

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE DOCTORADO EN PRODUCCIÓN VEGETAL Y

ECOSISTEMAS AGROFORESTALES



Valoraciones melitopalínológicas, físico - químicas y sensorial de mieles obtenida por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas de la cuenca del Bajo Mayo - San Martín

Tesis para optar el grado académico de
Doctor en Producción Vegetal y Ecosistemas Agroforestales

AUTOR:

Ing. M. Sc. Javier Ormeño Luna

ASESOR:

Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez

Tarapoto - Perú

2019



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).
Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE DOCTORADO EN PRODUCCIÓN VEGETAL Y

ECOSISTEMAS AGROFORESTALES



Valoraciones melitopalínológicas, físico - químicas y sensorial de mieles obtenida por *Apis mellifera L.* (Hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas de la cuenca del Bajo Mayo - San Martín

Tesis para optar el grado académico de
Doctor en Producción Vegetal y Ecosistemas Agroforestales

AUTOR :

Ing. M. Sc. Javier Ormeño Luna

ASESOR :

Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez

Tarapoto - Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-TARAPOTO

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE DOCTORADO EN PRODUCCIÓN VEGETAL Y

ECOSISTEMAS AGROFORESTALES



Valoraciones melitopalínológicas, físico-químicas y sensorial de mieles obtenida por *Apis mellifera* L. (*Hymenoptera: Apoidea*) en ecosistemas de la cuenca del Bajo Mayo-San Martín

**Tesis para optar el grado académico de
Doctor en Producción Vegetal y Ecosistemas Agroforestales**

AUTOR:

Ing. M. Sc. Javier Ormeño Luna

ASESOR:

Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez

Tarapoto – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-TARAPOTO

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE DOCTORADO EN PRODUCCIÓN VEGETAL Y

ECOSISTEMAS AGROFORESTALES



Valoraciones melitopalínológicas, físico-químicas y sensorial de mieles obtenida por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas de la cuenca del Bajo Mayo-San Martín

AUTOR:

Ing. M. Sc. Javier Ormeño Luna

Sustentada y aprobada el 24 de agosto de 2019 ante el siguiente jurado:

Dra. Alicia Bartra Reátegui
Presidente

Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge
Secretario

Dr. Manuel Padilla Guzmán
Miembro

Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-TARAPOTO
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE DOCTORADO EN PRODUCCIÓN VEGETAL Y
ECOSISTEMAS AGROFORESTALES

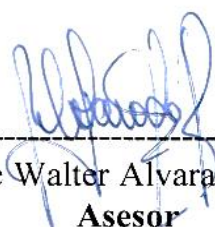


Valoraciones melitopalínológicas, físico-químicas y sensorial de mieles obtenida por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas de la cuenca del Bajo Mayo-San Martín

El suscrito declara que el presente trabajo de tesis es original, en su contenido y forma



Ing. M. Sc. Javier Ormeño Luna
Autor



Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez
Asesor

Declaratoria de autenticidad

JAVIER ORMEÑO LUNA, identificado con DNI N° 01131857 egresado de la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, del Programa de Doctorado de Producción Vegetal y Ecosistemas Agroforestales, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada “**Valoraciones melitopalínológicas, físico-químicas y sensorial de mieles obtenida por *Apis mellifera* L. (*Himenoptera: Apoidea*) en ecosistemas de la cuenca del Bajo Mayo-San Martín**”.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción se ha realizado respetando las citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La información presentada en ésta tesis no ha sido auto plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 24 de agosto de 2019.


.....
Javier Ormeño Luna
DNI N° 01131857



7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.



.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

10 / 10 / 2019



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A mi madre QEPDDG, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor

A mis hijos Tiago Javier, Víctor Dan y Sherliot; gracias por permitirme formar parte de sus vidas, gracias por el amor, pero sobre todo gracias por enseñarme a creer en mí y motivarme a hacer las cosas de la mejor manera; les adoro

A mi esposa Carmen, con mucho amor, por su apoyo desinteresado en mi vida profesional

A mi hermano Ronald y familia; por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

Agradecimiento

AL PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD y PRODUCTIVIDAD (PNICP), INNÓVATE-PERÚ, institución que financió el presente proyecto de tesis doctoral.

A la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias por facilitarnos el Laboratorio de Análisis de Derivados Apícolas (LADA) en la aplicación de métodos de caracterización botánica, protocolos para la corrida de análisis polínico y sensorial del presente proyecto de investigación.

A la Facultad de Ingeniería Agroindustrial por facilitarnos el Laboratorio de Investigación en la aplicación de protocolos para la corrida de análisis físico-químico y microbiológico del presente proyecto de investigación.

Al Ing. Mg. Nelson García Garay, por su colaboración en el análisis microbiológico de miel.

A los estudiantes de las asignaturas de Apicultura y Sistema de Información Geográfica, Escuela Profesional de Agronomía, por el gran apoyo en trabajos de campo y de laboratorio.

Al Ing. Fernando Michel Tuesta Chichipe, por su colaboración en la georreferenciación de especies de flora apícola de las localidades en estudio.

A los Sres. Bilder Lozano Sánchez y Wilder Ruiz Panduro, apicultores de las Localidades de Zapatero y Lamas, al Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Nor Oriental de la Selva”, quienes facilitaron sus colmenares para la colecta de muestras botánicas, polen y miel; así mismo se realizaron las evaluaciones sobre el comportamiento del *Apis mellifera* L, en relación a la flora apícola.

Índice general

Dedicatoria.....	vii
Agradecimiento	viii
Índice general	ix
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xv
Índice de anexos	xxi
Lista de siglas y abreviaturas.....	xxii
Glosario de términos.....	xxiv
Resumen	xxvii
Abstract.....	xxviii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I	5
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1. Marco de antecedentes	5
1.1.2. Antecedentes sobre análisis de miel y polen corbicular	5
1.1.3. Sobre origen botánico, valoración química de polen corbicular y miel	5
1.1.4. Sobre calidad físico-química y sensorial de miel	7
1.1.5. Aspectos generales de apicultura	9
1.1.6. Clasificación de la miel.....	13
1.1.7. Proceso de obtención de miel	14
1.1.8. Composición físico-química de la miel.....	15
1.1.9. Taxonomía y distribución de las abejas	18
1.1.10. Especies de abejas.....	19
1.1.11. Proceso de africanización	20
1.1.12. Anatomía y fisiología de la abeja melífera	21
1.1.13. Relaciones entre plantas y abejas.....	28
1.1.14. Importancia del patrón palinológico en el control de calidad de la miel de abeja	29
1.1.15. El grano de polen	30
1.1.16. Colecta de polen.....	33
1.1.17. El papel de las abejas en la polinización de cultivos	36
1.1.18. Caracteres bromatológicos del polen de abeja.....	37
1.1.19. Caracterización del polen	37

1.1.20. Factores que determinan la calidad de miel.....	38
1.1.21. Parámetros físico-químico de miel producido por <i>Apis mellifera</i>	40
1.1.22. Ecología microbiana.....	45
1.1.23. Flora apícola.....	46
1.1.24. Factores climáticos que afectan la flora apícola.....	51
1.1.25. Fenología floral apibotánica.....	51
1.1.26. Origen del suelo, fisiografía, vegetación y uso actual de la tierra.....	53
CAPÍTULO II.....	57
MATERIAL Y MÉTODOS.....	57
2.1. Material.....	57
2.2. Metodología de investigación.....	59
2.3. Diseño de investigación.....	73
CAPÍTULO III.....	81
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	81
3.1. Agrupamiento de cúmulos de polen corbicular procedentes de las localidades en estudio según la Guía Universal de Color Pantone.....	81
3.2. Variación por tonalidades según la Escala Internacional de Colores para miel.....	104
3.3. Valoraciones mellitopalinológicas.....	107
3.4. Análisis cluster sobre relaciones entre muestras de polen corbicular y miel de las localidades en estudio.....	115
3.5. Valoraciones físico-químico de miel:.....	123
3.6. Relación de transmitancia.....	142
3.7. Análisis de Componentes Principales.....	149
3.8. Valorización sensorial de muestras de miel.....	151
3.9. Características microbiológicas.....	153
3.10. Calendario floralapícola.....	153
3.11. Discusión.....	165
CONCLUSIONES.....	205
RECOMENDACIONES.....	208
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	209
A N E X O S.....	222

