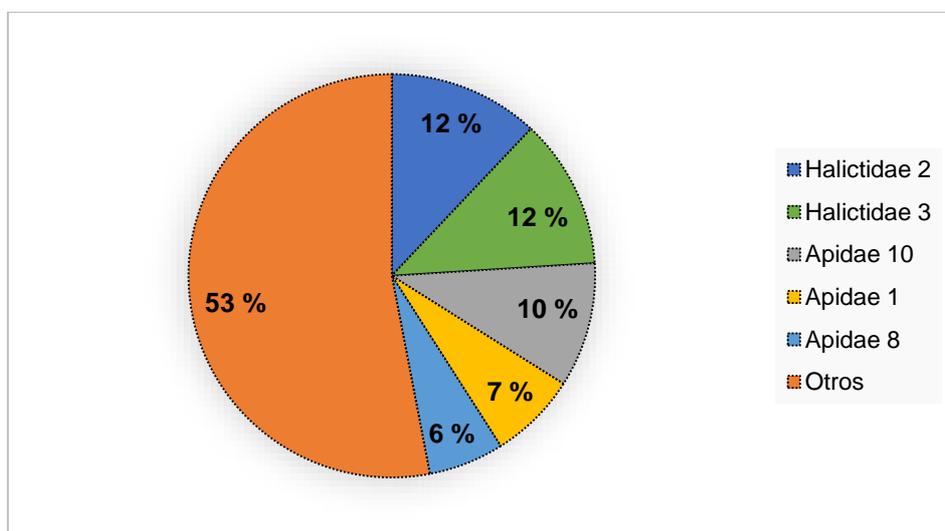


Figura 36. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

Los valores de los índices diversidad de la fase final de la etapa de floración fueron; índice de Shannon-Wiener (2.33), índice de Margalef (3.90), la equidad de Brillouin (1.74) y la equidad de Pielou (0.93) (Anexo 4).



Figura 37. Halictidae 2 (Hymenoptera: Halictidae).



Figura 38. Halictidae 3 (Hymenoptera: Halictidae).



Figura 39. Apidae 10 (Hymenoptera: Apidae).



Figura 40. Apidae 1 (Hymenoptera: Apidae).



Figura 41. Apidae 8 (Hymenoptera: Apidae).

7.2.3. Comparación de índices de diversidad entre las fases inicial, media y final de la floración

Índice de Shannon-Wiener (H')

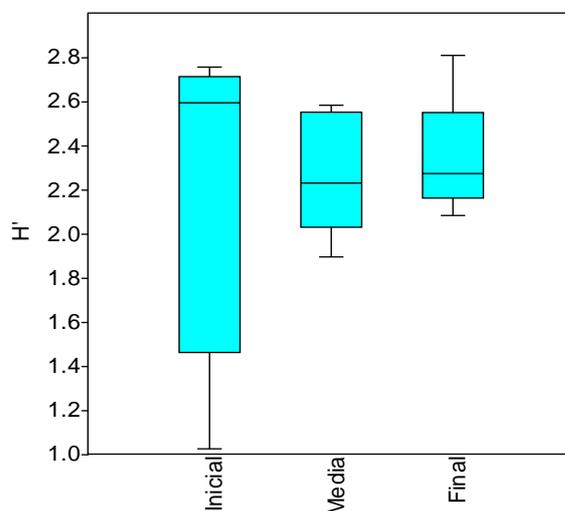


Figura 42. Índice de Shannon-Wiener (H') de las fases inicial, media y final, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

Índice de Margalef (D_{mg})

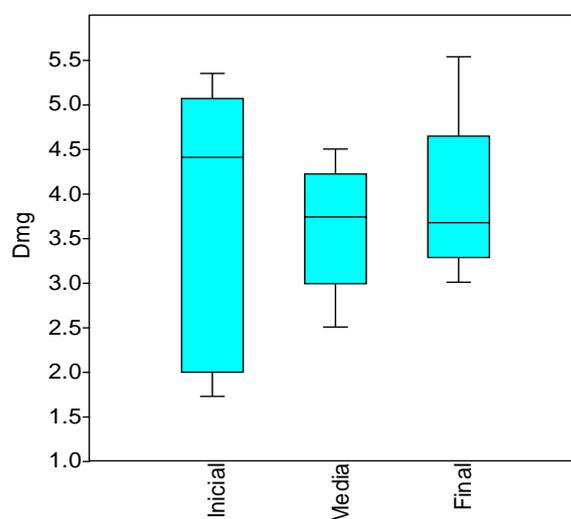


Figura 43. Índice de Margalef (D_{mg}) de las fases inicial, media y final, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

Equidad de Brillouin (HB)

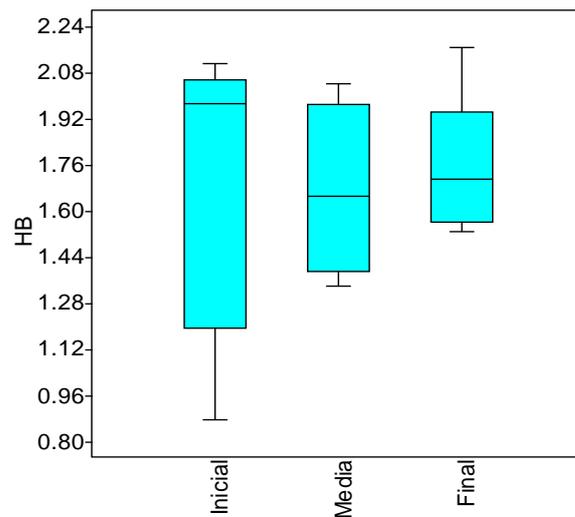


Figura 44. Índice de Brillouin (HB) de las fases inicial, media y final, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

Equidad de Pielou (J')

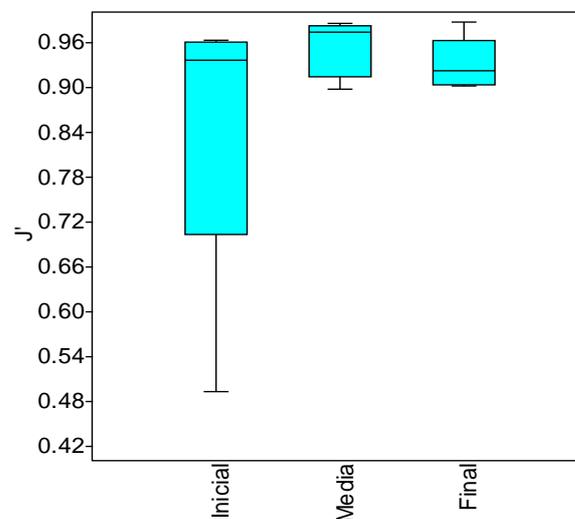


Figura 45. Índice de equidad de Pielou (J') de las fases inicial, media y final, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

7.2.4. Pruebas estadísticas

Índice de Shannon-Wiener (H')

Los resultados fueron; para la fase inicial (0.13), fase media (0.67) y fase final (0.09), según la prueba de Shapiro-Wilk los valores fueron mayores a 0.05 como nivel de significancia verificándose la normalidad. La prueba paramétrica de ANOVA determinó $p = 0.88$ lo que no existe diferencias significativas entre las tres fases (Anexo 5).

Índice de Margalef (D_{mg})

Los resultados fueron; para la fase inicial (0.87), fase media (0.95) y fase final (0.81), según la prueba de Shapiro-Wilk los valores fueron mayores a 0.05 como nivel de significancia verificándose la normalidad. La prueba paramétrica de ANOVA determinó $p = 0.92$ lo que no existe diferencias significativas entre las tres fases (Anexo 6).

Equidad de Brillouin (HB)

Los resultados fueron; para la fase inicial (0.16), fase media (0.70) y fase final (0.13), según la prueba de Shapiro-Wilk los valores fueron mayores a 0.05 como nivel de significancia verificándose la normalidad. La prueba paramétrica de ANOVA determinó $p = 0.95$ lo que no existe diferencias significativas entre las tres fases (Anexo 7).

Equidad de Pielou (J')

Para verificar la normalidad de los valores arrojados por el índice de Pielou (J') se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados fueron; para la fase inicial (0.0019), fase media (0.21) y fase final (0.25). El valor de la fase inicial fue menor a 0.05 como nivel de significancia, por lo que se procedió a utilizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y se determinó el valor de $p = 0.61$ (Anexo 8).

7.2.5. Diversidad de abejas de los puntos de muestreo: 1, 2, 3, 4, y 5 de las fases: inicial, media y final de la floración

a. Fase inicial, punto de muestreo 1

En el punto de muestreo 1 de la fase inicial de la etapa de floración se registró una riqueza de ocho taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a las familias Apidae y Halictidae (Figura 46). La abundancia registrada fue de 58 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 21 (74 %), Apidae 1 (7 %), Halictidae 5 (7 %) y Apidae 2 (5 %) (Figura 47).

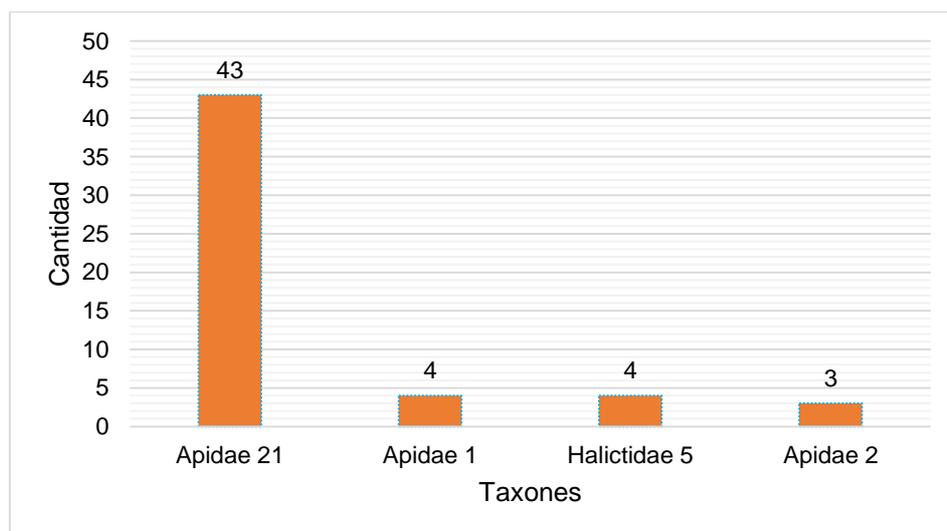


Figura 46. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 1, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

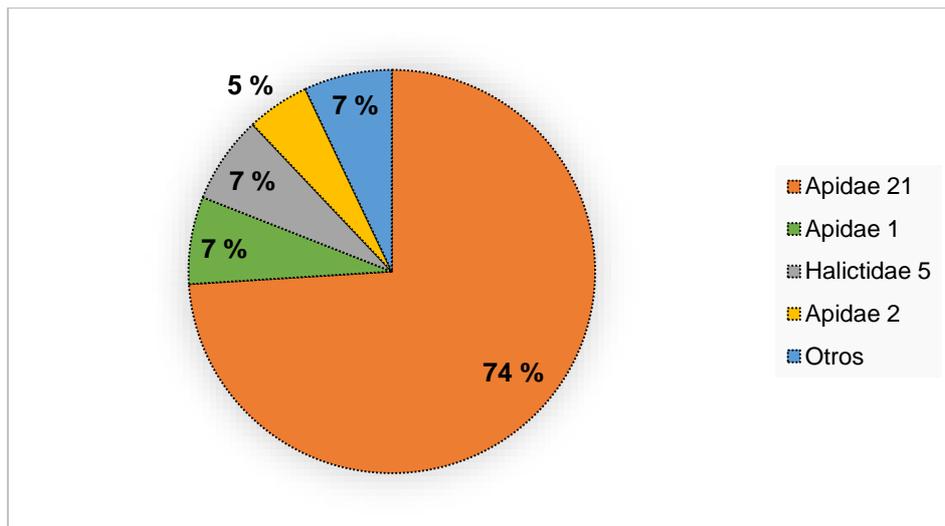


Figura 47. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 1, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

b. Fase inicial, punto de muestreo 2

En el punto de muestreo 2 de la fase inicial de la etapa de floración se registró una riqueza de 15 taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a las familias Apidae, Crabronidae y Halictidae (Figura 48). La abundancia registrada fue de 24 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 14 (13 %), Apidae 21 (13 %), Crabronidae 4 (13 %), Apidae 1 (8 %), Halictidae 12 (8 %) y Halictidae 13 (8 %) (Figura 49).

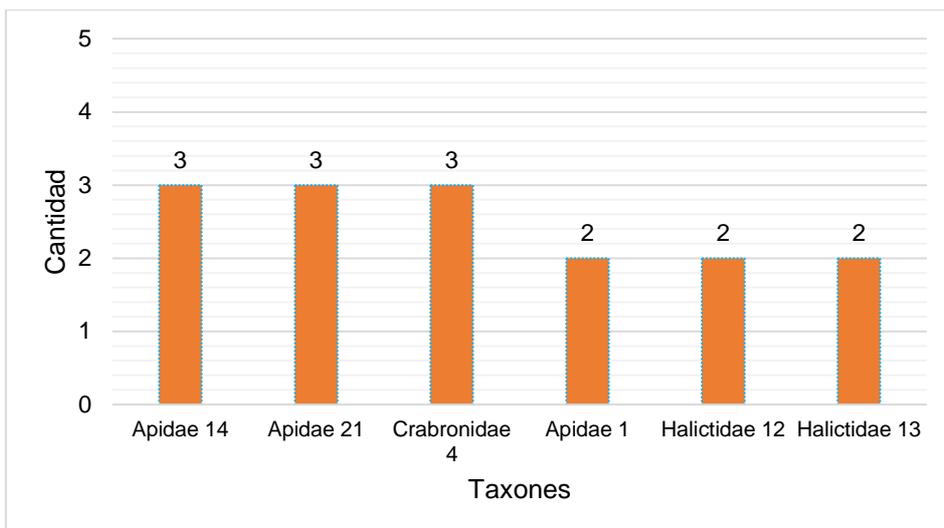


Figura 48. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 2, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

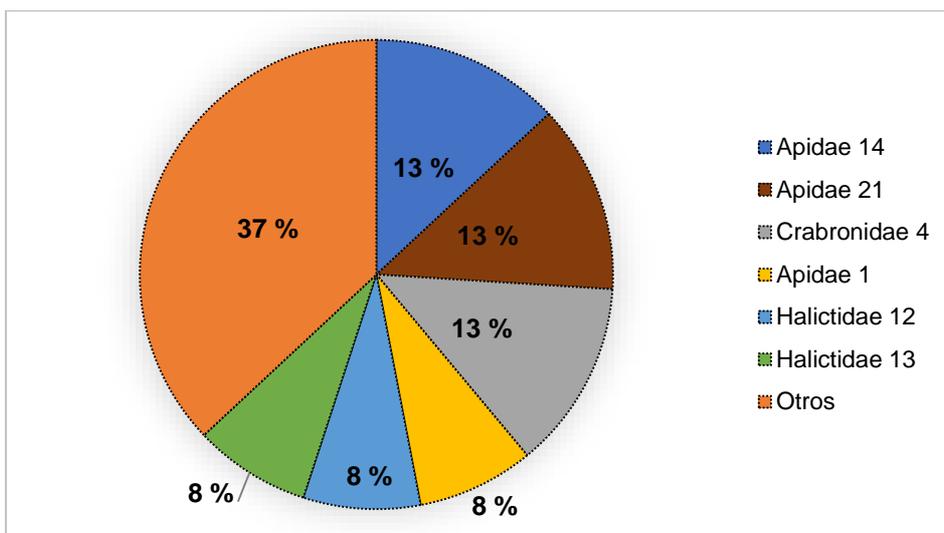


Figura 49. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 2, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

c. Fase inicial, punto de muestreo 3

En el punto de muestreo 3 de la fase inicial de la etapa de floración se registró una riqueza de 19 taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a la familia Apidae (Figura 50). La abundancia registrada fue de 29 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 48 (17 %), Apidae 15 (14 %), Apidae 3 (7 %), Apidae 13 (7 %) y Apidae 33 (7 %) (Figura 51).

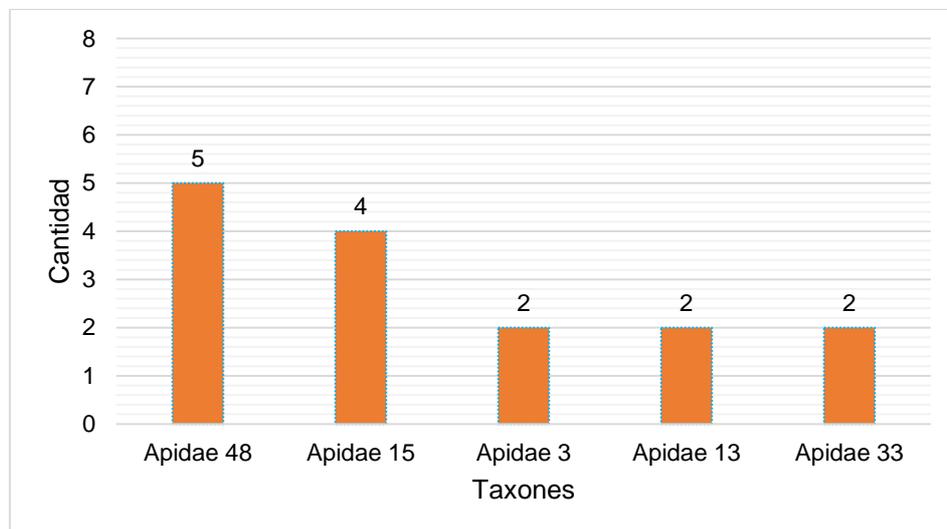


Figura 50. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 3, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

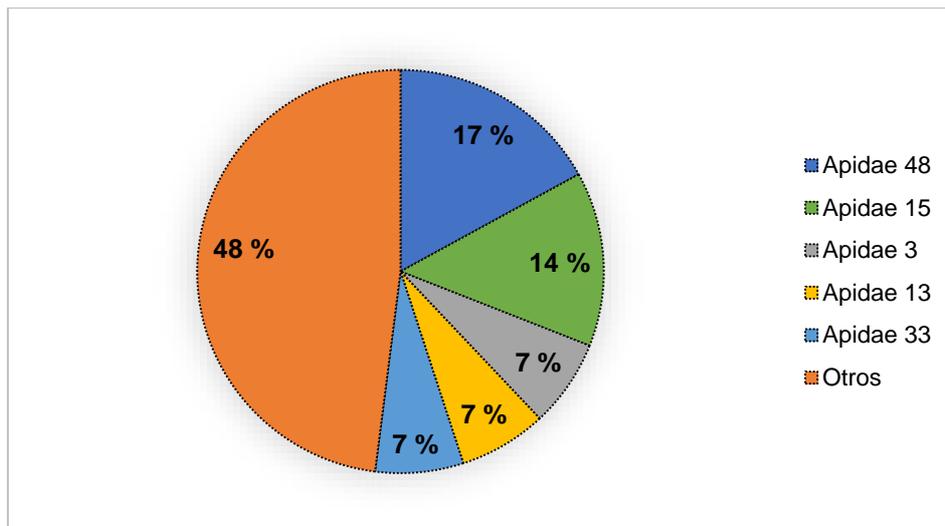


Figura 51. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 3, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

d. Fase inicial, punto de muestreo 4

En el punto de muestreo 4 de la fase inicial de la etapa de floración se registró una riqueza de 16 taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a las familias Apidae y Halictidae (Figura 52). La abundancia registrada fue de 23 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 21 (13 %), Halictidae 6 (13 %), Apidae 11 (9 %), Apidae 13 (9 %) y Apidae 14 (9 %) (Figura 53).

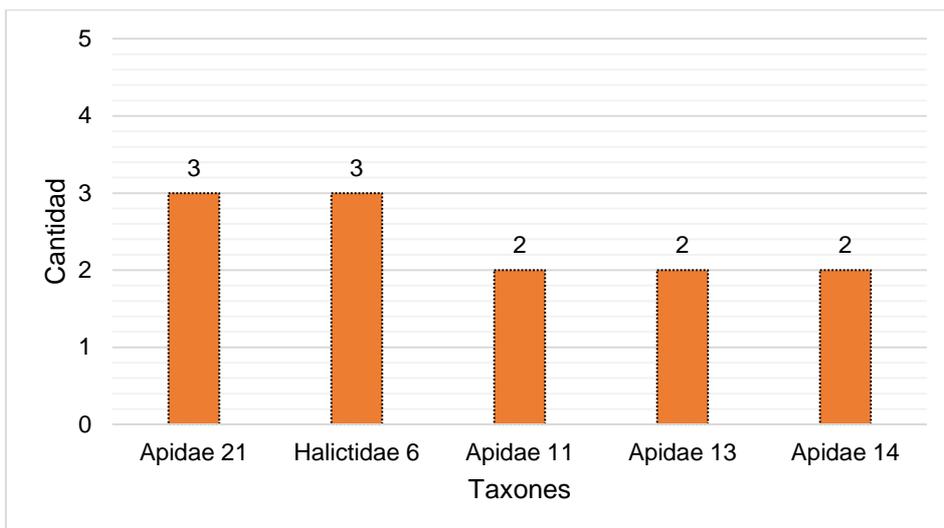


Figura 52. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 4, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

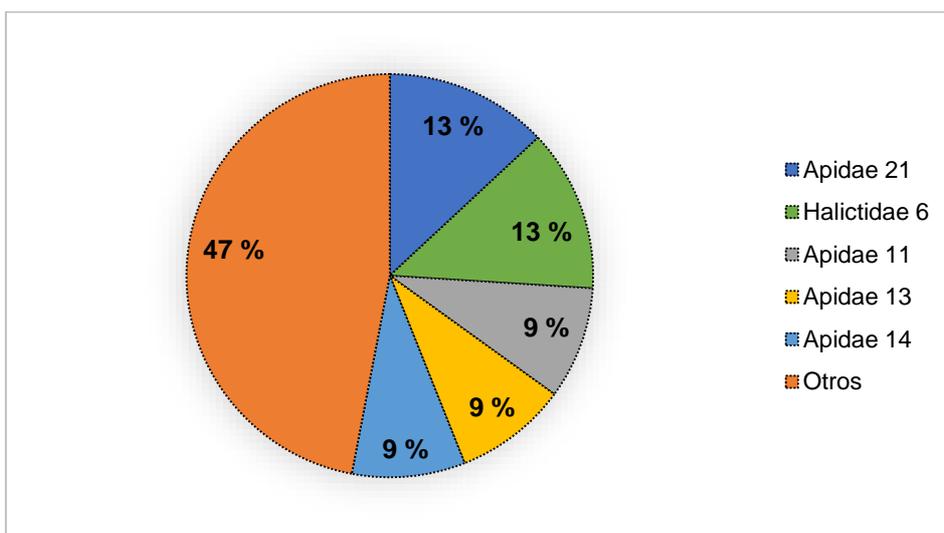


Figura 53. Composición de los taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 4, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

e. Fase inicial, punto de muestreo 5

En el punto de muestreo 5 la fase inicial de la etapa de floración se registró una riqueza de ocho taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a la familia Apidae (Figura 54). La abundancia registrada fue de 22 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 3 (27 %), Apidae 6 (23 %), Apidae 10 (14 %), Apidae 13 (9 %) y Apidae 27 (9 %) (Figura 55).

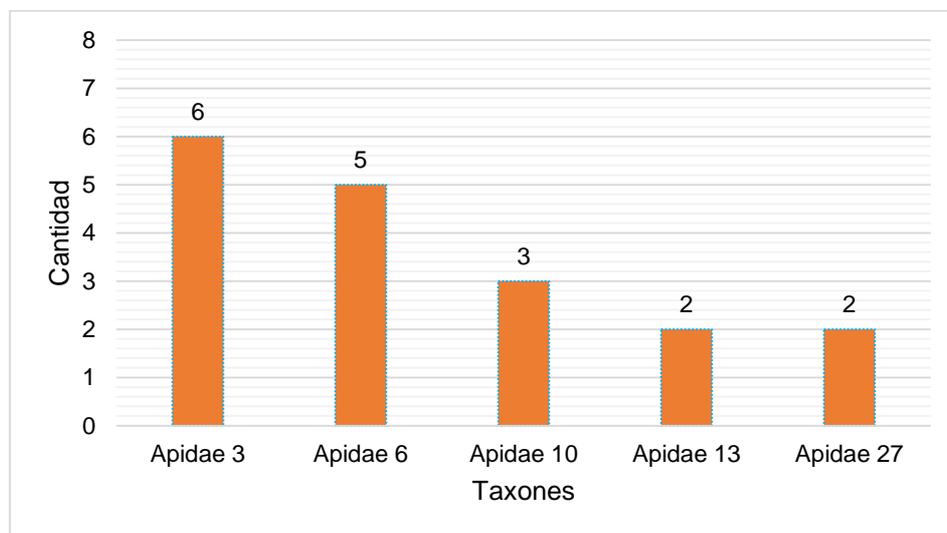


Figura 54. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 5, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

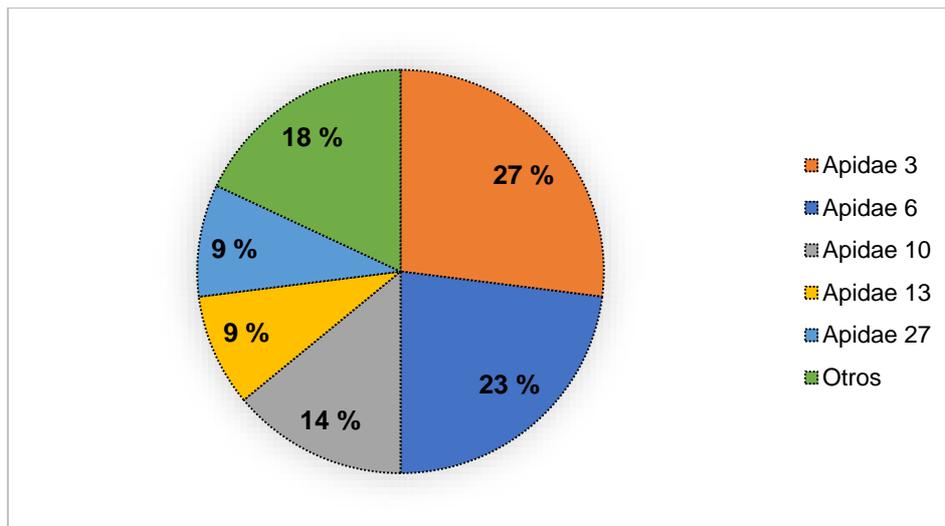


Figura 55. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase inicial de la floración, punto de muestreo 5, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

f. Fase media, punto de muestreo 1

En el punto de muestreo 1 de la fase media de la etapa de floración se registró una riqueza de siete taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a la familia Apidae (Figura 56). La abundancia registrada fue de 11 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 2 (18 %), Apidae 3 (18 %), Apidae 9 (18 %) y Apidae 12 (18 %) (Figura 57).