Índice de tablas

Tabla 1. Consumo per cápita según país y regiones 2007	12
Tabla 2. Distribución de la producción de miel en diferentes zonas del Perú	13
Tabla 3. Contenido de ácidos orgánicos en la miel	15
Tabla 4. Constituyentes principales y menores de la miel	16
Tabla 5. Composición de la miel de <i>Apis mellifera</i>	17
Tabla 6. Especificaciones fisicoquímicas de la miel de abeja indicadas en la Norma Técnica Peruana (NTP - 209.168-1999).	39
Tabla 7. Determinación de calidad de miel según CODEX ALIMENTARIUS	40
Tabla 8. Clasificación de la flora apícola	48
Tabla 9. Función de las especies vegetales en apicultura de Campo Verde, Ucayali	49
Tabla 10. Valor de importancia de la flora apícola de Campo Verde	49
Tabla 11. Localización y origen de las muestras incluidas en el estudio	57
Tabla 12. Comportamiento climático distrito de Lamas, años 2015-2016	58
Tabla 13. Comportamiento climático distrito de Zapatero, años 2015-2016	58
Tabla 14. Comportamiento climático distrito Banda de Shilcayo, años 2015-2016	58
Tabla 15. Comportamiento climático distrito Juan Guerra años 2015-2016	58
Tabla 16. Preparación de medios de concentración estándar	69
Tabla 17. Lista de muestras de polen corbicular de Localidades de Zapatero y Banda de Shilcayo	75
Tabla 18. Listado de muestras de miel de Localidades de Zapatero y Banda de Shilcayo	76
Tabla 19. Lista de muestras de polen corbicular de Localidades de Lamas, Juan Guerra y Las Palmas	76
Tabla 20. Listado de muestras de miel de Localidades de Lamas, Juan Guerra y Las Palmas	76
Tabla 21. Fases de floración	80
Tabla 22. Categoría de clasificación de coberturas naturales e introducidas	80
Tabla 23. Taxones encontrados en los cúmulos de polen corbicular de la Localidad de Zapatero	89
Tabla 24. Taxones encontrados en los cúmulos de polen corbicular de la Localidad Banda Shilcayo	93
Tabla 25. Taxones encontrados en los cúmulos de polen corbicular de la	

Localidad Lamas	97
Tabla 26. Taxones encontrados en los cúmulos de polen corbicular de la Localidad Juan Guerra	101
Tabla 27. Taxones encontrados en los cúmulos de polen corbicular de la Localidad Las Palmas	104
Tabla 28. Escala internacional de colores para mieles (en mm Pfund)	105
Tabla 29. Índice de cromaticidad para mieles de las Palmas	106
Tabla 30. Índice de cromaticidad para mieles del distrito de Juan Guerra	106
Tabla 31. Índice de cromaticidad para mieles del distrito de Zapatero	106
Tabla 32. Índice de cromaticidad para mieles del distrito de Lamas	106
Tabla 33. Índice de cromaticidad para mieles del distrito de Banda de Shilcayo	107
Tabla 34. Taxones encontrados en muestras de miel y polen corbicular de las localidades de Zapatero y Banda Shilcayo	110
Tabla 35. Taxones encontrados en muestras de miel y polen corbicular de las localidades de Lamas, Juan Guerra y Las Palmas	114
Tabla 36. Dispersión de pH en muestras de miel de las localidades	123
Tabla 37. Dispersión de conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{Cm}$) en muestras de miel de las localidades	123
Tabla 38. ANOVA del pH en muestras de miel del Bajo Mayo	124
Tabla 39. ANOVA de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{Cm}$) en muestras de miel del Bajo Mayo	124
Tabla 40. Dispersión de actividad de agua (%) en muestras de miel de las localidades	125
Tabla 41. ANOVA de actividad de agua (%) en muestras de miel del Bajo Mayo	126
Tabla 42. Dispersión de actividad diastásica ($^{\circ}\text{Gothe}$) en muestras de miel	127
Tabla 43. Dispersión de índice de refracción en muestras de miel	128
Tabla 44. Dispersión del contenido de sólidos totales ($^{\circ}\text{Brix}$) en muestras de miel	129
Tabla 45. ANOVA del contenido de sólidos totales ($^{\circ}\text{Brix}$) en muestras de miel del Bajo Mayo	129
Tabla 46. Dispersión del contenido de acidez total (meq/Kg) en muestras de miel	130
Tabla 47. ANOVA del contenido de acidez total (meq/Kg) en muestras de	

miel del Bajo Mayo	131
Tabla 48. ANOVA del contenido de cenizas (%) en muestras de miel del Bajo Mayo	132
Tabla 49. Dispersión del contenido de cenizas (%) en muestras de miel	132
Tabla 50. Dispersión del contenido de humedad (%) en muestras de miel	133
Tabla 51. ANOVA del contenido de humedad (%) en muestras de miel del Bajo Mayo	134
Tabla 52. Dispersión de la densidad (Kg/L) en muestras de miel	135
Tabla 53. Dispersión del contenido de HMF (mg/Kg) en muestras de miel	136
Tabla 54. Dispersión del contenido de HMF (mg/Kg) en muestras de miel	136
Tabla 55. Dispersión del contenido de fructosa (%) en muestras de miel	137
Tabla 56. ANOVA del contenido de fructosa (%) en muestras de miel del Bajo Mayo	138
Tabla 57. Dispersión del contenido de glucosa (%) en muestras de miel	139
Tabla 58. ANOVA del contenido de glucosa (%) en muestras de miel del Bajo Mayo	139
Tabla 59. Dispersión del contenido de sacarosa (%) en muestras de miel	140
Tabla 60. ANOVA del contenido de sacarosa (%) en muestras de miel del Bajo Mayo	141
Tabla 61. Resultado de análisis microbiológico de muestras de las localidades en estudio	153
Tabla 62. Calendario fenológico de especies de flora apícola de la localidad de Juan Guerra	154
Tabla 63. Calendario fenológico de especies de flora apícola de la localidad Banda de Shilcayo	155
Tabla 64. Calendario fenológico de especies de flora apícola de la localidad de Lamas	157
Tabla 65. Calendario fenológico de especies de flora apícola de la localidad de Las Palmas	160
Tabla 66. Calendario fenológico de especies de flora apícola de la localidad de Zapatero	162
Tabla 67. Porcentaje de agua y relación con grados Brix de la miel de abeja <i>Apis mellifera L</i>	185
Tabla 68. Reporte global de análisis de azúcares reductores de miel de	

<i>Apis mellifera</i> L, del Bajo Mayo y Bajo Huallaga	186
Tabla 69. Caracteres sensoriales de mieesl del Bajo Mayo, San Martín	189
Tabla 70. Registro de asociaciones de apicultores en la Región San Martín	197

Índice de figuras

Figura 1. Cabeza / 2. Estigmas o espiráculos / 3. Alas / 4a. Primer par de patas / 4b. Segundo par de patas / 4c. Tercer par de patas / 5. Tórax / 6. Abdomen / 7. Pelos limpiadores antena / 8. Prensa polen.	22
Figura 2. Parte externa de la cabeza.	23
Figura 3. Detalle de un ocelo.	23
Figura 4. Detalle de la sección transversal de un omatidio.	24
Figura 5. Detalle de antena.	25
Figura 6. Detalle del aparato bucal.	25
Figura 7. Detalles de las patas anterior y posterior.	27
Figura 8. Alas articuladas al tórax.	28
Figura 9. Desarrollo del polen. Microsporogénesis y microgametogénesis	30
Figura 10. Representaciones de la vista polar, ecuatorial y otras formas del polen	31
Figura 11. Polaridad y simetría de tipos polínicos.	32
Figura 12. Estratificación de la pared polínica.	33
Figura 13. Flujograma para la colecta y procesado de polen en laboratorio	35
Figura 14. Flujograma para el acondicionamiento de muestras de miel en laboratorio.	36
Figura 15. Locus del espacio de color tricromático CIE (1931)	45
Figura 16. Afloramiento masivo de areniscas cuarzosas. Proximidades de Lamas. IQ-2007. Fuente: Estudio Geología y Morfología del Bajo Mayo 2007, Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo	54
Figura 17. Llanura de inundación del río Cumbaza que se distribuye desde Juan Guerra hasta Morales. Imagen SPOT-1998 secc. VIII. Fuente: Estudio Geología y Morfología del Bajo Mayo 2007, Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo.	55
Figura 18. A. Colocado de trampas caza-polen, B. Cosecha de polen y C. Secado de polen corbicular	60
Figura 19. A. Evaluando celdas con miel. B. Panal con miel en buen estado de madurez para la cosecha. Foto: Javier Ormeño, investigador apícola 2016	60
Figura 20. Ubicación geográfica de las provincias de San Martín y Lamas, que incluye a las localidades de Zapatero, Lamas, Banda de Shiclayo,	