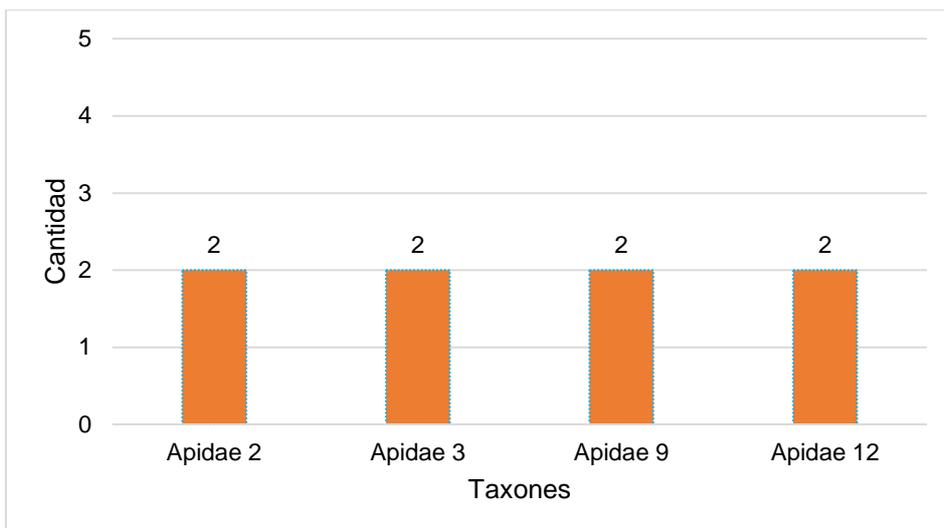


Figura 56. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 1, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

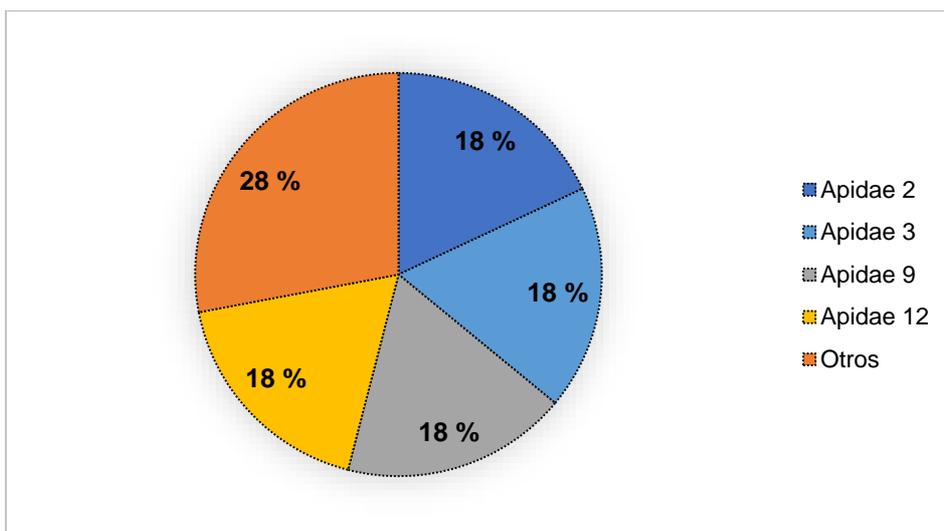


Figura 57. Composición de los taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 1, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

g. Fase media, punto de muestreo 2

En el punto de muestreo 2 de la fase media de la etapa de floración se registró una riqueza de 15 taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a las familias Apidae y Halictidae (Figura 58). La abundancia registrada fue de 35 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 1 (14 %), Apidae 2 (14 %), Halictidae 6 (14 %), Apidae 12 (9 %) y Apidae 21 (9 %) (Figura 59).

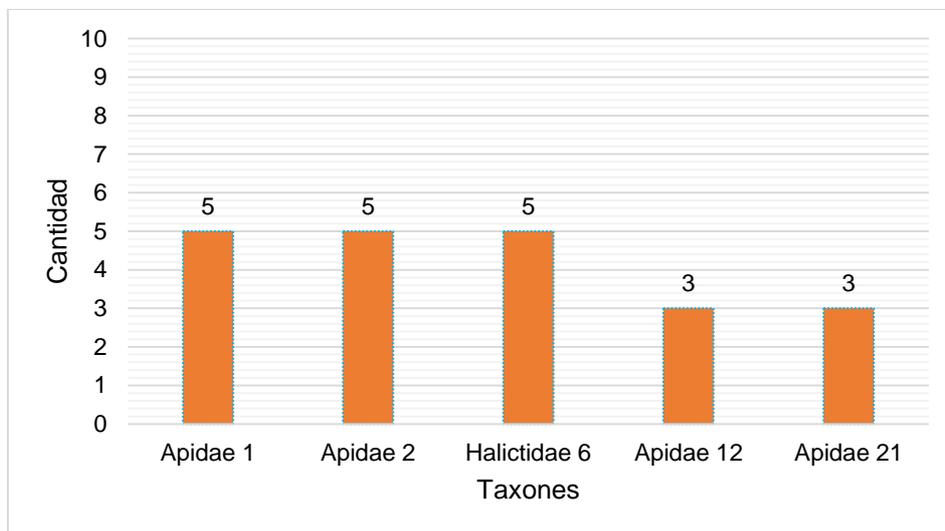


Figura 58. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 2, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

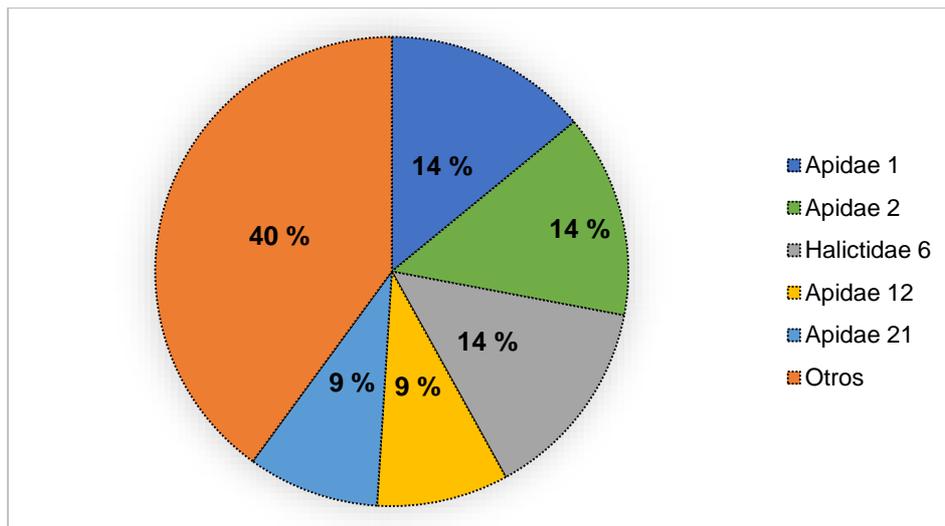


Figura 59. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 2, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

h. Fase media, punto de muestreo 3

En el punto de muestreo 3 de la fase media de la etapa de floración se registró una riqueza de nueve taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a la familia Apidae (Figura 60). La abundancia registrada fue de 10 individuos y el taxón con mayor abundancia relativa fue Apidae 12 (20 %) (Figura 61).

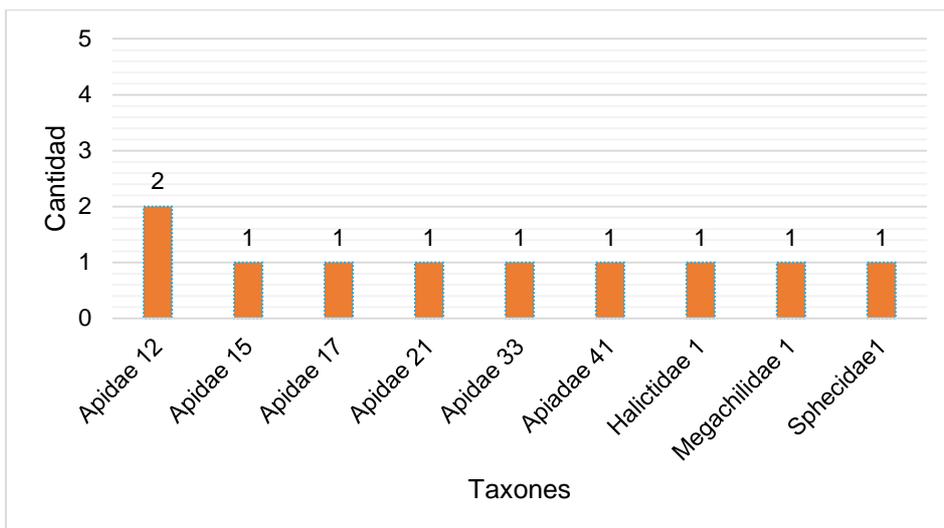


Figura 60. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 3, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

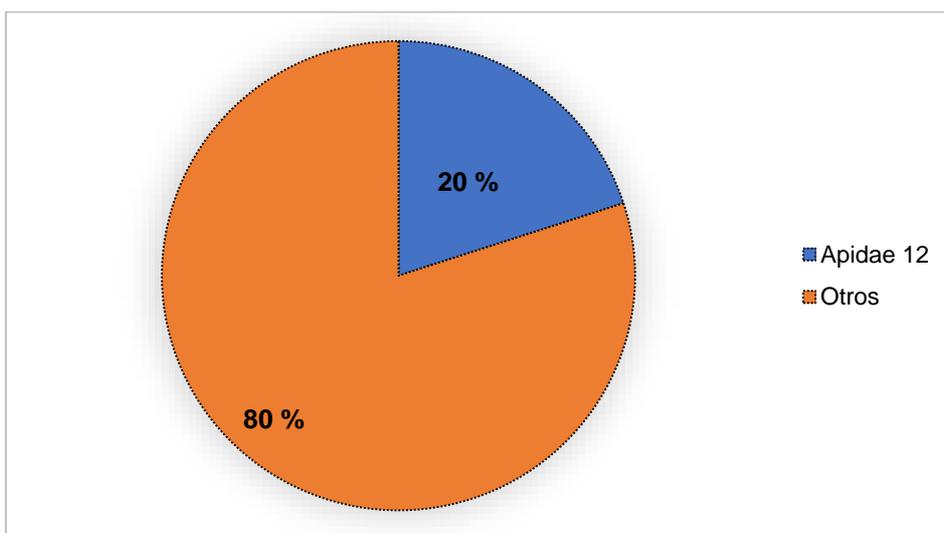


Figura 61. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 3, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

i. Fase media, punto de muestreo 4

En el punto de muestreo 3 de la fase media de la etapa de floración se registró una riqueza de 12 taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a la familia Apidae (Figura 62). La abundancia registrada fue de 19 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 12 (26 %) y Apidae 8 (21 %) (Figura 63).

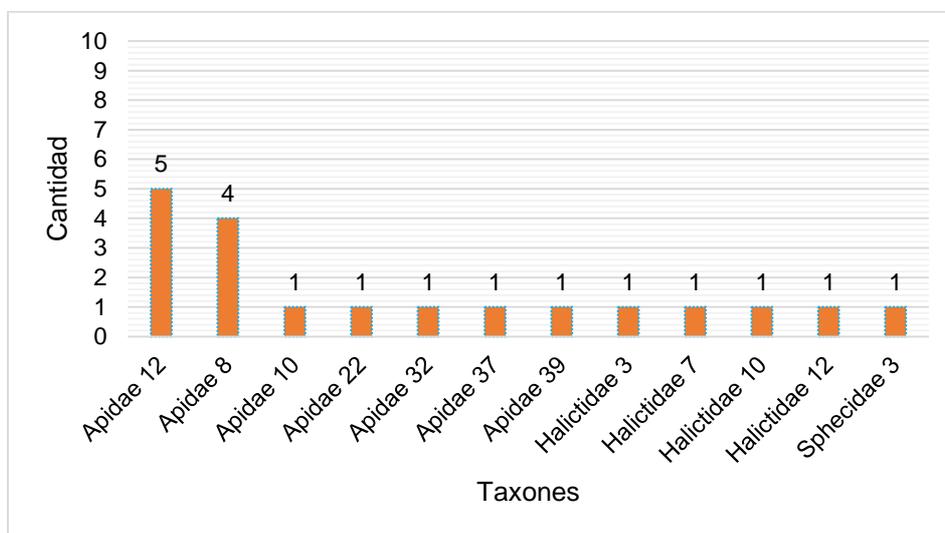


Figura 62. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 4, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

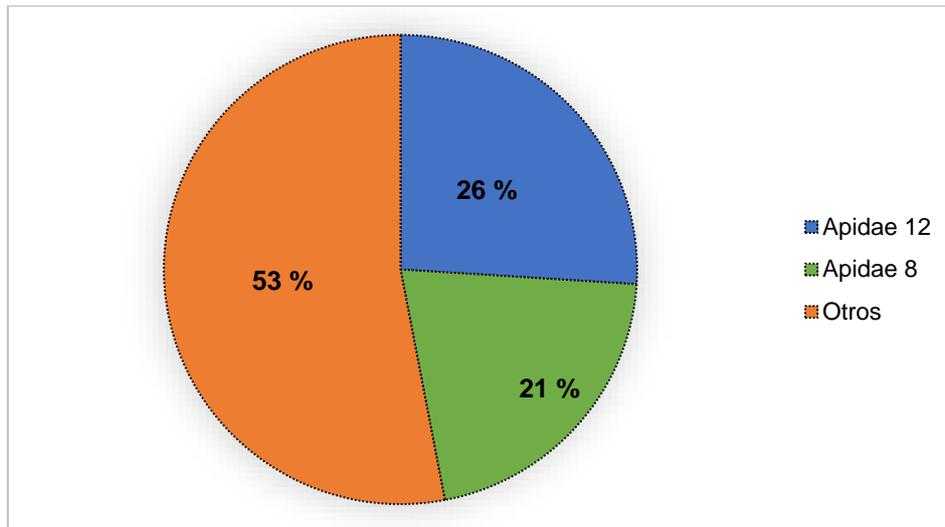


Figura 63. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 4, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

j. Fase media, punto de muestreo 5

En el punto de muestreo 5 de la fase media de la etapa de floración se registró una riqueza de 14 taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a la familia Apidae (Figura 64). La abundancia registrada fue de 18 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 1 (11 %), Apidae 12 (11 %), Apidae 21 (11 %) y Apidae 24 (11 %) (Figura 65).