Las Palmas y Juan Guerra. Elaboración: Javier Ormeño.	61
Figura 21. Preparado de la solución estándar	68
Figura 22. Preparación de las muestras para la corrida en HPLC	69
Figura 23. Procesamiento y separación por tonalidades de muestras de polen Corbicular	75
Figura 24. Diseño del método aplicado cuando el colmenar estaba rodeado de vegetación	77
Figura 25. Diseño del método utilizado cuando el área de vegetación se focalizaba en un solo lugar	78
Figura 26. Cúmulos de polen agrupados por diferentes tonalidades de la localidad de Zapatero	82
Figura 27. Cúmulos de polen agrupados por tonalidades de la localidad Banda de Shilcayo	83
Figura 28. Cúmulos de polen agrupados por tonalidades de la localidad de Lamas	84
Figura 29. Cúmulos de polen agrupados por tonalidades de la localidad de Juan Guerra	85
Figura 30. Cúmulos de polen agrupados por tonalidades de la localidad de Las Palmas	86
Figura 31. Taxones predominantes en las muestras de polen corbicular de la localidad de Zapatero	88
Figura 32. Taxones predominantes en las muestras de polen corbicular de la localidad Banda Shilcayo	92
Figura 33. Taxones predominantes en las muestras de polen corbicular de la localidad de Lamas	96
Figura 34. Taxones predominantes en las muestras de polen corbicular de Localidad de Juan Guerra	100
Figura 35. Taxones predominantes en las muestras de polen corbicular de la localidad Las Palmas	103
Figura 36. Tonalidad de miel, ámbar de Banda de Shilcayo	105
Figura 37. Tonalidad blanco de Zapatero	105
Figura 38. Tonalidad ámbar extra claro de Lamas y ámbar oscuro de Las Palmas y Juan Guerra	105
Figura 39. Porcentajes de taxones identificados en la muestra de miel de la Localidad de Zapatero	108

Figura 40. Porcentajes de taxones identificados en muestra de miel Localidad Banda de Shilcayo	109
Figura 41. Porcentajes de taxones identificados en la muestra de miel de la Localidad de Lamas	111
Figura 42. Porcentajes de taxones identificados en la muestra de miel de la Localidad de Juan Guerra	112
Figura 43. Porcentajes de taxones identificados en la muestra de miel de la Localidad Las Palmas	113
Figura 44. Similitud entre muestras de miel de las localidades de Zapatero (M056) y Banda de Shilcayo (M057)	115
Figura 45. Similitud entre las muestras de polen corbicular de las localidades de Zapatero y Banda Shilcayo	116
Figura 46. Similitud entre muestras de miel y polen corbicular de la localidad de Zapatero	117
Figura 47. Similitud entre muestras de miel y polen corbicular de la localidad de Banda Shilcayo	118
Figura 48. Similitud entre muestras de polen corbicular y miel (M085) de la localidad de Lamas	119
Figura 49. Similitud entre muestras de polen corbicular y miel (M083) de la localidad de Juan Guerra	119
Figura 50. Similitud entre muestras de polen corbicular y miel (M083) de la localidad de Las Palmas	120
Figura 51. Similitud entre muestras de miel de las localidades Lamas, Juan Guerra y Las Palmas	120
Figura 52. Similitud entre muestras de polen corbicular de las localidades de Lamas, Juan Guerra y Las Palmas	122
Figura 53. Prueba de tukey para medias de pH ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar	124
Figura 54. Prueba de tukey para medias de CE ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar	125
Figura 55. Prueba de tukey para medias de actividad de agua ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el	

promedio \pm el desvío estándar	126
Figura 56. Prueba de tukey para medias de actividad diastásica ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar	127
Figura 57. Prueba de tukey para medias de índice de refracción ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar	128
Figura 58. Prueba de tukey para medias del contenido de sólidos totales ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar	130
Figura 59. Prueba de tukey para contenido de acidez total ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar	131
Figura 60. Prueba de tukey para contenido de cenizas ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar	133
Figura 61. Prueba de tukey para contenido de humedad ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar	134
Figura 62. Prueba de tukey para densidad ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar	135
Figura 63. Prueba de tukey para contenido de hidroximetilfurfural ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.	137
Figura 64. Prueba de tukey para contenido de fructosa ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar	138
Figura 65. Prueba de tukey para contenido de glucosa ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio	

± el desvío estándar.	140
Figura 66. Prueba de tukey para contenido de sacarosa ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio ± el desvío estándar	142
Figura 67. Curva típica de longitud de onda en función de la transmitancia para mieles de la Banda de Shilcayo	143
Figura 68. Curva típica de longitud de onda en función de la transmitancia para mieles de las Palmas	144
Figura 69. Curva típica de longitud de onda en función de la transmitancia para mieles de Juan Guerra.	145
Figura 70. Curva típica de longitud de onda en función de la transmitancia para mieles de Zapatero	146
Figura 71. Curva típica de longitud de onda en función de la transmitancia para mieles de Lamas	147
Figura 72. Curva típica de longitud de onda en función de la transmitancia para mieles de San Antonio de rio Mayo	148
Figura 73. Curva típica de longitud de onda en función de transmitancia para mieles de seis localidades en estudio	149
Figura 74. Proyección factorial (1x2) de los análisis físico-químico en la clasificación de las mieles del Bajo Mayo	150
Figura 75. Gráfica de las variables activas estudiadas 1	151
Figura 76. Perfilación sensorial de miel (<i>Apis mellifera</i>) localidad de Zapatero	151
Figura 77. Perfilación sensorial de miel (<i>Apis mellifera</i>) localidad de Lamas	152
Figura 78. Perfilación sensorial de miel (<i>Apis mellifera</i>) localidad de Juan Guerra	152
Figura 79. Perfilación sensorial de miel (<i>Apis mellifera</i>) localidad de Las Palmas	152
Figura 80. Perfilación sensorial de miel (<i>Apis mellifera</i>) localidad Banda de Shilcayo	152
Figura 81: Miel clara de Las Palmas; miel roja procedente de la Banda de Shilcayo	167
Figura 82. Curva de producción de polen en la Localidad Banda de Shilcayo, año 2016	172
Figura 83. Curva de producción de polen en la Localidad de Zapatero,	

año 2016	172
Figura 84. Curva de producción de polen en la Localidad de Lamas, año 2016	175
Figura 85. Curva de producción de polen en la Localidad de Juan Guerra	
año 2016	176

Índice de anexos

Anexo 1. Conversión de grados brix (Brix) a índice de refracción.	223
Anexo 2. Determinación del contenido de humedad	224
Anexo 3. Especies georeferenciadas en colmenares del distrito Banda de Shicayo	225
Anexo 4. Especies georeferenciadas en colmenares del distrito de Juan Guerra	226
Anexo 5. Especies georeferenciadas en colmenares de la localidad de Lamas	227
Anexo 6. Especies georeferenciadas en colmenares de la localidad de Zapatero	228
Anexo 7. ANOVA de actividad diastásica (Gothe) en muestras de miel del Bajo Mayo	229
Anexo 8. ANOVA sobre índice de refracción (IR) en muestras de miel del Bajo Mayo	229
Anexo 9. Flora apícola con especies representativas del Bajo Mayo	230
Anexo 10. Flora apícola con especies representativas del Bajo Mayo	231
Anexo 11. Pólenes contenidos en muestras de miel del Bajo Mayo	232
Anexo 12. Formato para elaboración de calendario floral apícola	233
Anexo 13. Formato para el registro quincenal de datos fenológicos	234
Anexo 14. Tiempo de retención contenido de azúcares en miel localidad de Zapatero	234
Anexo 15. Tiempo de retención contenido de azúcares miel localidad de Juan Guerra	234
Anexo 16. Tiempo de retención contenido azúcares miel localidad Banda Shilcayo	235
Anexo 17. Tiempo de retención del contenido azúcares miel localidad de Lamas	235
Anexo 18. Tiempo de retención del contenido azúcares miel localidad Las Palmas	236
Anexo 19. Análisis de suelos en el entorno del colmenar del Instituto de Educación Superior Tecnológico “Nor Oriental de la Selva”, distrito Banda de Shicayo	237
Anexo 20. Análisis de suelos en el entorno del colmenar del distrito de Juan Guerra	238
Anexo 21. Análisis de suelos en el entorno del colmenar de la localidad Las Palmas	239
Anexo 22. Análisis de suelos en el entorno del colmenar localidad de Lamas, sector Pucucu	240
Anexo 23. Análisis de suelos en el entorno del colmenar del distrito de Zapatero	241

Lista de siglas y abreviaturas

ANOVA: Análisis de varianza.

a_w: Actividad de agua.

APIRSAM: Asociación de Apicultores de San Martín.

ATP: Adenosin Trifosfato

bmh-PM: Bosque muy húmedo pre montano.

bh-PM: Bosque húmedo pre montano tropical.

bs-MB: Bosque seco montano bajo.

bs-T: Bosque seco tropical.

bh-MB: Bosque húmedo montano bajo.

bmh-MB: Bosque muy húmedo montano bajo

Ca: Calcio

CE: Conductividad eléctrica

CENAGRO: Censo Nacional Agropecuario

CODEX ALIMENTARIUS: Código Alimentario

Cl: Cloro

CO₂: Dióxido de carbono

CUCBA: Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (Universidad de Guadalajara)

Cu: Cobre

CV: Coeficiente de variación.

DOBG: Denominación de Origen Botánico y Geográfico.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FCA: Facultad de Ciencias Agrarias

Fe: Hierro

GPS: Sistema de Posicionamiento Global.

HMF: Hidroxi metil furfural.

IC: Índice de cromaticidad.

IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

ICH: Comisión Internacional de la Miel.

INDECOPI: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y la Propiedad Intelectual.

INIA: Instituto Nacional de Innovación Agraria.

IUCN: International Union for the Conservation of Nature

K: Potasio

LDc: Longitud de onda complementaria

LDm: Longitud de onda dominante

MAGRAMA: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino-España

Mg: Magnesio

Mn: Manganeseo

MINAGRI: Ministerio de Agricultura y Riego

MINAM: Ministerio del Ambiente

Na: Sodio

NTP: Norma Técnica Peruana.

ONERN: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.

PCA: Análisis de Componentes Principales.

PLS-PATH: Combinación de características de Análisis de Componentes Principales (PCA) y Análisis de Regresión Múltiple (ARM), es un tipo de modelamiento factorial para clasificación de mieles.

PNICP: Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad.

UFC/g: Unidades Formadoras de Colonias/gramo de contenido de miel.

UTM: Universal Transversal Mercator.

VRB: Agar Bilis Rojo Cristal Violeta.

Glosario de términos

Análisis polínico: Protocolo de laboratorio para identificar las especies polínicas contenidas en la miel madura.

Análisis sensorial: Se define, como una ciencia multidisciplinaria en la que el instrumento de medición es el ser humano, utilizando los sentidos de vista, olfato, gusto, tacto y oído, para evocar, medir, analizar e interpretar, tanto características como aceptabilidad de un producto en particular, ejemplo mieles de abejas africanizadas.

Color: Es una propiedad óptica de la miel que resulta de los diversos grados de absorción de luz de ciertos pigmentos y otras sustancias desconocidas que se encuentran en la miel. El color de las mieles se debe a las materias pigmentarias como el caroteno y xantofilas. Sin duda, en el origen también hay polifenoles del tipo de los flavonoles.

Conductividad eléctrica: Se refiere al contenido de sales en la miel, pues los elementos minerales que provienen de la savia se filtran en los nectarios y aparecen en el néctar en forma de iones metálicos (cobre, hierro, magnesio, manganeso), carbonatos, fosfatos, silicatos o sulfatos. La conductividad es un dato útil para diferenciar mieles, observándose que las mieles florales tienen valores entre 100 y 700 $\mu\text{S}/\text{Cm}$.

Control de calidad: Constituye la aplicación de las Buenas Prácticas de Manejo Apícola, para los productos derivados; desde la manipulación en el colmenar, la recolección, almacenamiento, elaboración y presentación final, con el fin de entregar un producto seguro y confiable al consumidor.

Cromóforo: Parte de la molécula responsable de la absorción de longitudes de onda dentro del rango visible, que determina longitudes de onda reflejadas y así el color del objeto. El color percibido por el ojo humano es aquel correspondiente con las longitudes de onda no absorbidas por un objeto al ser iluminado, es decir, el color se debe a la radiación electromagnética reflejada o transmitida.

Densidad: Es la relación entre la masa y su unidad de volumen de una sustancia. En la miel puede medirse pesando un volumen conocido de muestra contenido en un picnómetro o utilizando un hidrómetro calibrado. Debe tenerse en cuenta que el valor de la densidad depende del contenido de agua de la muestras y de la temperatura a la cual se lleva a cabo la medición. La densidad de la miel a 20°C varía entre 1,39 y 1,44 dependiendo del tipo de miel.

Extracción de polen: Se obtiene mediante la utilización de trampas especiales que permiten el paso del 20% de polen para el consumo de la colonia, la colecta es para beneficio del ser humano.

Frecuencia: Es la existencia o falta de una especie en determinada sub-parcela. La frecuencia proporciona una idea aproximada de la homogeneidad del bosque (Rojas, 2002).

Hidroxi metil furfural (HMF): Es la formación de un aldehído y furano; compuestos que resultan por la degradación de los azúcares en la miel, fructuosa y glucosa, particularmente por la deshidratación de la fructuosa. El contenido de HMF se expresa en mg/kg de miel.

Índice de refracción: Es la propiedad que presentan las sustancias al desviar los rayos de luz que las atraviesan. Si la sustancia está en solución, su índice de refracción varía entre el solvente y el soluto; por esta razón, en el caso de las mieles; el contenido de agua está en función inversa a su índice de refracción, lo cual permite una determinación rápida y precisa de su humedad.

Melisopalinología: Ciencia palinológica que estudia los granos de polen contenidos en la miel, el cual permite determinar su origen botánico, su clasificación como unifloral o multifloral y su procedencia geográfica.

Miel: Según el Codex Stan 12-1981; se entiende por miel la sustancia dulce natural producida por abejas *Apis mellifera* L, a partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas éstas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje.

Miel de flores o miel de néctar: Es la miel que procede del néctar de las plantas.

Miel unifloral o monofloral: Miel en la que predomina el néctar de una sola especie botánica (> 45% del total de granos contados).

Miel multifloral o polifloral o milfloral: Miel que proviene de la miel de néctar de distintas especies botánicas.

Nanómetro (nm): Es la unidad de longitud que equivale a una mil millonésima parte de un metro ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) o a la millonésima parte de un milímetro. Comúnmente se utiliza para medir la longitud de onda de la radiación ultravioleta, radiación infrarroja y la luz. El símbolo del nanómetro es nm.

Palinología: Es la ciencia que estudia el polen y las esporas. En un principio se desarrolló auxiliar de la geología, pero poco a poco fue independizándose para cobrar una entidad

propia y ser aplicada a la descripción de plantas, ya que la morfología del polen es un carácter fijo para cada especie vegetal, fácilmente accesible para quien lo estudie a través de técnicas de microscopía óptica y electrónica.

Pigmentos: Son los responsables del color de las mieles. Se han identificado dos fracciones: hidrosoluble y liposolubles. En las mieles claras domina la fracción liposoluble y en las oscuras la hidrosoluble. En la fracción liposoluble se han encontrado carotenoides, mientras que en las hidrosolubles compuestos polifenólicos cuya oxidación da lugar a compuestos de tonos oscuros.

Polen dominante: Según la escala Louveaux, considera cuando en la muestra colectada existe mayor a 45 % del total de granos contabilizados (D: $f > 45\%$ del total de granos contados).

Polen acompañante o secundario: Cuando en la muestra colectada existe de 16 a 45% del total de granos contabilizados (A o S: $16\% < f < 45\%$).

Polen aislado importante o de menor importancia: Cuando en la muestra colectada existe de 3 a 15% del total de granos contabilizados (I o M: $3\% < f < 15\%$).

Polen aislado raro o trazas: Cuando en la muestra colectada existe del 1 al 3% del total de granos contabilizados (R o T: $1\% < f < 3\%$).

Polen corbicular: Gameto masculino producido por las flores de interés apícola colectado por las abejas y transportados en las patas traseras (corbículas) hacia las colmenas y antes de que ingresen son recogidas por trampas especiales.

Polinización: Es la fecundación de las flores que se realiza cuando el polen pasa del estambre (que es el órgano masculino), al pistilo (órgano femenino) de las flores.