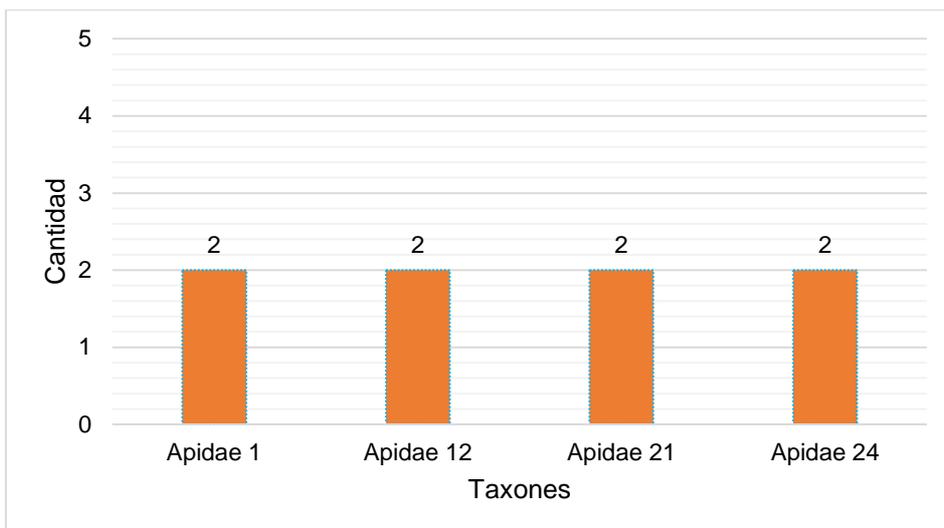


Figura 64. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 5, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

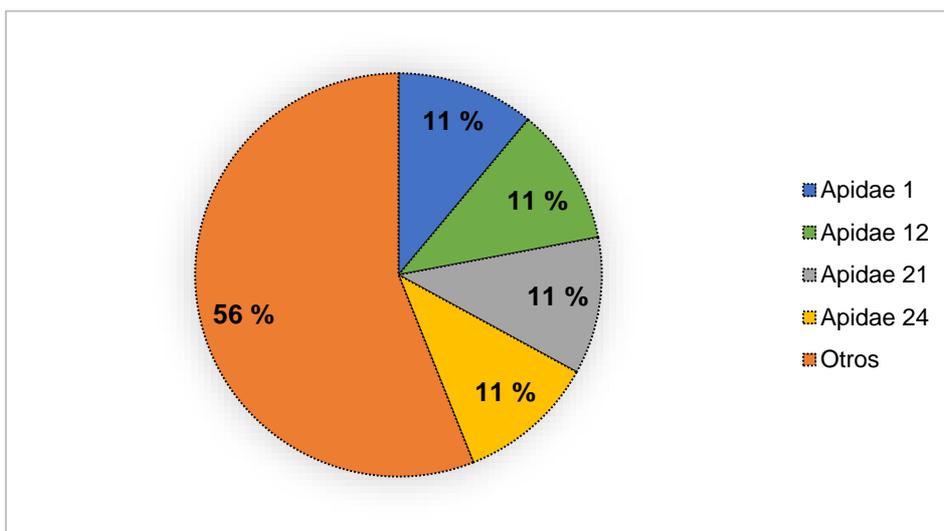


Figura 65. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase media de la floración, punto de muestreo 5, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

k. Fase final, punto de muestreo 1

En el punto de muestreo 1 de la fase final de la etapa de floración se registró una riqueza de 10 taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a la familia Halictidae (Figura 66). La abundancia registrada fue de 11 individuos y el taxón con mayor abundancia relativa fue Halictidae 3 (18 %) (Figura 67).

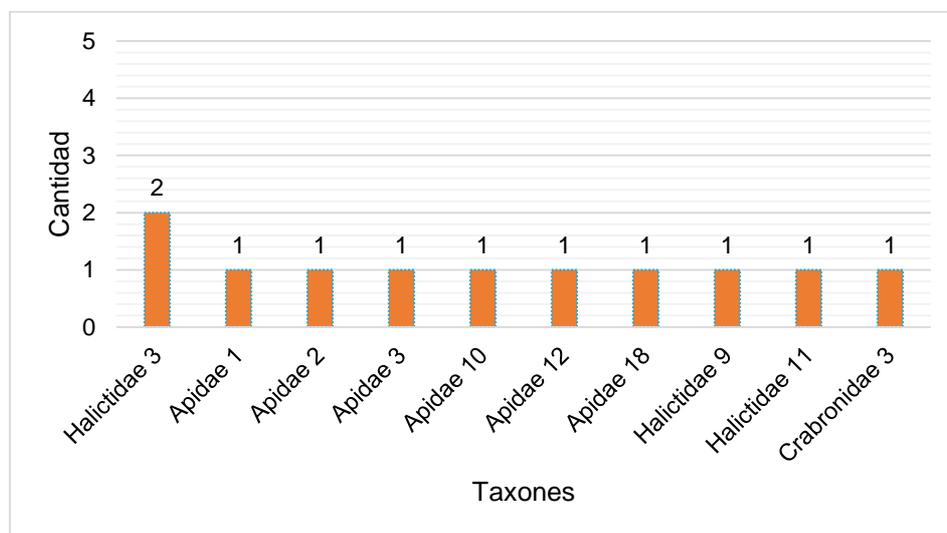


Figura 66. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 1, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

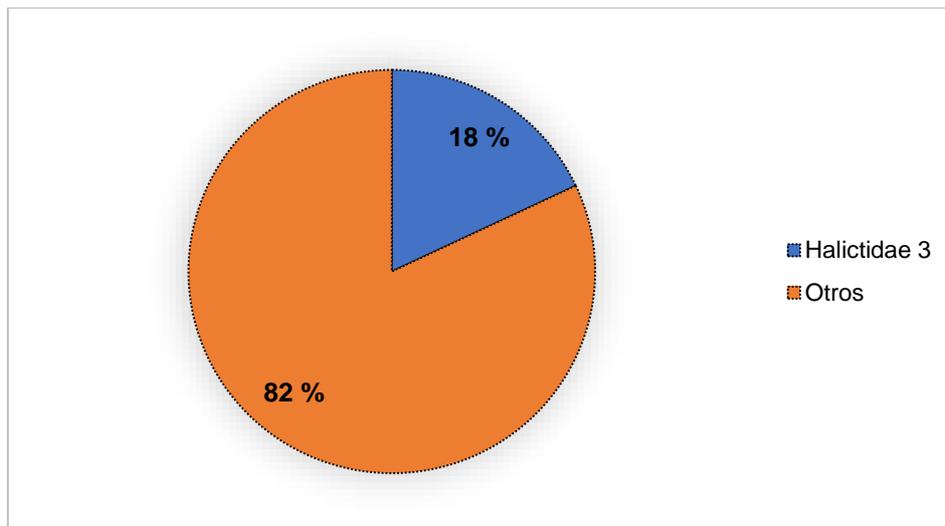


Figura 67. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 1, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

I. Fase final, punto de muestreo 2

En el punto de muestreo 2 de la fase final de la etapa de floración se registró una riqueza de 12 taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a las familias Apidae y Halictidae (Figura 68). La abundancia registrada fue de 20 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 10 (25 %), Halictidae 2 (15 %), Apidae 2 (10 %) y Apidae 3 (10 %) (Figura 69).

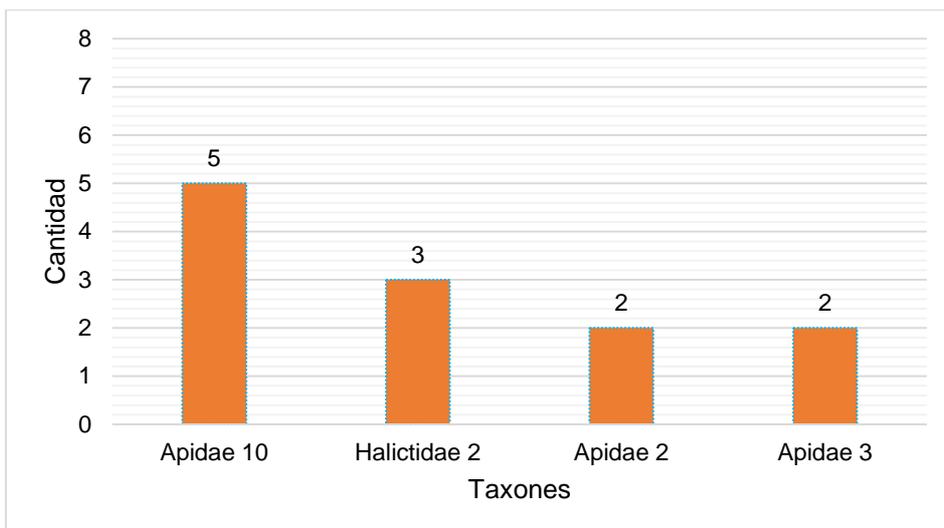


Figura 68. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 2, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

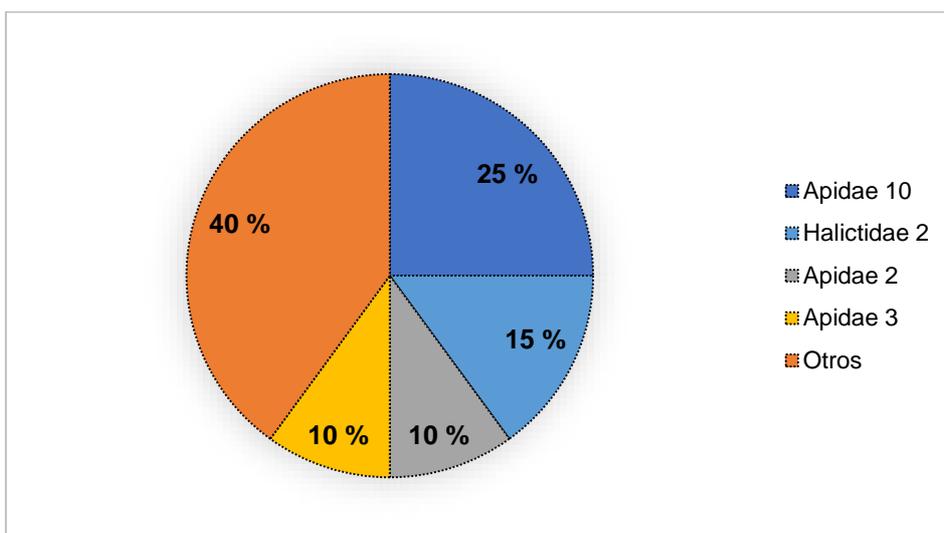


Figura 69. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 2, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

m. Fase final, punto de muestreo 3

En el punto de muestreo 3 de la fase final de la etapa de floración se registró una riqueza de 12 taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a las familias Apidae y Halictidae (Figura 70). La abundancia registrada fue de 22 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 1 (27 %), Halictidae 2 (14 %) y Halictidae 3 (14 %) y Apidae 16 (9 %) (Figura 71).

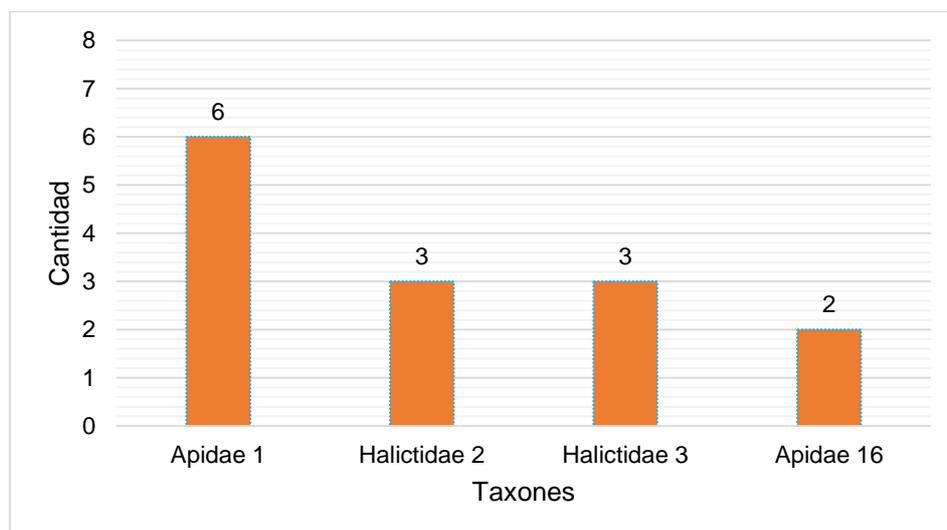


Figura 70. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 3, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

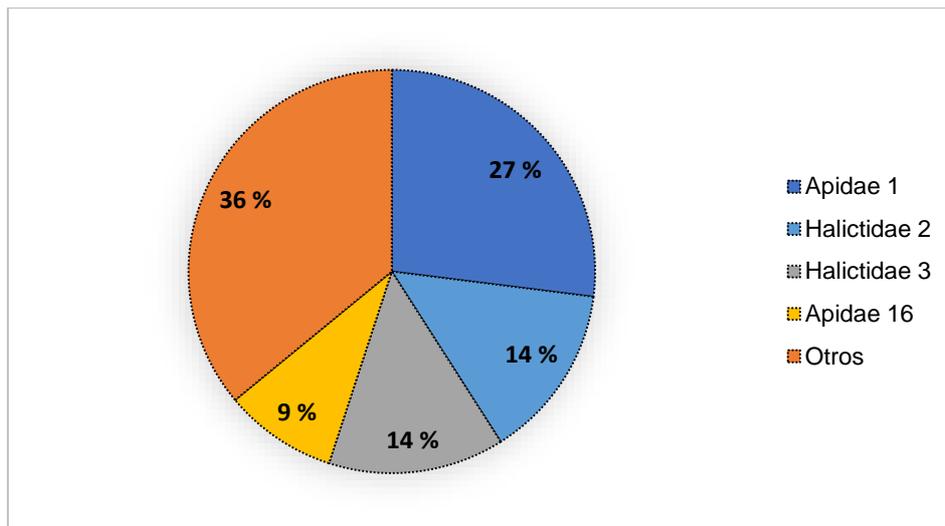


Figura 71. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 3, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

n. Fase final, punto de muestreo 4

En el punto de muestreo 4 de la fase final de la etapa de floración se registró una riqueza de 20 taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a las familias Apidae y Halictidae (Figura 72). La abundancia registrada fue de 31 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Apidae 10 (13 %), Halictidae 3 (13 %), Halictidae 15 (13 %), Halictidae 16 (6 %) y Halictidae 17 (6 %) (Figura 73).

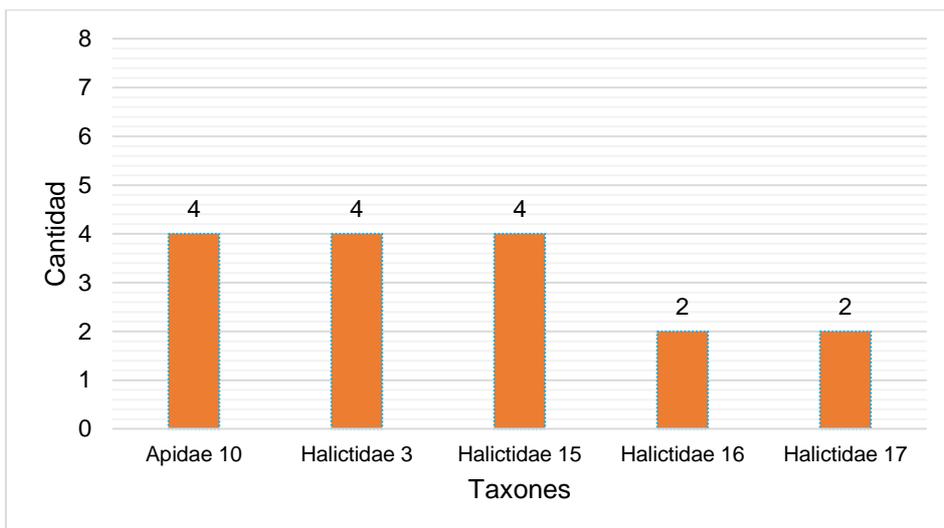


Figura 72. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 4, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

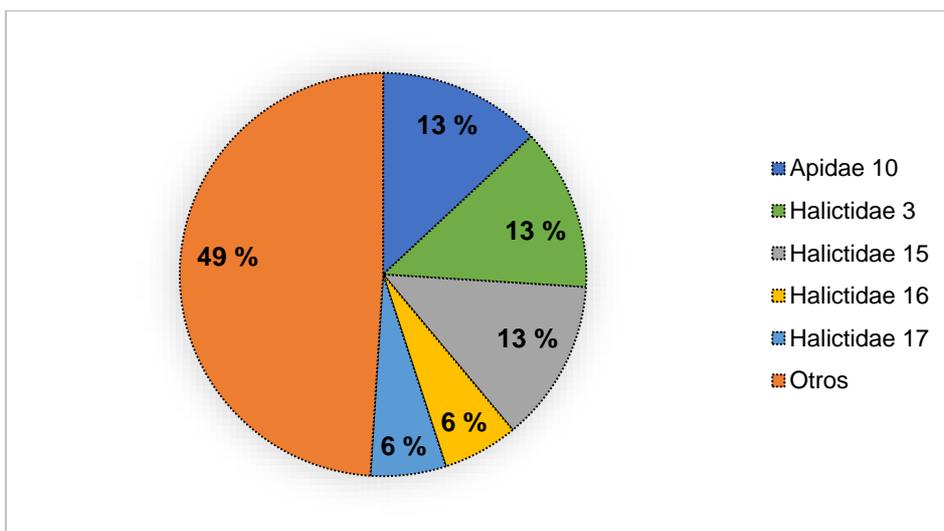


Figura 73. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 4, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

ñ. Fase final, punto de muestreo 5

En el punto de muestreo 5 de la fase final de la etapa de floración se registró una riqueza de 10 taxones. La composición se encuentra representada en su mayoría por los individuos pertenecientes a las familias Apidae y Halictidae (Figura 74). La abundancia registrada fue de 20 individuos y los taxones con mayor abundancia relativa fueron Halictidae 2 (25 %), Apidae 8 (20 %), Halictidae 3 (15 %) y Apidae 16 (10 %) (Figura 75).

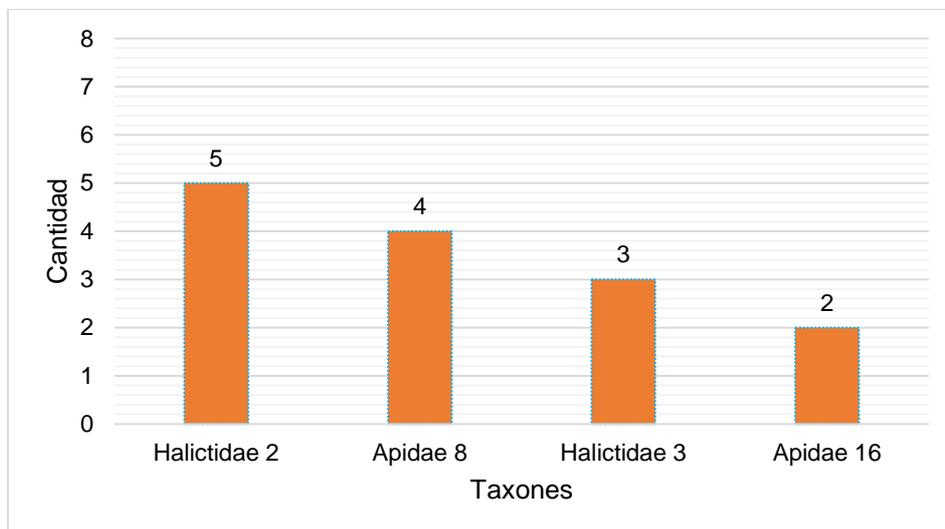


Figura 74. Taxones más abundantes de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 5, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

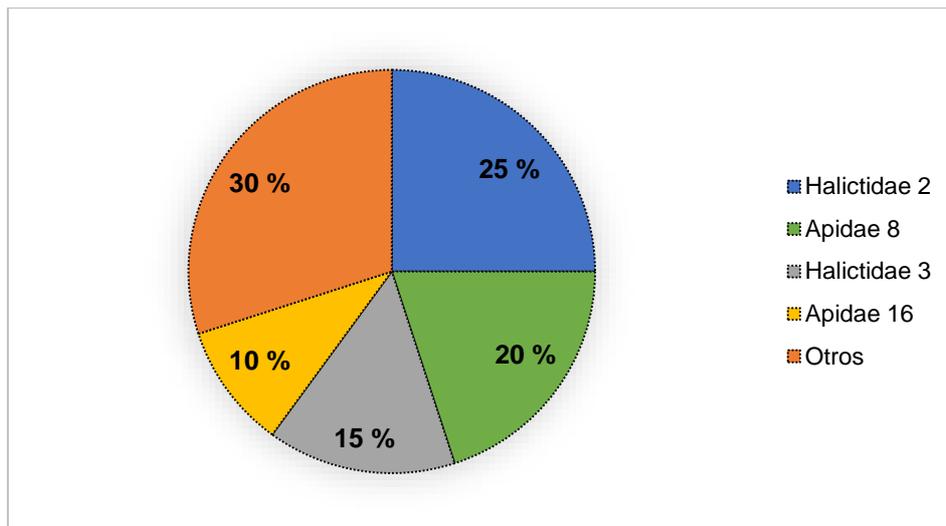


Figura 75. Composición de taxones de la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera) en la fase final de la floración, punto de muestreo 5, Villa Rica, 2016 (Fuente: Elaboración propia).

7.2.6. Datos meteorológicos

Respecto al clima, se obtuvo los datos meteorológicos de la estación Villa Rica. Dentro del tiempo de evaluación, la máxima temperatura media fue registrada en el mes de noviembre con 20.7 °C y la mínima media en el mes de setiembre con 18.9 °C, la humedad relativa máxima media se detectó en octubre con 88 % y la mínima media en noviembre con 82 %. La precipitación máxima fue en el mes de noviembre con 192.50 mm y la mínima en el mes de setiembre con 61.00 mm (Tabla 4).

Tabla 4

*Datos meteorológicos mensuales del distrito de Villa Rica en el año 2016
 (Fuente: Datos Meteorológicos de la Estación Villa Rica – 2016).*

		Setiembre	Octubre	Noviembre
Media	Temperatura (°C)	18.9	19	20.7
	Humedad relativa (%)	86	88	82
Total	Precipitación (mm)	61.00	138.50	192.50

VIII. DISCUSIÓN

La diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en la etapa de floración del café fue evaluada con criterios de distintas investigaciones llevadas a cabo en zonas de bosques tropicales (Klein et al., 2003; De Marco & Coelho, 2004; Smith-Pardo & González, 2007; Vergara & Badano, 2008; Vergara et al., 2008; Boreux et al., 2013; Ngo et al., 2013; González-Córdoba & Montoya-Lerma, 2014).

De los 6,306 individuos colectados, solo el 5.60 % pertenecieron a la superfamilia Apoidea (Orden: Hymenoptera). Dentro de los taxones identificados, en la composición primó la familia Apidae. Asimismo, se evidenció una alta diversidad de especímenes representados por la familia Apidae, y seguido por la familia Halictidae, lo cual es similar a los resultados que obtuvieron Klein et al. (2003), Vergara et al. (2008), Ngo et al. (2013) y Sánchez (2015) en escenarios similares, donde también se reflejó la dominancia de la familia Apidae por sobre los demás taxones descritos.

Es importante conocer que la finca cafetalera Santa Rosa con sus características de manejo propias de una certificación sostenible, presenta una alta diversidad

alfa de abejas, como fincas similares en; Indonesia (Klein et al., 2003), Brasil (De Marco & Coelho, 2004), México (Vergara & Badano, 2008), Costa Rica (Ngo et al., 2013), donde el rol de la apifauna es importante por los servicios ecosistémicos (Costanza et al., 1997) que proporcionan como; el de regulación (polinización) (Alcamo & Bennett, 2003) y los de aprovisionamiento (la miel, el polen, la cera y la jalea real) (Fernández & Sharkey, 2006) que tienen un impacto positivo en la seguridad alimentaria mundial y la sostenibilidad de los cafetales (Klein et al., 2007).

En el estudio de Vergara y Badano (2008) encontraron que la familia Apidae sobrepasa el 80 % de abundancia respecto a las demás familias, y en los resultados de Sánchez (2015) quien consideró áreas con cultivo de café de la subcuenca del Alto Mayo – Perú, el porcentaje de abundancia promedio de la familia Apidae superó el 74.1 % y en la familia Halictidae el 24.1 %. Nuestros hallazgos siguen una misma tendencia respecto a la familia Apidae con 71.7 % y para la familia Halictidae con 21.3 %.

Smith-Pardo & González (2007), Ngo et al. (2013) y Sánchez (2015) utilizaron como parte de sus metodologías de colecta a las trampas pasivas Malaise y Van Someren Ryle, al igual que en el presente estudio estas se distribuyeron en simultáneo, en nuestro caso se eligieron cinco puntos de muestreo, haciendo un total de 10 trampas que trabajaron 72 horas cada una por fase (inicial, media y final), por ser carácter pasivo, no discriminaban a los diferentes artrópodos que son interceptados y/o atraídos.

En cuanto al esfuerzo de muestreo de toda la etapa de floración, en la experiencia de colecta de Apoideos en cafetales de Costa Rica de Ngo et al. (2013), utilizaron la trampa Malaise en áreas mayores a cinco hectáreas y menores a 10 ha, expendiendo un tiempo de muestreo de 792 horas por sesión (o etapa) de floración. En el Parque Nacional Natural Gorgona - Colombia, el estudio de González-Córdoba y Montoya-Lerma (2014) reportaron el uso de trampas Malaise para un área total de 2,600 ha aproximadamente, donde se ubicaron seis zonas de muestreo. En comparación con nuestra investigación, el esfuerzo de muestreo empleado con la trampa Malaise fue de 1,080 horas para un área de 23.74 ha, es decir, una por cada 4.74 ha que se traducen a un mayor rigor de esfuerzo por trampa/horas/área, más aún, si equiparamos dicho esfuerzo por el empleado en el trabajo de Sánchez (2015) donde utilizó dos trampas Malaise para áreas que incluyen cafetales de 477 ha (ZoCRE Naciente Río Negro) e invirtió 56 horas/trampa para dicho sector.

La trampa Van Someren Ryle es sugerida ser utilizada en muestreos regulares de abejas en bosques tropicales por Smith-Pardo y González (2007), quienes emplearon dicha trampa por 720 horas para determinar la diversidad de abejas en estados sucesionales de bosque húmedo tropical con transectos de 250 m², por otro lado, en las evaluaciones de González-Córdoba y Montoya-Lerma (2014) las emplearon para áreas de 433.33 ha aproximadamente. En nuestra investigación fue utilizada con el mismo tipo de cebo sugerido por los autores citados y el esfuerzo de muestreo fue de 1,080 horas para un área de aproximadamente 23.74 ha correspondiente a la finca Santa Rosa.

Para ambas trampas de colecta pasiva (trampa Malaise y trampa Van Someren Ryle) el esfuerzo de muestreo de nuestro estudio se empleó considerando el tiempo de duración de la floración del café (setiembre a octubre). En comparación con el esfuerzo de muestreo de horas/trampa/área utilizadas en las investigaciones citadas, nuestra metodología concibe una rigurosidad mayor que le pueden atribuir un nivel aceptable e intensivo del uso de las mencionadas trampas y esfuerzo, ya que se podría deducir que cada una de estas trabajaron en áreas de 2.37 ha con un tiempo de trabajo de 216 horas, en términos generales, para 23.74 ha hubo una colecta pasiva hecha por 10 trampas con un acumulado de 2,160 horas.

Asimismo, siendo la finca estudiada un área de cultivo con certificación Rainforest Alliance, esta se rige bajo ciertos criterios de manejo, por ello, se observó que los altos índices de diversidad coincidieron con los resultados del estudio de Vergara y Badano (2008), donde se afirma que las buenas prácticas agrícolas o sistemas menos impactados asociados mayormente al no uso de pesticidas, incrementa la riqueza y abundancia de abejas entre otra fauna benéfica para los cafetales, en nuestro espacio de estudio y en el transcurso del trabajo no se detectaron uso de insecticidas, sobre todo aquellos pertenecientes al grupo químico de los neonicotenoides.

El criterio del de la cobertura del dosel, que en el área de la finca Santa Rosa fue uniforme, Vergara et al. (2008) sostiene que puede generar impactos positivos en la diversidad y abundancia de los artrópodos vinculados a los agroecosistemas cafetaleros, afirmación que es parecida con nuestro estudio y

se vio reflejado por la gran cantidad de insectos colectados en el experimento, muchos de ellos pertenecientes a taxones de interés en temas de polinización donde se destacan los que pertenecen a la superfamilia (Hymenoptera: Apoidea).

Si nos enfocamos solo en la apifauna, en el experimento de Ngo et al. (2013), las fincas cafetaleras con sombra arrojaron un índice de Shannon-Wiener (H') promedio de 2.46, representando -en su contexto- una alta diversidad de Apoideos en comparación a los otros tipos de fincas con diferente manejo que evaluaron. En el trabajo realizado en la finca Santa Rosa el valor promedio de Shannon-Wiener (H') fue de 2.26 que para fines de diversidad alfa es considerable, esta cifra pudo estar asociada a la sombra que es producto de la homogeneidad de copas arbóreas y los diferentes microambientes que se forman, asimismo, el contexto de floración evaluado puede generar un ambiente deseado por los agentes polinizadores.

En el presente estudio realizado en bosques tropicales, los valores altos de uniformidad, se vieron reflejados con la equidad de Pielou (J') en todas las fases del experimento (\geq a 0.85), pudiéndose explicar utilizando los argumentos de Klein et al. (2003) y, De Marco y Coelho (2004) quienes encontraron una estrecha relación entre la estabilidad de la diversidad de abejas y la cercanía a los bosques o parches boscosos, los cuales sirven como hábitat que proveen recursos para forrajeo o pecoreo así como materiales para nidificar, adicionalmente se recalca que la finca Santa Rosa tiene reservas forestales *in situ* y cercanas. Según Farfán y Sánchez (2015), dichas reservas tienen la

facultad de servir como espacios de refugio para las estaciones fuera del periodo de floración del café.