Transmitancia: Se define como la cantidad de energía que atraviesa un cuerpo en determinada cantidad de tiempo. Existen varios tipos de transmitancia, dependiendo de qué tipo de energía consideremos. La transmitancia óptica se refiere a la cantidad de luz que atraviesa un cuerpo, en una determinada longitud de onda. Cuando un haz de luz incide sobre un cuerpo traslúcido, una parte de esa luz es absorbida por el mismo y otra fracción de ese haz de luz atravesará el cuerpo, según su transmitancia; normalmente es expresada en porcentaje (%)

Resumen

La investigación tuvo como objetivo la valorización melisopalinológica, físico-química, sensorial de miel y contenido polínico obtenido por *Apis mellifera*, en base a oferta floral de cinco pisos altitudinales de la cuenca del río Mayo, San Martín durante los años 2015, 2016 y 2017. El análisis melisopalinológico refiere la metodología de Louveaux y acetólisis de Erdtman para identificación a nivel de familia de granos de polen; el color de mieles mediante índice de cromaticidad, azúcares reductores por cromatografía líquida. Según el origen geográfico y botánico se caracterizaron cinco grupos de miel: Lamas multiflora, con predominancia de *Pouteria sp*, (32,17%), *Faboideae* (14,1%), *Moracea-Urticaceae* (13,7%), y *Solanaceae* (10,33%), Juan Guerra, monoflora, con predominancia de *Poaceae* (45,36%), *Escalloniaceae* (32%) y *Vitaceae* (12%), Las Palmas, multiflora, con predominancia de *Vitaceae* (32,33%), *Anacardium sp*, (23,50%) y *Poaceae* (16,33%), Zapatero, biflora, con predominancia de los taxones *Urticaceae* y *Moraceae* (87,83%) y Banda de Shilcayo, multiflora, donde predominan *Solanaceae* con 40,42% y *Arecaceae* con 10,33%, caracteres que se atribuyen a condiciones de *bs-T* y *bh-PM* influenciado por el clima y aporte en el néctar de pequeñas cantidades de pigmentos. Las valoraciones físico-química de humedad (16 a 23%), actividad diastásica, hidroximetilfurfural, y azúcares califican mieles frescas y no presentan cristalización defectuosa; los valores de conductividad eléctrica, cenizas, actividad de agua (0,53 a 0,64%) y pH (3,49 a 4,08) indican mieles de origen floral, estable y de bajo riesgo sanitario. Sobre análisis sensorial, contiene de tres a más sabores que varían conforme el origen floral y zona de vida.

Palabras clave: Cromatografía líquida, melisopalinología, hidroximetilfurfural, monoflora, multiflora

Abstract

The objective of the research was the melisopalinological, physical-chemical, sensory evaluation of honey and pollen content obtained by *Apis mellifera*, based on the floral supply of five altitudinal floors of the Mayo river basin, San Martín during the years 2015, 2016 and 2017. The melisopalinological analysis refers to the methodology of Louveaux and Erdtman acetolysis for identification at the family level of pollen grains; the color of honey by means of chromaticity index, reducing sugars by liquid chromatography. According to the geographical and botanical origin, five groups of honey were characterized: Lamas multi-floral, with predominance of *Pouteria sp.* (32,17%), *Faboideae* (14,1%), *Moracea-Urticaceae* (13,7%), and *Solanaceae* (10,33%), Juan Guerra, mono-floral, with predominance of *Poaceae* (45,36%), *Escalloniaceae* (32%) and *Vitaceae* (12%), Las Palmas, multi-floral, with predominance of *Vitaceae* (32,33%), *Anacardium sp.* (23,50%) and *Poaceae* (16,33%), Zapatero, bifloral, with predominance of the taxa *Urticaceae* and *Moraceae* (87,83%) and Band of Shilcayo, multi-floral, where predominates *Solanaceae* with 40,42 % and *Arecaceae* with 10,33%, characters that are attributed to conditions of bs-T and bh-PM influenced by climate and contribution in the nectar of small amounts of pigments. The physical-chemical assessments of humidity (16 to 23%), diastase activity, hydroxymethylfurfural, and sugars qualify fresh honeys and do not show defective crystallization; the values of electrical conductivity, ash, water activity (0,53 to 0,64%) and pH (3,49 to 4,08) indicate honeys of floral origin, stable and of low sanitary risk. On sensory analysis, it contains three to more flavors that vary according to the floral origin and life zone.

Keywords: Liquid chromatography, melisopalinology, hydroxymethylfurfural, mono-floral, multi-floral.



Introduccion

La crisis ambiental en la que actualmente se encuentra la humanidad proviene, por un lado, del desconocimiento de una parte de la realidad y por otro, del manejo que de esta incompleta realidad hace el hombre, basándose sólo en intereses puestos a corto plazo. De ahí la necesidad de integrar nuevas variables, fundamentalmente de carácter ambiental y de introducir preocupaciones a mediano y a largo plazo. Los sectores agrícolas, cultivos, ganadería, pesca, acuicultura y actividad forestal, poseen características únicas que los sitúan en el centro de los esfuerzos mundiales encaminados a la adaptación al cambio climático. En primer lugar, la agricultura es esencial para el suministro de alimentos y por consiguiente, para satisfacer las necesidades más básicas del ser humano. Además, la producción de alimentos depende directamente de los recursos naturales (biodiversidad, tierra, vegetación, temperatura, precipitaciones y luz solar) que, a su vez, están íntima e indisolublemente relacionados con el clima y las condiciones meteorológicas (FAO, 2016). Dentro de los ecosistemas más vulnerables o frágiles a los cambios que pueda provocar el hombre u otros agentes naturales, se encuentran los bosques. En éstos existe una gran diversidad de plantas, algunas registradas en catálogos y estudios realizados por especialistas y otras que tal vez sean desconocidas por el hombre o poco estudiadas, sin llegar a constatar la verdadera importancia que tienen las mismas para el desarrollo de la humanidad.

Conocer en parte la diversidad vegetal de este territorio montañoso y con presencia de bosques secundarios, aportará resultados útiles, no solo para el dominio por parte de los especialistas y pobladores en sentido general, sino que desde el punto de vista conservacionistas los resultados serán de interés, tomando en consideración que en la medida que se conozca cada una de estas especies, el verdadero lugar que les corresponda en la escala evolutiva, la importancia que tienen para el hombre, así como su papel en el ecosistema, se podrá llevar a cabo el uso sostenible de toda la biodiversidad que comprenden las zonas de vida.

Por ello, se hace necesario trabajar en el cambio de la ética ambiental, que proporcione una nueva racionalidad ecológica y posibilite a las comunidades y entidades educacionales interactuar adecuadamente con la naturaleza, basado en los principios del cuidado y respeto por la misma, donde el hombre no se considere la especie más importante, sino una

más que tiene la responsabilidad y la obligación de contribuir al cuidado y conservación de las restantes.

Una de las más destacadas funciones de la flora es brindar alimento al hombre y los animales, entre ella se encuentra la flora melífera. Ésta además de alimentar las abejas, sirve de materia prima para la producción de valiosísimos productos industriales y alimenticios, esto son los productos apícolas.

La abeja de la tierra se encuentra en la categoría de “especies de alto valor económico esperado” (IUCN, 1978), sin embargo, a pesar de elaborar miel y cera de alta calidad no viene siendo explotada comercialmente hasta ahora. Los habitantes de nuestra Amazonía, desde los aborígenes hasta la actualidad, la utilizaban como fuente adicional de alimentos y remedios caseros, según los campesinos la miel es de muy buen paladar y se ha demostrado también por la ciencia que tiene un “alto valor nutritivo”. Según la clasificación de Holdridge, de acuerdo a estudios realizados por la ONERN entre los años 1982 y 1984, señala que en la Región San Martín el 75% del territorio corresponde a zonas de bosques húmedos y pluviales con pisos premontanos, montano bajo y montanos, seguido de los bosques secos basal y premontano (15,5%). La intervención del hombre se ha centrado en mayor proporción en todos los tipos de bosques secos afectando el 86% de ellos, especialmente los de nivel premontano que casi han desaparecido (95%). Los bosques montanos en general fueron afectados aproximadamente en un 21%. El clima es predominantemente cálido y húmedo, con una estación sin lluvias que corresponde al invierno austral. La irregular fisiografía de la región muestra como resultado un clima heterogéneo, que varía principalmente con la altitud y la época del año. De acuerdo a las zonas de vida donde se localiza el ámbito de acción del estudio, la ONERN describe: Bosque Seco Tropical; representa una de las zonas de vida más importantes en la región, principalmente en el Bajo Mayo y Huallaga Central, entre Tarapoto, Bellavista y Juanjui; ocupan mayormente el conjunto de colinas bajas y lomadas, así como las planicies y terrazas aledañas a los ríos Cumbaza, Mayo, Huallaga, Sisa, Saposoa, Chipurana, Tocache, Uchiza, en altitudes que oscilan entre 350 y 650 m.s.n.m.m, aproximadamente.

Bosque Húmedo–Premontano Tropical; contiene otras de las zonas de vida más importantes, principalmente en el Alto Mayo. Representa un ecosistema con precipitaciones moderadas y temperaturas más bajas que de las zonas de vida anteriores. Se encuentra ubicada entre los 650 y 1000 m.s.n.m.m, aproximadamente (Lamas, Sauce, áreas aledañas a Juanjui y Tarapoto); su relieve se caracteriza por la difusión de colinas altas, depresiones, laderas y montañas.