Como particularidad en la fenología del café, la etapa de floración es inducida y se activa con las precipitaciones (Cenicafé, 2007), en el distrito de Villa Rica, las lluvias comienzan de manera progresiva desde el mes de setiembre siguiendo una tendencia típica hasta el mes de marzo del siguiente año (Desco, 2012).

Según el informe de datos meteorológicos de la Estación Villa Rica del año 2016 la precipitación siguió la tendencia estacionaria. Autores como Klein et al. (2003) y González-Córdoba y Montoya-Lerma, (2014) mencionan que la conducta de forrajeo de la mayoría de las abejas se interrumpe con las lluvias, en nuestro caso eso no ocurrió debido a que el factor de aguaceros no coincidió con las fechas programadas para las evaluaciones en campo, solo se percibieron algunas lloviznas y se evitó coleccionar activamente en esos momentos.

En el marco de la investigación desarrollada, el incremento de temperatura por acción del cambio climático puede atentar, tanto limitando el crecimiento del café en ciertas regiones, o como en el cambio de número de especies de abejas desplazándolas de sus distribuciones naturales (Imbach et al., 2015). Los resultados obtenidos contribuyen a tener una línea base para comparar la situación del café utilizando la diversidad de abejas como indicador adicional (Reyes-Novelo, Meléndez, Delfín & Ayala, 2009) que de soporte a la toma estratégica de decisiones sobre el cultivo; asimismo, ser considerados en la implementación y gestión de políticas de desarrollo con enfoque en servicios

ecosistémicos de este importante commodity -café-, repercutiendo positivamente en miles de familias en el Perú y el mundo (FAO, 2017).

IX. CONCLUSIONES

1. La diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) durante la floración en la finca Santa Rosa, se encuentra dominada por individuos pertenecientes a la Familia Apidae.
2. La diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) se mantiene constante durante los meses de floración en la finca Santa Rosa.
3. El mes de setiembre presenta el mayor número de riqueza y abundancia de abejas (Hymenoptera: Apoidea).
4. En referencia a la riqueza, los individuos pertenecientes a las Familias Apidae y Halictidae son lo más dominantes respectivamente.
5. En cuanto a la abundancia, los individuos de la Familia Apidae son los que mayor número de representantes tienen, seguido por los individuos de la Familia Halictidae.

6. La metodología y esfuerzo de muestreo son representativos respecto a los utilizados en experiencias similares.

X. RECOMENDACIONES

1. En evaluaciones de (Hymoptera: Apoidea) para servicios de polinización en cafetales, se recomienda limitar los grupos taxonómicos a las familias: Apidae, Halictidae, Megachilidae, Colletidae y Andrenidae.
2. Con el fin de generar más data para establecer fluctuaciones temporales, se recomienda evaluar y monitorear la diversidad alfa en todas las etapas fenológicas en los siguientes años en la finca Santa Rosa; el presente trabajo representa una línea base.
3. Respecto a las fincas con manejo convencional y las que tienen algunas de las certificaciones; Se recomienda evaluar y comparar la diversidad alfa, beta y gamma.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agrodata. (2018). Café Grano Perú Exportación 2017 Diciembre. Recuperado de <https://www.agrodataperu.com/2018/01/cafe-grano-peru-exportacion-2017-diciembre.html>
2. Albertino, R., Rogrigues de Melo, G., Barros de Carvalho, J., Casari, S. & Constantino, R. (2012). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Ribeirão Preto: Holos Editora.
3. Alcamo, J & Bennett, E. (2003). Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. *Millennium Ecosystems Assessment*. Washington, DC.
4. Arcila P., J. (2004). Anormalidades en la floración del cafeto. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 320, 1 - 8.
5. Ayala, E., Bernabé, E., Montoya, M. & Pinedo, J. (2016). Planeamiento Estratégico del Café en el Perú. Tesis para obtener el grado de magíster en administración estratégica de empresas. PUCP. Lima – Perú.
6. Boreux, V., Kushalappa, C., Vasst, P. & Ghazoul, J. (2013). Interactive effects among ecosystem services and management practices on crop production: Pollination in coffee agroforestry systems. *PNAS*, 110, 8387 – 8392.

7. Butler, D. (2018). *EU expected to vote on pesticide ban after major scientific review. Nature*, 555(7695), 150–151.

8. Buttoud, G. (2015). Promoviendo la Agroforestería en la Agenda Política. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3182s.pdf>

9. Cámara Peruana del Café y Cacao. (2019). Café – Datos, Información general: enero – diciembre 2018. Recuperado de <https://camcafeperu.com.pe/ES/cafe-datos.php>

10. Cenicafé. *Sistemas de Producción de Café en Colombia*. (2007). Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, L., & Hincapié, E. Caldas – Colombia.

11. Centro de Comercio Internacional. (2011). *Tendencias del Comercio de Café Certificado*. Tomado de [http://www.expocafeperu.com/archivos/Rainforest Alliance Tendencias de cafes certificados.pdf](http://www.expocafeperu.com/archivos/Rainforest_Alliance_Tendencias_de_cafes_certificados.pdf)

12. Christiansen, J. (2004). *Café orgánico con diversificación*. Ideas Litográficas – Tegucigalpa, Honduras.

13. Costanza, R., d’Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O’Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P. & van den Belt, M. (1997). The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253 – 260.

14. De Marco, P. & Coelho, F. (2004). Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. *Biodiversity and Conservation*, 13, 1245 – 1255.
15. Desco. (2006). Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo. *Perú hoy, nuevos rostros de la escena nacional*. Lima – Perú.
16. Desco. (2012). Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo. *Producción de cafés especiales, manual técnico*. Perú: Programa Selva Central.
17. Durán, F. (2011). Cultivo del café. Grupo Latino Editores – Bogotá.
18. Elliot, J., Carrero, Y., Aguirre, H., Flores, J. & Del Águila, C. (2014). Rentabilidad, mercado y tecnología para la producción de café amigable con el clima. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/B3407e/B3407e.pdf>
19. Encyclopedia of Life. (2018). Recuperado de <http://eol.org/pages/677/overview>
20. FAO. (1999). Sistemas Agroforestales. Tomado de <http://www.fao.org/docrep/009/ah647s/AH647S04.htm>

- 21.FAO. (2014). *Principios y Avances sobre Polinización como Servicio Ambiental para la Agricultura Sostenible en Países de Latinoamérica y el Caribe*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Santiago, Chile.
- 22.FAO. (2017). *Línea Base del Servicio Ecosistémico de la Polinización en Perú*, Documento de Síntesis. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Lima, Perú.
- 23.Farfán, F. & Sánchez, P. (2015). Producción sostenible de café bajo estructura arbórea diversa. *Revista Cenicafé*, 65, 27 - 33.
- 24.Fernández, D. & Zambrano, G. (2011). Abejas silvestres como estrategia de monitoreo de restauración ecológica en tres veredas del corregimiento La Gallera (Tambo, Cauca), zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Munchique (PNNM). *Boletín Científico Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, 15, 51 – 59.
- 25.Fernández, F. & Sharkey, M. J. (2006). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Bogotá: Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia.
- 26.Fernández, F. & Castro-Huertas, V. (2014). Las avispas del género *Sceliphron klug* en Colombia (Hymenoptera: Sphecidae). *Caldasia*, 36 (2), 393 – 408.

27. Figueroa, R. (1990). La Caficultura en el Perú. Editorial FIESSA – Lima, Perú.
28. Florez-Prado, L., Chiappa, E. & Mante, M. (2012). Interacciones entre hembras de *Protandrena evansi* (Hymenoptera: Andrenidae), una abeja de nidificación comunal. *Revista Colombiana de Entomología*, 38 (1), 118 – 123.
29. Gestión. (2017). Producción peruana de café aumentará 8% en el 2017, proyecto el Scotiabank. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/produccion-peruana-cafe-aumentara-8-2017-proyecta-scotiabank-123463>
30. González, V. H., Ospina, M. & Bennett, D. (2005). Abejas altoandinos de Colombia: *Guía de campo*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá – Colombia.
31. Gonzáles, R., Montoya, J., Chacón de Ulloa, P., Zúñiga, M. C., Armbretch, I., Carrejo, N., González, M., Calero, H., Mendivil, J. A. & Cardona, W. (2011). Protocolo para la obtención de datos de insectos. (pp. 9 - 40). *Protocolos de investigación en ecosistemas terrestres, intermareales, submareales y pelágicos para el Parque Nacional Natural Gorgona*. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle. Cali, Colombia, 218 p.

32. González-Córdoba, M. & Montaya-Lerma, J. (2014). Las abejas (Hymenoptera: Apoidea) del Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 62, 297 – 305.
33. Goodfellow, M., Bull, A. & Slater, J. (1992). Biodiversity as a Source of Innovation in Biotechnology. *Annual Review of Microbiology*, 46, 219 - 259.
34. Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & P. D. Ryan. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education Data Analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1): 9 p.
35. Imbach, P., Fung, E, Hannah, L., Navarro-Raciones, C., Roubik, D., Ricketts, T., Harvey, C., Donatti, C., Läderach, P., Locatelli, B. & Roehrdanz P. (2017). Coupling of pollination services and coffee suitability under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America*, 114, 10438 – 10442.
36. INEI. (2012). Instituto Nacional de Estadística e Informática. Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI).
37. INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). Nota de Prensa. Nº 106 - 23 de Mayo del 2017. Producción de café creció 21,4% en marzo del 2017.

38. INEI. (2017). Instituto Nacional de Estadística e Informática. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.
39. ICO. International Coffee Organization. (2019). Total production by all exporting countries. Recuperado de <http://www.ico.org/prices/production.pdf>
40. Ipeba - Instituto Peruano de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad de la Educación Básica. (2014). Normas del Rehabilitador de Cafetales. Lima: Gráfica Gianlud.
41. IRAC. Comité de Acción contra la Resistencia de Insecticidas. (2017). *Folleto de clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas*. 5ta Edición – España.
42. Klein, AM., Steffan-Dewenter, I. & Tschamntke, T. (2003). Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *The Royal Society*, 270, 955 – 961.
43. Klein, AM., Vaissière, B., Cane, J., Steffa-Dewenter, I., Cunningham, S., Kremen, C. & Tschamntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings Of The Royal Society B*, 274, 303 - 313.

44. Lizárraga, A., García, G. & Burgos, A. (2008). *Red de Polinizadores del Perú*. Lima: Red de Acción de Agricultura Alternativa (RAAA). Recuperado de <http://www.oas.org/dsd/IABIN/Component2/Peru/PTN-RAAA/Informe%201%20Red%20Polinizadores%20del%20Peru.pdf>
45. Maraví, A., Cañote, G., Terry, F., Díaz, R. y Coloma, R. (2014). *Responsabilidad Social Empresarial*. Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Fondo Editorial - Lima.
46. Margalef, R. (1998). *Ecología*. Décima Impresión. Barcelona: Omega.
47. Melo, G. A. R. (1999). Phylogenetic relationships and classification of the major lineages of Apoidea (Hymenoptera) with emphasis on the crabronid wasps. *Natural History Museum The University of Kansas*, 14, 1 – 55.
48. Michener, C. D. (2007). *The Bees of The World*. 2nd ed. The Johns Hopkins University Press. Maryland.
49. Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI] (2015). *Síntesis Agroeconómica del Café*. Recuperado de <http://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/handle/MINAGRI/51/sintesis-cafe-junio-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
50. Missouri Botanical Garden. (2018). Recuperado de <http://www.tropicos.org/Name/27900016?langid=66>

51. Montalva, J. & Castro, B. (2012). Biología de nidificación de *Megachile semirufa* (Hymenoptera: Megachilidae: DasyMegachile) en alta montaña, Chile. *Caldasia*, 34 (2), 475 – 481.
52. Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad, M&T - Manuales y Tesis SEA vol. 1*. Zaragoza: CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA.
53. Musicante, M. L. & Salvo, A. (2010). Nesting biology of four species of *Trypoxylon* (*Trypargilum*) (Hymenoptera: Cabronidae) in Chaco Serrano woodland, Central Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 58, 1177 – 1188.
54. Ngo, H.T., Gibbs, J., Griswold, T. & Packer, L. (2013). Evaluating bee (Hymenoptera: Apoidea) diversity using Malaise traps in coffee landscapes of Costa Rica. *Entomological Society of Canada*, 145, 435 - 453.
55. Odum, E. P. (1986). *Fundamentos de Ecología*. Tercera Edición. Nueva Editorial Interamericana, D. F. – México.
56. Osorio, U. (2012). Guía Técnica, “Certificación de Café”. Recuperado de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/011-e-cafe.pdf>
57. Red de Agricultura Sostenible [RAS]. (2017). Norma RAS para Agricultura Sostenible 2016 - 2017. *Para producción agrícola y ganadera de fincas y*

grupos productores. Recuperado de

http://www.sustentables.org/Documentos/SAN-S-SP-1-V1.2_S_Norma_RAS_para_Agricultura_Sostenible_Julio_2017.pdf

58. Rainforest Alliance. (2012). Manual de Certificación de Rainforest Alliance. *Agricultura Sostenible*. Recuperado de http://www.rainforest-alliance.org/sites/default/files/site-documents/agriculture/documents/ra-cert-sustainable_agriculture_certification_manual_es.pdf

59. Rainforest Alliance. (2017a). *Norma para la Agricultura Sostenible, Para producción agrícola y ganadera de fincas y grupos de productores*. Recuperado de https://www.rainforest-alliance.org/business/wp-content/uploads/2017/11/03_rainforest-alliance-sustainable-agriculture-standard_sp.pdf

60. Rainforest Alliance. (2017b). *Lista de para la Gestión Plaguicidas, Lista de Plaguicidas Prohibidos y de Uso con Mitigación de Riesgo*. Versión 1.3. Recuperado de https://www.rainforest-alliance.org/business/wp-content/uploads/2017/11/02_lists-pesticides-management_sp.pdf

61. Rainforest Alliance. (2017c). *Uso excepcional de plaguicidas altamente peligrosos OMS/FAO hasta el 30 junio, 2020*. Versión 1.2. Recuperado de <http://cydcertified.com/documentos/index.php/rainforest-alliance/politicas/12-uso-excepcional-de-plaguicidas-altamente-peligrosos/file>

62. Rainforest Alliance. (2018). *Norma para la Agricultura Sostenible, Aplicable para Fincas Medianas – Grandes*. Norma borrador v1.0 – para consulta pública. Recuperado de https://www.rainforest-alliance.org/business/wp-content/uploads/2018/12/rainforest-alliance-sustainable-agriculture-standard-medium-large-v1_es.pdf
63. Rapidel, Allinne, Cerdán, Meylan, Virginio & Avelino. (2015). *Sistemas Agroforestales, Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales*. Recuperado de <http://www.cipav.org.co/sistagro/SistemasAgroforestales.pdf>
64. Remy, M. I. & Glave, M. (2007). *Cafetaleros Empresarios. Dinamismo asociativo para el desarrollo en el Perú*. Lima: IEP.
65. Reyes-Novelo, E., Meléndez, R., Delfín, H. & Ayala, R. (2009). Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) como bioindicadores en el neotrópico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, 1 – 13.
66. Saavedra, M. (22 de mayo de 2016). Villa Rica podría usar hasta 40 mil hectáreas en café especial. *El Comercio*. Recuperado de <http://elcomercio.pe/economia/peru/villa-rica-podria-usar-hasta-40-mil-hectareas-cafe-especial-noticia-1903103>
67. Sánchez, E. (2015). Abejas Nativas de la subcuenca del Alto Mayo. Región San Martín, Perú. Conservación Internacional. Perú. Recuperado

de

https://www.conservation.org/global/peru/biocuencas/Documents/Presentaciones%20BioCon/PPT_BIOCUENCAS_Abejas_ESanchez.pdf

68. Santisteban, J. & Aldana, G. (2005). Manual de Prácticas de Entomología General. Universidad Nacional Agraria La Molina.
69. Smith-Pardo, A. (1999). Las abejas de Porce familia Colletidae (Hymenoptera: Apoidea) notas y claves para los géneros presentes en la zona de influencia del embalse Porce II. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 52, 599 - 610.
70. Smith-Pardo, A., & González, V. (2007). Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en estados sucesionales del bosque húmedo tropical. *Acta Biológica Colombiana*, 12, 43 - 56.
71. Smith-Pardo, A. & Vélez, R. (2008). *Abejas de Antioquia – Guía de Campo*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/236856027_Abejas_de_Antioquia-Guia_de_Campo_Field_guide_to_the_bees_of_Antioquia_Colombia
72. Snodgrass, R. E. (1993). *Principles of Insect Morphology with a new foreword by George C. Eickwort*. Cornell University Press.