En este contexto, la región San Martín se caracteriza por presentar una gran diversidad de flora apícola (melífera, polinífera y propolífera) que la hace importante para investigar esta riqueza natural y proyectarla hacia el crecimiento y desarrollo de la Apicultura Regional. Nuestra apicultura tecnológicamente es incipiente, el 95% son pequeñas explotaciones, donde un apicultor maneja de 10 a 40 colmenas. El volumen de producción actualmente alcanza promedios de 90 TM al año de miel multiflora con “buenas características de valor nutritivo”, que le confiere una cotización especial de precio en el mercado nacional preferentemente en Lima.

Desde hace 15 años esta actividad está tomando importancia en la región, habiéndose incrementado el número de apicultores y de colmenares, generando empleo en la zona rural y urbana, con efectos microeconómicos en la formación de microempresas apícolas, constituyendo a mediano plazo un importante indicador para sostener el desarrollo apícola, orientado no solo a satisfacer la demanda nacional, sino la búsqueda de mercados internacionales, de productos directos como la miel orgánica calificado “de alto valor nutritivo y de origen multiflora”, así como de derivados industriales del mismo, como la oferta de otros productos apícolas, como, el polen, propóleos, jalea real y otros.

Para generar y potenciar este proceso de cadenas agrocomerciales articulada a un mercado competitivo, se requiere conocer y generar información tecnológica y científica a través de la investigación básica y aplicada, como es el conocimiento de la biodiversidad de la flora apícola, caracterización físico-química, sensorial y estudio melisopalinológico (calidad de origen botánico y geográfico de miel y polen).

Con el presente estudio, se prevé establecer las bases científicas, tecnológicas que permita una zonificación, así como, planificar la producción de colmenares en forma sostenida y sustentable con visión de bionegocio, basada en la caracterización fenológica de importancia apícola; el estudio extiende sus aportes significativos en ramas inherentes a las ciencias ambientales, como la botánica especial, palinología y fisiología vegetal, con énfasis en el aprovechamiento de recursos disponibles de la cuenca del Bajo Mayo.

De acuerdo a los argumentos expuestos en la presente se planificó la investigación fijando los siguientes objetivos:

Objetivo general; Desarrollar alternativas de valorización melisopalinológica, físico-química y sensorial de miel y contenido polínico obtenido por abejas africanizadas (*Apis mellifera* L.) en base a la oferta floral apícola de cuatro pisos altitudinales de la cuenca del río Mayo, Región San Martín.

Objetivos específicos:

- a) Determinar el origen botánico y geográfico de miel y polen corbicular colectada en las temporadas apícola de los años 2016, 2017 y 2018.
- b) Caracterizar las propiedades físico-químicas y sensoriales de miel.
- c) Proponer el calendario fenológico en base a la oferta floral apícola que visitan las poblaciones de abejas para libar néctar y formar granos de polen.
- d) Validar la propuesta sobre denominación de origen apibotánico y geográfico de miel y polen obtenido por *Apis mellifera* L, basado en un modelo sui generis a condiciones ambientales del Bajo Mayo, San Martín.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Marco de antecedentes

1.1.2. Antecedentes sobre análisis de miel y polen corbicular

En un estudio que se asemeja a la propuesta, ejecutado por Jiménez y Morales (2005), en el laboratorio de Palinología, Departamento de Botánica y Zoología-CUCBA, Universidad de Guadalajara, se realizó el análisis polínico de una muestra de miel del apiario del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, obteniéndose resultados preliminares sobre tipos de polen y análisis cuantitativos. Del mismo modo Terrab y Díez (2003), realizaron análisis polínico de mieles de los Parques Naturales de los Alcornocales y Sierra de Grazalema, en cuyas determinaciones microscópicas de 7 muestras de miel los resultados confirmaron que el néctar de las flores es la principal fuente de miel en el territorio, resultando dos mieles monoflorales: una de girasol y otra de eucalipto, también realizaron el análisis polínico de mieles de la zona Noroccidental de Marruecos: Región del Rif Occidental el año 2000, las muestras que fueron analizadas fueron tomadas de apicultores aficionados; en dicho estudio las muestras indicaron mieles monoflorales: una de *Arbutusunedo*, dos de *Ericaarborea* y una de *Lythrum sp.*

1.1.3. Sobre origen botánico, valoración química de polen corbicular y miel

En la publicación realizada por Barrera y Coronado (2019) sobre Catálogo de especies de flora apícola de la cuenca del Bajo Mayo, región San Martín, Perú; refieren la descripción típica de especies preferidas por las abejas de bosques secos de la familia *Fabaceae* como llambo pashaco (*Albizia subdimidiata*), cedro rosado de la India (*Acrocarpus flaxinifolius*), ishpingo (*Amburana cearensis*), anacaspi (*Apuleia leiocarpa*), gliricidia (*Gliricidia sepium*), guaba (*Inga edulis*), rugindi (*Inga thibaudiana*), huairuro (*Ormosia coccinea*) vergonzosa (*Mimosa púdica*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*), familia *Arecacea* shica shica (*Aiphanes horrida*), shapaja (*Attalea cephalotus*), cocotero (*Cocos nucifera*), yarina (*Phytelephas macrocarpa*) y aguaje (*Mauritia flexuosa*) familia *Moraceae*, sachá anona (*Annona hypoglauca*), pan del árbol (*Artocarpus altilis*), ojé (*Ficus insipida*), familia *Solanaceae* como el ayac mullaca (*Solanum caricifolium*) familia *Asteraceae*, ocuera negra (*Piptocoma discolor*), yanavara (*Pollalesta discolor*) y familia *Sapotaceae*, caimito (*Pouteria acimito*); especies predominantes del Bajo Mayo con importante valor melífero-polinífero que constituyen soporte de néctar, polen, resinas, exudados para las abejas para la elaboración de derivados como miel, polen, cera y propóleos.

En una investigación realizada en cuatro zonas biogeográficas de Colombia por Salamanca *et al.*, (2014), sobre origen botánico y dominancia cromática de polen; refiere los siguientes resultados: En la zona fría en bosque húmedo montano bajo (*bh-MB*), se observó dominancia de las cargas de la tonalidad amarillo (143 c), café (154 c) y marrón oscuro (146 c) con 16,7% de predominancia. La dinámica de los ecosistemas desde la perspectiva de las regiones presenta una amplia variabilidad en términos de cobertura vegetal. El estudio de las cargas de polen en términos de dominancia cromática, es variable en los distintos periodos del año y para las zonas de vida propias del estudio. La evaluación de la dominancia cromática permitió observar variabilidad en la composición del polen colectado en las zonas de muestreo, siendo la zona de bosque muy húmedo premontano (*bmh-PM*) la que ha presentado mayor variabilidad, en relación a lo observado en las consociaciones bosque húmedo premontano (*bh-PM*), bosque seco montano bajo (*bsMB*) y bosque húmedo montano bajo (*bh-MB*) respectivamente.

En una investigación realizada por Saavedra *et al.*,(2013) sobre características polínicas y composición química del polen apícola colectado en Cayaltí (Lambayeque-Perú); se muestran los resultados promedios de tres repeticiones por grupos de colores de polen apícola: El contenido de azúcares totales mostró valores extremos como 35,0% para el amarillo y 49,7% para el gris, en tanto que valores intermedios y muy similares como 43,5% y 44,8% fueron observados para el anaranjado y crema, respectivamente. Una tendencia similar se observó con los azúcares reductores donde el menor valor con 22,4% correspondió al amarillo y el mayor valor con 26,0% al gris, en tanto que valores intermedios muy próximos a los extremos y similares entre ellos como 23,6 y 24,2% correspondieron al crema y anaranjado respectivamente. El contenido de grasa mostró valores muy similares entre los grupos de colores donde el menor valor con 0,15% correspondió a crema y el mayor valor con 0,18% al anaranjado. Asimismo, el contenido de proteínas obtuvo valores muy próximos entre los diferentes grupos de colores analizados con un mínimo de 13,7% para el amarillo y un máximo de 17,3% para crema. Estos contenidos determinaron que el valor nutritivo del polen apícola mostrara diferencias sustanciales alcanzando 2,94% y 2,95% en el polen apícola amarillo y crema respectivamente y 3,46% y 3,51% en el polen apícola anaranjado y gris respectivamente. En general, el valor nutritivo del polen apícola fue mayor en el polen apícola gris, donde predominó la especie *Prosopis pallida* (algarrobo), una fabaceae emblemática en el bosque estacionalmente seco.

1.1.4. Sobre calidad físico-química y sensorial de miel

En investigación realizada por Coronado y Ormeno (2019), sobre “caracteres físico-químicas en mieles del ecosistema del Bajo Mayo, Región San Martín-Perú”, se tomaron muestras de la cuenca del Bajo Mayo, ubicada en la Selva Alta del Nor Oriente Peruano, zona que se caracteriza por su gran potencial para la producción de miel debido a su climatología, orografía y vegetación; determinándose diferentes parámetros físico-químicos, con valores de humedad de 21,5 a 23,2%, azúcares como sacarosa 0,16 a <0,0025%, cenizas 0,14 a 0,53%, densidad 1,40 a 1,43 Kg/L, pH 3,04 a 3,73, conductividad eléctrica 100 a 170 $\mu\text{S}/\text{Cm}$, actividad de agua 0,63 a 0,69% y sólidos solubles 77,3 a 78,5%. Asimismo, valoraciones sensoriales sobre aspecto visual, aroma, boca-aroma retronasal, boca-gusto, infiriendo que la miel procedente del distrito de la Banda de Shilcayo expresó la mejor puntuación global en cuanto a valoración sensorial, en comparación a las otras mieles estudiadas.

Salamanca (2001), para optar el grado de doctor sustentada en la Universidad Politécnica de Valencia-España, la tesis: “Estudio analítico comparativo de las propiedades físico-químicas de mieles de *Apis mellifera*, en algunas zonas apícolas de los departamentos de Boyacá y Tolima”; sobre los resultados obtenidos refiere:

Que la relación de transmitancia de las mieles oscila entre 420 y 500 nm, no es superior al 40% de la transmitancia total, condición que es diferente en la región de los 500 y 550 nm donde aparece una inflexión importante en el rango 40 a 70% de transmitancia. La absorción de la energía radiante en el rango 550 a 640 nm es típica en todas las muestras analizadas.

Sobre las características cromáticas de las mieles, los valores medios observados en cada una de las muestras respecto de las longitudes de onda dominante (*LDm*) y complementaria (*LDc*), no muestran diferencias significativas, (P valor > 0.05).

Las longitudes de onda más altas y representativas fueron de tonalidades amarillo rojizas, correspondieron a las muestras de la consociación (*bh-T*) y más baja para las zonas (*bhMB*) y (*bs-T*) respectivamente.

Referente a la humedad y actividad de agua:

Según los resultados observados en las muestras, se infiere que el producto elaborado por *Apis mellifera* corresponde a un alimento de humedad intermedia, con a_w en el rango 0,574 y 0,590, en el caso colombiano, con promedios más bajos en mieles de la zona cafetera asociadas al grupo de (*bmhMB*).

El efecto de cristalización fraccionada suele sin embargo dejar expuesto el producto a la acción de mohos y levaduras presentes en el medio de manera natural. Al cristalizar la glucosa, la fracción líquida incrementa el nivel de humedad, facilitando su deterioro aspecto ampliamente discutido en la literatura.

Los promedios globales para a_w y para el caso de las mieles de Boyacá osciló en el rango 0,544 y 0,622, mientras que en el caso del Tolima el rango fue más amplio: 0,542 a 0,641. La comparación de medias no muestra diferencias significativas entre los grupos (P valor = 0,98).

Respecto a cenizas y conductividad eléctrica: En el caso de las muestras de Boyacá se observó menor conductividad en las muestras de (*bh-MB*) y por consiguiente un menor contenido en cenizas, pues la relación entre estas variables es lineal. Los valores encontrados en las mieles de Tolima son más similares entre sí. El orden creciente para los dos parámetros en las muestras de las zonas motivo de estudio es: (*bmh-PM*) > (*bh-PM*) > (*bh-T*) > (*bs-T*) > (*bs-MB*) > (*bh-T*) > (*bhMB*).

Los promedios no presentan diferencias significativas entre sí (P valor 0.46 para los sólidos fijos y 0,50 para la conductividad). Las condiciones edáficas y el origen botánico de las mieles son extraordinariamente amplios si se consideran los microclimas y el tipo de suelo dentro de los sistemas de fertilidad natural.

Sobre el pH-acidez libre, láctónica y total: En condiciones de flora diversa las abejas prefieren mezclas de diferentes azúcares a soluciones de uno de los componentes a la misma concentración. Es posible que en la selección del tipo de flor, las abejas se encuentren influenciadas no solo por la cantidad sino también por el espectro de azúcares que de alguna manera fijan la evolución de los ácidos totales y la acidez láctónica en las mieles cosechadas.

El pH de las mieles tropicales como el de otras mieles de *A. mellifera* presenta reacción ácida (3,81), los valores observados en las zonas de estudio indican que los productos corresponden a mieles multiflorales, Las variaciones entre muestras no difieren significativamente (P valor < 0,05).

Referente a azúcares totales: En todos los casos las muestras analizadas presentan como azúcares mayoritarios: fructosa, glucosa y sacarosa, con predominio de la primera y de ésta sobre la sacarosa, que en ningún caso supera el 10%. En conjunto las muestras de Boyacá y Tolima presentan diferencias significativas para el contenido de glucosa (P valor < 0,05), aspecto que induce variabilidad en los contenidos totales de azúcares reductores y totales. La fracción azucarada oscila entre 89 y 92 % de los sólidos totales observados.

Los azúcares reductores están dentro del rango establecido en las norma 1213 del ICONTEC en Colombia y Boletín Oficial Español.

Los promedios para la fructosa en mieles de las zonas de (*bs-MB*) son mayores respecto de las mieles cosechadas en la zona (*bh-T*). Mientras que se observa una contraposición en el caso de la glucosa, donde el promedio más alto pertenece a las mieles de la zona cafetera de (*bmh-PM*); la sacarosa resultó más alta en las muestras de mieles de la zonas (*bh-T*) y (*bs-T*) en su orden.

Sobre características microbiológicas: Las muestras correspondientes a las zonas de producción en los departamentos de Boyacá y Tolima, bajo condiciones naturales presentaron niveles razonables para los agentes osmotolerantes, tales como levaduras y mohos; otros agentes provienen de las condiciones artesanales generadas durante las operaciones de extracción. En todo caso se observa una mayor actividad microbiana en las mieles de la zonas interandinas del Tolima, donde el contenido de humedad y a_w fluctúan de una manera más amplia favoreciendo la actividad de agentes osmotolerantes bajo las condiciones de trópico.

Los niveles de aeróbios mesófilos observados en las mieles de *A. mellifera* para el caso de las muestras de las zonas de vida de (*bh-T*), (*bh-PM*), (*bmh-PM*) y (*bs-T*) en el departamento del Tolima, muestran distintos niveles de contaminación. En el caso de anaeróbios mesófilos totales, se observó que el 4% de las muestras contenían entre 1000 y 10000 (ufc/g de miel), mientras que el 8% del total superó las especificaciones descritas en la directriz del Boletín Oficial Español (BOE), el 23% se mantuvo entre 100-1000 (ufc/g) y el 42 % de las muestras restantes solo contenían como máximo 100 (ufc/g) o inferior.

1.1.5. Aspectos generales de apicultura

La apicultura aprovecha el néctar, polen y resinas, producidas por diversas plantas, para la obtención de miel, polen, cera, jalea real, apitoxina y propóleos; así mismo, aumenta la productividad y calidad de muchos cultivos mediante la polinización (Dadant, 1975; Root, 1993).

La apicultura en el Perú es realizada principalmente por pequeños apicultores, la gran mayoría posee menos de 10 colmenas, distribuidos en todas las regiones del país. El Perú presenta, por sus características geográficas y su diversidad de climas, una gran variedad de flora natural y cultivada (multifloral muy variada), que permite posibilidades de desarrollar una apicultura comercial rentable.

La abeja *Apis mellifera* fue traída al Perú y a otros países de América desde España (siglo XV), y desde entonces hasta nuestros días su crianza se ha generalizado y en los últimos

años ha experimentado un gran repunte. Sin embargo, en el Perú así como en el resto del continente americano, existían las especies del género *melipona* y *trigona*, abejas que hasta la actualidad perduran y mantienen una importancia fundamental en la polinización de la flora nativa.

En 1956 Kerr, introdujo al Brasil abejas africanas de la especie *Apis mellifera adansonii*, y en 1957, 26 colonias de esta especie se evadieron de un colmenar cercano a Rio Claro, en Brasil, huyendo a la selva, donde se reprodujeron rápidamente y llegaron hasta Perú en 1974, y hasta Guyana en 1976. El cruce de éstas con las abejas italianas *Apis mellifera ligustica*, ya existentes, produjo abejas africanizadas en las cuales la agresividad resultó incrementada (Kerr, 1967).

En Perú, estas abejas aparecieron en Pucallpa, Chanchamayo, Satipo, Oxapampa, Tarapoto, Quillabamba, Madre de Dios, entre otros lugares amazónicos.