73. Ugarte, Julio. (2009). Impulso de la agroforestería como estrategia de manejo sostenible del suelo en las áreas ya intervenidas de la Región San Martín: *Manual de Promoción y Capacitación para Extensionistas*. Perú.
74. Vergara, C. & Badano, E. (2008). Pollinator diversity increases fruit production in Mexican coffee plantations: The importance of rustic management systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129, 117 - 123.
75. Vergara, C., Contreras, J., Ferrari, R. & Paredes, J. (2008). Polinización entomófila. En Manson, R., Hernández-Ortiz, V., Gallina, S., Mehlreter, K., *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación* (pp. 247-257). Xalapa, México: Veracruz.

XII. ABREVIATURAS

APG IV	Angiosperm Phylogeny Group IV
ICO	International Coffee Organization
der.	Derecha
ha	Hectárea
izq.	Izquierda
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
m ²	Metros cuadrados
<i>N</i>	Número total de individuos
<i>ni</i>	Número de individuos de la especie (Taxón)
p.	Página
<i>S</i>	Número total de especies (Taxones)

XIII. ANEXOS

Anexo 1. Individuos de la entomofauna general por puntos y trampas durante las tres colectas.

Colecta	1			2			3		
	Puntos / Trampa	M	VS	R	M	VS	R	M	VS
1	633	98	18	196	27	28	440	32	13
2	260	69	6	381	41	18	197	183	15
3	221	53	19	560	80	7	268	65	10
4	543	36	12	542	57	9	311	61	29
5	83	18	18	387	30	14	133	71	14
Total	1,740	274	73	2,066	235	76	1,349	412	81

Nota: M (Trampa Malaise), VS (Trampa Van Someren Ryle) y R (red entomológica).

Anexo 2. Descripción de cada punto de muestreo.

Estación	Latitud	Longitud	Elevación (m.s.n.m.)	Dosel Agroforestal			Observaciones de la Fenología de los Cafetos (%)
				Especie forestal	Altura aprox. (m)	Cobertura (%)	
Punto de muestreo 1	471441	8809946	1563	Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> sp.)	20	70	Colecta 1 botones 60 %, flores 40 %
				Especie 1	10	20	Colecta 2 botones 40 %, flores 20 %, fruto 40 %
				Especie 2	4	10	Colecta 3 flores 50 %, botones 10 %, fruto 40 %
Punto de muestreo 2	471505	8809853	1572	Pino (<i>Pinus</i> sp.)	20	95	Colecta 1 botones 60 %, flores 40 %
				Especie 3	10	5	Colecta 2 botones 30 %, flores 20 %, fruto 50 %
				-	-	-	Colecta 3 flores 40 %, botones 20 %, fruto 40 %
Punto de muestreo 3	471357	8809728	1599	Pino (<i>Pinus</i> sp.)	15	70	Colecta 1 botones 60 %, flores 40 %
				Especie 4	10	15	Colecta 2 botones 30 %, flores 20 %, fruto 50 %
				Especie 5	10	15	Colecta 3 flores 30 %, botones 10 %, fruto 60 %
Punto de muestreo 4	471263	8809546	1645	Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> sp.)	15	40	Colecta 1 botones 60 %, flores 40 %
				Guaba (<i>Inga</i> sp.)	15	30	Colecta 2 botones 50 %, flores 20 %, fruto 30 %
				Especie 6	10	30	Colecta 3 flores 50 %, botones 10 %, fruto 40 %
Punto de muestreo 5	471043	8809562	1678	Pino (<i>Pinus</i> sp.)	15	50	Colecta 1 botones 50 %, flores 50 %
				Plátano (<i>Musa</i> sp.)	5	20	Colecta 2 flores 40 %, botones 30 %, fruto 30 %
				Especie 7	10	30	Colecta 3 flores 30 %, botones 20 %, fruto 50 %

Anexo 3. Implementación de la faena de campo realizada.

Fecha	Colecta 1 Setiembre				Colecta 2 Octubre				Colecta 3 Noviembre			
	24	25	26	27	18	19	20	21	11	12	13	14
Característica	Instalación			Desinstalación	Instalación			Desinstalación	Instalación			Desinstalación
Punto de muestreo 1												
Malaise	09:00	-	-	09:00	09:00	-	-	09:00	09:00	-	-	09:00
Van Someren Ryle	09:20	-	-	09:20	09:20	-	-	09:20	09:20	-	-	09:20
Red	-	6:00 - 7:00	15:00 - 16:00	9:40 - 10:20	-	8:30 - 9:30	15:00 - 16:00	9:40 - 10:20	-	6:00 - 7:00	15:00 - 16:00	9:40 - 10:20
Punto de muestreo 2												
Malaise	10:00	-	-	10:30	10:00	-	-	10:30	10:00	-	-	10:30
Van Someren Ryle	10:20	-	-	11:00	10:20	-	-	11:00	10:20	-	-	11:00
Red	-	7:30 - 8:30	13:00 - 14:00	11:30 - 12:00	-	9:30 - 10:30	13:00 - 14:00	11:30 - 12:00	-	7:30 - 8:30	13:00 - 14:00	11:30 - 12:00
Punto de muestreo 3												
Malaise	11:00	-	-	12:20	11:00	-	-	12:20	11:00	-	-	11:20
Van Someren Ryle	11:20	-	-	12:40	11:20	-	-	12:40	11:20	-	-	11:40
Red	-	11:00 - 12:00	10:00 - 11:00	13:10 - 13:50	-	11:00 - 12:00	10:00 - 11:00	13:10 - 13:50	-	11:00 - 12:00	10:00 - 11:00	12:00 - 12:30
Punto de muestreo 4												
Malaise	12:00	-	-	14:00	12:00	-	-	14:00	12:00	-	-	12:40
Van Someren Ryle	12:20	-	-	14:30	12:20	-	-	14:30	12:20	-	-	13:00
Red	-	12:30 - 13:30	8:00 - 9:00	15:00 - 15:30	-	12:30 - 13:30	8:00 - 9:00	15:00 - 15:30	-	12:30 - 13:30	8:00 - 9:00	13:30 - 14:00
Punto de muestreo 5												
Malaise	14:30	-	-	16:00	14:30	-	-	16:00	14:30	-	-	14:20
Van Someren Ryle	14:40	-	-	16:30	14:40	-	-	16:30	14:40	-	-	14:50
Red	-	14:00 - 15:00	6:00 - 7:00	17:00 - 17:30	-	14:00 - 15:00	6:00 - 7:00	17:00 - 17:30	-	14:00 - 15:00	6:00 - 7:00	15:20 - 16:00

Anexo 4. Tabla general de diversidad de individuos (Hymenoptera: Apoidea) colectados en la etapa de floración.

Fases de la etapa de floración	Fase inicial de la etapa de floración (Colecta 1)					Fase media de la etapa de floración (Colecta 2)					Fase final de la etapa de floración (Colecta 3)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Familia															
Apidae 1	4	2	1	0	0	0	5	0	0	2	1	0	6	0	0
Apidae 2	3	1	1	0	0	2	5	0	0	1	1	2	0	0	0
Apidae 3	0	0	2	0	6	2	0	0	0	1	1	2	0	0	0
Apidae 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Apidae 5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 6	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 8	0	1	0	0	2	0	1	0	4	1	0	0	1	1	4
Apidae 9	0	1	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 10	0	0	1	0	3	0	2	0	1	1	1	5	0	4	0
Apidae 11	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Apidae 12	0	0	0	0	0	2	3	2	5	2	1	0	1	0	1
Apidae 13	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 14	0	3	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0
Apidae 15	0	0	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Apidae 17	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Apidae 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Apidae 19	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Apidae 21	43	3	0	3	0	0	3	1	0	2	0	0	0	0	0
Apidae 22	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Apidae 23	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Apidae 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Apidae 26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 27	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 28	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 29	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Apidae 31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 32	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Apidae 33	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Apidae 34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Apidae 35	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 36	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 37	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Apidae 38	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Apidae 39	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Apidae 40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Apidae 41	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 42	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Apidae 44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Apidae 45	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Apidae 47	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 48	0	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apidae 49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Halictidae 1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Halictidae 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	5
Halictidae 3	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	2	0	3	4	3
Halictidae 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Halictidae 5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Halictidae 6	0	1	0	3	0	0	5	0	0	0	0	1	1	0	1
Halictidae 7	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Halictidae 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Halictidae 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Halictidae 10	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Halictidae 11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Halictidae 12	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Halictidae 13	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Halictidae 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Halictidae 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Halictidae 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Halictidae 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0

Anexo 5. Comparación estadística entre fase inicial, media y final de la etapa de floración: índice de Shannon-Wiener (H').

Test de normalidad			
	Inicial	Media	Final
N	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0.8287	0.9408	0.8081
p(normal)	0.1361	0.6716	0.09426

ANOVA

Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	0.0575621	2	0.0287811		0.1246
Within groups:	2.77096	12	0.230913	Permutation p (n=99999)	0.8839
Total:	2.82852	14	0.9127		

Anexo 6. Comparación estadística entre fase inicial, media y final de la etapa de floración: índice de Margalef (D_{mg}).

Test de normalidad			
	Inicial	Media	Final
N	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0.8789	0.9598	0.8157
p(normal)	0.3043	0.8067	0.1082

ANOVA

Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	0.201368	2	0.100684		0.07476
Within groups:	16.1606	12	1.34672	Permutation p (n=99999)	0.9284
Total:	16.362	14	0.9263		

Anexo 7. Comparación estadística entre fase inicial, media y final de la etapa de floración: índice de Brillouin (HB).

Test de normalidad			
	Inicial	Media	Final
N	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0.8416	0.9457	0.8281
p(normal)	0.1693	0.7062	0.1346

ANOVA

Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	0.0128927	2	0.00644637	0.04691	0.9543
Within groups:	1.64896	12	0.137413	Permutation p (n=99999)	
Total:	1.66185	14	0.9585		

Anexo 8. Comparación estadística entre fase inicial, media y final de la etapa de floración: índice de Pielou (J').

Test de normalidad			
	Inicial	Media	Final
N	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0.6395	0.8568	0.8681
p(normal)	0.001995	0.2169	0.2587

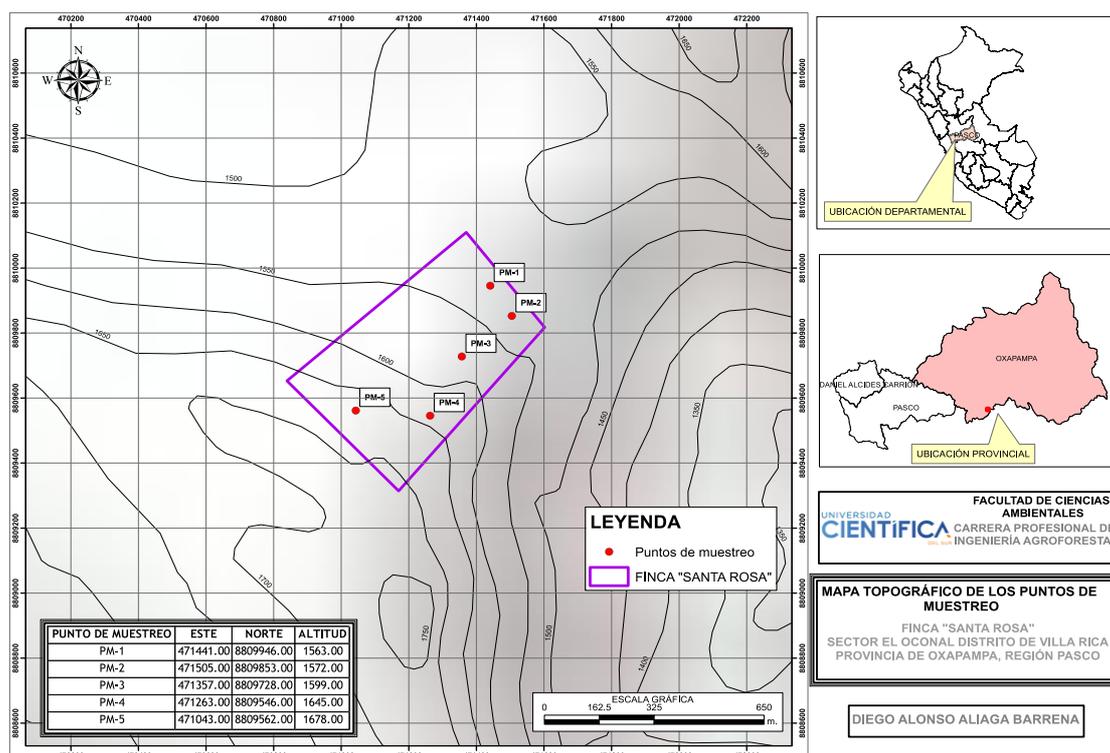
Kruskal-Wallis

H (chi ²):	0.98
Hc (tie corrected):	0.98
p(same)	0.6126

Anexo 9. Datos meteorológicos semanales del distrito de Villa Rica en el año 2016 (Fuente: Informe de Datos Meteorológicos de la Estación Villa Rica - 2016).

		Media		Total
		Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
Setiembre	Semana 1	18.4	91	20.1
	Semana 2	19.4	84	31.2
	Semana 3	18.6	87	9.6
	Semana 4	19.3	85	0
Octubre	Semana 1	19.6	85	59.5
	Semana 2	18.4	92	7.4
	Semana 3	19.9	85	22.4
	Semana 4	18.4	90	49.2
Noviembre	Semana 1	20.4	84	80.6
	Semana 2	21.5	82	16.5
	Semana 3	19.6	84	0
	Semana 4	21.2	80	95.4

Anexo 10. Mapa topográfico del área de estudio en la finca Santa Rosa.



Anexo 11. Lista de materiales y equipos utilizados para el periodo de campo y gabinete.

Campo		
Descripción	Unidad	Cantidad
Materiales		
Envase (350 ml)	Unid.	35
Alcohol 96%	Lt	12
Papel canson	Pliego	2
Lápiz 2B	Unid.	4
Tijera	Unid.	1
Masking tape	Unid.	2
Tajador	Unid.	1
Borrador	Unid.	1
Libreta de campo	Unid.	1
Pinceles (tamaños diversos)	Unid.	3
Pabulo	Madeja	2
Pinza recta 4-3/8" (112 mm)	Unid.	1
Caja de herramientas 14"	Unid.	1
Cámara letal	Unid.	1
Mochila	Unid.	1
Equipos		
Red entomológica	Unid.	1
Trampa Malaise	Unid.	5
Trampa Van Someren Ryle	Unid.	5
GPS Garmin 64s	Unid.	1
Laboratorio		
Descripción	Unidad	Cantidad
Materiales		
Agua destilada	Lt	2
Alcohol 70%	Lt	4
Taper (200 ml)	Unid.	105
Tecnopor 1" (1.20 x 2.40 mt)	Plancha	1
Alfileres entomológicos (#0.15; #0.20; #0.1; #1; #2; #3 y #4)	Ciento	7
Estielete (14 cm)	Und.	1
Placa petri (60x15 mm)	Und.	2
Placa petri (100x20 mm)	Und.	2
Papel canson	Pliego	1
Etiqueta 1/2"	Und.	100
Lápiz 2B	Unid.	2
Tijera	Unid.	1
Borrador	Unid.	1
Bloque de pinchado	Unid.	1
Plancha de goma (6.5x17 mm)	Plancha	1
Pinza punta de pala 4-1/4 (108 mm)	Unid.	1
Equipos		
Estereoscopio	Unid.	1
Microscopio	Unid.	1

Anexo 12. Galería fotográfica de taxones identificados (Hymenoptera: Apoidea).



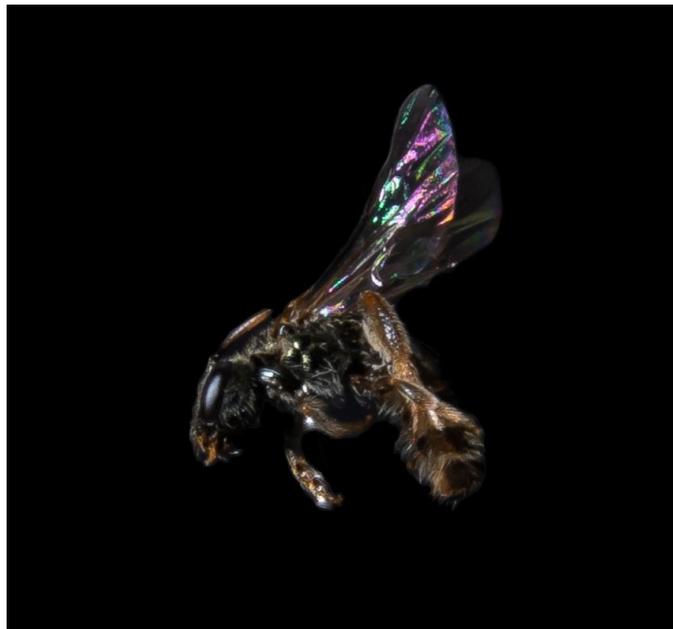
Familia Apidae
Subfamilia Apinae
Tribu Meliponini
Plebeia sp.



Familia Apidae
Subfamilia Apinae
Tribu Centridini
Epicharis sp.



Familia Crabronidae
Subfamilia Crabroninae
Tribu Larrini
Liris sp. ♀



Familia Halictidae
Subfamilia Halictinae
Tribu Augochlorini



Familia Apidae
Subfamilia Apinae
Tribu Meliponini
Partamona epiphytophila (Pedro & Camargo, 2003)



Familia Colletidae
Subfamilia Colletinae

Anexo 13. Etiquetas utilizadas para el montaje de los taxones de Apoideos.

PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z2 - R	1	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z1 - R	26	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z2 - VS	51	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z3 - VS	76
PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z1 - R	2	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z3 - M	27	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z1 - VS	52	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z3 - R	77
PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z5 - R	3	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z3 - M	28	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z4 - VS	53	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z4 - R	78
PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z5 - R	4	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z3 - M	29	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z3 - VS	54	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z4 - R	79
PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z3 - R	5	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z5 - M	30	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - OCT - VS	55	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z3 - R	80
PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z3 - VS	6	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z2 - M	31	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z2 - VS	56	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z3 - R	81
PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z5 - R	7	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z4 - M	32	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z4 - VS	57	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z4 - R	82
PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z3 - R	8	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z3 - M	33	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C1 - Z4 - VS	58	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z4 - R	83
PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z5 - R	9	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z4 - M	34	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z3 - VS	59		
PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z2 - M	10	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z3 - M	35	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z2 - VS	60		
PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z4 - R	11	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z5 - M	36	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z2 - VS	61		
PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z4 - R	12	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z5 - M	37	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z4 - VS	62		
PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z4 - R	13	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z4 - M	38	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z5 - VS	63		
PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z3 - R	14	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z1 - M	39	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z4 - VS	64		
PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z4 - R	15	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z1 - M	40	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z4 - VS	65		
PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z3 - R	16	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z1 - M	41	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z5 - VS	66		
PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z5 - R	17	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z4 - VS	42	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z3 - VS	67		
PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z3 - R	18	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z4 - M	43	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z4 - VS	68		
PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z1 - R	19	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z2 - M	44	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z5 - VS	69		
PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z3 - R	20	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z4 - M	45	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C2 - Z3 - VS	70		
PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z2 - R	21	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z5 - M	46	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z2 - VS	71		
PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z1 - R	22	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z2 - M	47	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z4 - VS	72		
PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z4 - R	23	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z1 - M	48	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z2 - VS	73		
PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z3 - VS	24	PE:Pasco:Villa Rica 27-SET-2016 D. Aliaga C1 - Z2 - M	49	PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z2 - VS	74		
PE:Pasco:Villa Rica 14-NOV-2016 D. Aliaga C3 - Z2 - R	25	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z4 - VS	50	PE:Pasco:Villa Rica 21-OCT-2016 D. Aliaga C2 - Z2 - VS	75		

Nota: C1, C2 y C3 (Colecta 1, 2 o 3 consecutivamente); Z1, Z2, Z3, Z4 y Z5 (Punto de muestreo 1, 2, 3, 4 o 5 consecutivamente); M (Trampa Malaise), VS (Trampa Van Someren Ryle) y R (red entomológica).

Anexo 14. Trabajo en campo.



Punto de muestreo 1; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.)



Punto de muestreo 2; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.)



Punto de muestreo 3; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.)



Punto de muestreo 4; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.)



Punto de muestreo 5; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.)



Métodos de colecta: Trampa Malaise (1), red entomológica (2) y la trampa Van Someren Ryle (3)



Desarrollando trabajo de colecta

Anexo 15. Trabajo en gabinete.



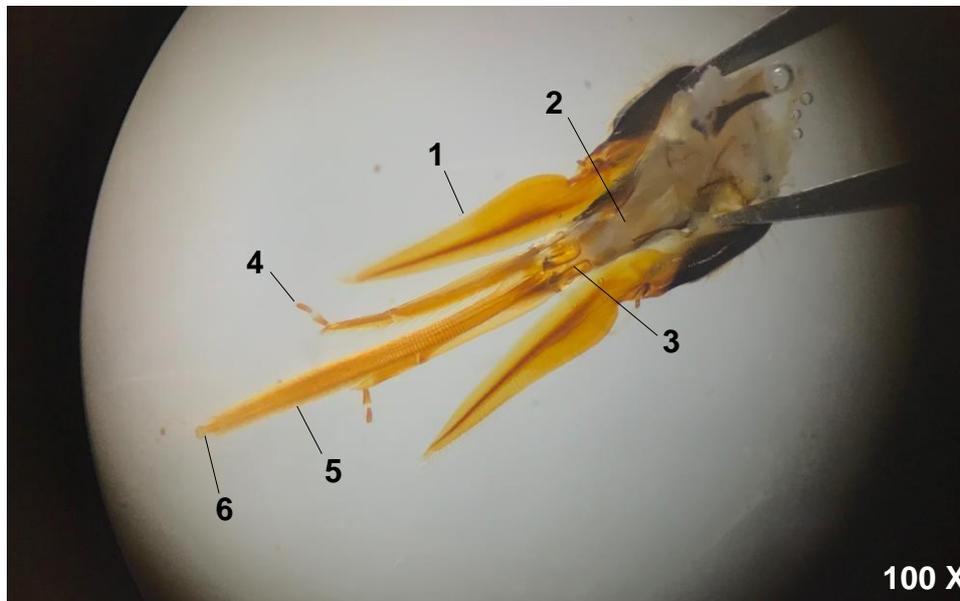
Envases rotulados de cada una de las colectas



Desarrollando trabajo de identificación



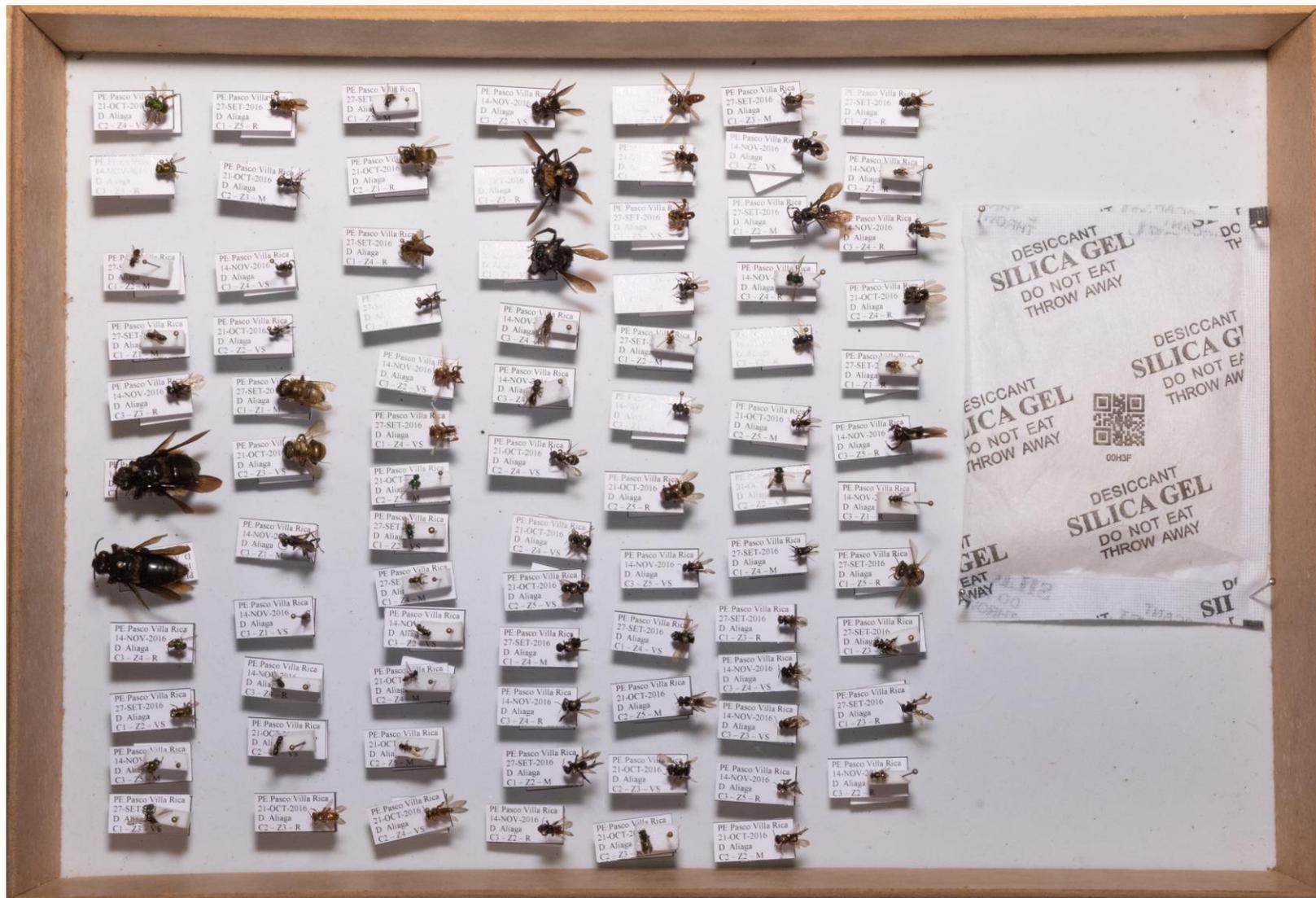
Trabajo de segregación



Piezas bucales (100 X) de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) usadas como herramienta de identificación para las llaves de Fernández y Sharkey (2006).
 Ápice de la glosa puntiagudo; Galea (1), prementón (2), paraglosa (3), palpo labial (4), glosa (5) y flabelo (6)



Montaje de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en cajas Smith



Montaje en caja Smith de los 83 taxones colectados en la finca Santa Rosa.