(Gongalves, 1981). La abeja melífera que está propagándose actualmente en América del Sur no es *Apis mellifera adansonii* pura, sino más bien el resultado de un grado más o menos amplio de cruce de las razas, seguida por la selección natural y artificial, en cierta medida. El término más apropiado para los cruces de abejas que se están propagando actualmente en América del Sur sería más bien “abejas africanizadas” en vez de “abejas brasileñas” o “abejas africanas”, ya que estas dos últimas denominaciones no corresponden, puesto que estas abejas no son oriundas del Brasil, y se les denomina “abejas brasileñas” a las abejas sin aguijón.

Estos cruces se llaman abejas africanizadas, porque algunas veces se parecen al *Apis mellifera adansonii* en lo que concierne a algunas características de comportamiento, particularmente en cuanto a la agresividad.

La propagación de las abejas africanizadas en América del Sur, a partir de 1957 hasta 1982 fue relativamente rápida; actualmente la superficie ocupada por ella se extiende desde Argentina, en el sur, hasta Venezuela, en el norte. En Panamá no se registró la presencia de estas abejas. No obstante, en la literatura (Morse 1980, citado por Gongalves 1981) señala, que durante los últimos años fueron introducidas abejas africanas en México por algunos apicultores. Una característica muy evidente de las abejas africanizadas del Brasil y de otros países sudamericanos es la gran variabilidad del comportamiento y de su aspecto. Uno de los más importantes elementos de la subespecie de abejas *adansonii* es la gran variación de la agresividad en condiciones climáticas distintas.

Se conoce bien el hecho que el comportamiento agresivo de las abejas melíferas, que pueden ser consideradas fenotipo, es producto de la interacción entre su estructura genética (genotipo) y los factores del medio ambiente. En muchos casos es difícil decidir cuáles de estos dos componentes (genotipo o medio) es más importante. Algunas reacciones son determinadas tanto por factores internos, así como por externos; (Brandeburgo & Cols, 1977 citado por Gongalves 1981) pudieron demostrar que el comportamiento agresivo de la población de abejas africanizadas verificadas en dos condiciones climáticas distintas en el Brasil fue influido más por los factores externos (condiciones climáticas) que por la estructura genética de las abejas.

Pese a que las abejas africanizadas son más agresivas que las abejas europeas, las abejas africanizadas modificaron la apicultura del Brasil. Actualmente se puede afirmar que debido a las abejas africanizadas la apicultura está mejor organizada y la producción de miel viene incrementándose año tras año. Los apicultores se adaptan difícilmente a las abejas africanizadas del Brasil y se puede decir también que la abeja africanizada del Brasil dejó de ser una razón para renunciar a la apicultura. Algunos apicultores siguen sosteniendo que las abejas africanizadas se manejan con dificultad y prefieren trabajar con abejas europeas. No obstante, en los Estados de Sao Paulo, Panamá y Santa Catarina existen muchos apicultores que prefieren hoy trabajar únicamente con abejas africanizadas debido a su alta productividad. Paralelamente con el fomento de la apicultura en Brasil, durante los 10 últimos años una grave enfermedad provocada por el ácaro *Varroa destructor*, un ectoparásito que ataca a las crías y a los adultos de *Apis mellifera*, planteó serios problemas. Actualmente 8 estados del Brasil están infestados con *Varroa destructor*, lo que representa una seria amenaza para la industria apícola brasileña.

Según las estimaciones de la FAO Los países con una mayor producción de miel se tienen a China (398000 TM), Turquía (81000 TM), USA (80000 TM), Ucrania (71000 TM) y Argentina (59000 TM). En el período del 2000 al 2010, Argentina tuvo una caída en su producción de miel en 34000 TM, mientras que USA en 20000 TM.

México se ubica en el sexto lugar, Brasil en el décimo lugar, Uruguay en el veinte lugar, Chile en el treinta y uno lugar, Paraguay en el setenta y dos lugar y Perú en el setenta y cinco lugar.

El consumo de la miel a nivel mundial es de 220 gramos per cápita anual, siendo estos niveles lo siguiente; según Tabla 1.

Tabla 1
Consumo per cápita según país y regiones 2007

País / Región	Consumo Per cápita (g)
Oceanía	710
Europa	610
América	280
África	180
Asia	140
Chile	110
Perú	40
Argentina	30

Fuente: Elaboración propia, adaptado de MINAGRI, 2015.

De acuerdo a las estadísticas oficiales con las que cuenta el Perú, las cuales corresponden al Censo Nacional Agropecuario-CENAGRO del año 2012, existen 252329 colmenas instaladas, 214276 colmenas en producción (85% del total) y 41327 apicultores. Asimismo según este censo los departamentos con mayor cantidad de colmenas y producción de miel son Cusco (11%), La Libertad (10%), Junín (9%), Lima (8%) y Apurímac (7 %) (MINAGRI, 2015). A nivel nacional la producción de miel por colmena/año fue estimada en 10,8 kg (Dávila, 1986), por lo tanto, la producción nacional de miel, al año 2012 se puede estimar en 2314 toneladas anuales. La producción nacional de miel se estimó entre 800 y 1200 TM anuales para los años 1996 al 2000, concentrándose en la zona Norte, donde destacan los departamentos de Piura y Lambayeque, tal como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2
Distribución de la producción de miel en diferentes zonas del Perú.

Departamento	1996	Participación	1997	Participación
Zona Norte	TM	%	TM	%
Piura	180	14,57	120	11,92
Lambayeque	480	38,87	430	42,7
La Libertad, Ancash	20	1,62	20	1,99
Cajamarca, Amazonas, San Martín	20	1,62	30	2,98
Sub Total	700	56,68	600	59,58
Zona Centro	TM	%	TM	%
Lima	20	1,62	20	1,99
Junín	90	7,29	60	5,96
Pasco	20	1,62	10	0,99
Huánuco y Ucayali	20	1,62	10	0,99
Sub Total	150	12,15	100	9,93
Zona Sur	TM	%	TM	%
Ica	60	4,86	40	3,97
Huancavelica, Ayacucho y otros	225	20,65	217	21,55
Arequipa, Moquegua	70	5,67	50	4,97
Sub Total	385	31,17	307	30,49
Zona Sur	1235	100	1007	100

Fuente: Elaboración propia, adaptado de MINAGRI, 2015.

1.1.6. Clasificación de la miel

Según el CODEX ALIMENTARIUS 2001; la miel define la siguiente clasificación:

- Miel de flores o miel de néctar. Es la que procede del néctar de las plantas.
- Miel de mielada o mielato. Es la que procede principalmente de excreciones que los insectos succionadores (hemípteros) que dejan sobre las partes vivas de las plantas, o de secreciones de partes vivas de las plantas.

De acuerdo a INDECOPI (1999), la miel se puede clasificar según su origen botánico, procedimiento de obtención, presentación y/o uso de la miel.

Por su origen botánico. La miel obtenida del néctar de las flores, se pueden distinguir tres tipos:

- Miel monofloral. Procede principalmente de néctares de flores de una misma familia, género o especie y posee características sensoriales, físico-químicas y microscópicas propias. Al menos el 45% del total de sus granos de polen corresponden a una misma

especie vegetal y se denomina como miel monofloral de la especie dominante en su fracción polínica.

- Miel bifloral. En la composición polínica se encuentra polen de dos especies, ambas mayor o igual al 50% y en proporción similar, con una diferencia menor al 5%.
- Miel polifloral. En su composición, se encuentran en forma significativa granos de polen de tres o más especies vegetales, sin que ninguna de ellas alcance un porcentaje mayor o igual al 45%.

1.1.7. Proceso de obtención de miel

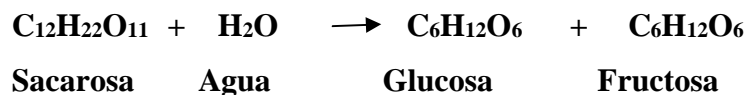
La miel procede de las plantas por medio de las abejas. Los azúcares contenidos en la melaza y néctar se transforman, poco a poco, bajo la acción de los sucesivos aportes de saliva que tienen lugar en cada uno de los múltiples pasos de abejas a abejas. Depositada la miel en las celdas, será concentrada, protegida y completará su transformación bioquímica (Avallone, 2004).

- Concentración

Tiene lugar en dos tiempos:

- a) Una abeja arroja el contenido de su buche en una celda; la gota de líquido azucarado se extiende y pierde agua por evaporación; es resuccionada, vuelta a echar, resuccionada, etc., varias veces durante 15 a 20 minutos. Estas maniobras extienden la gota y la concentran hasta contener agua del 40 al 50%.
- En los panales, durante muchos días, el líquido deja evaporar pasivamente el agua; su concentración crece hasta alcanzar del 70 al 80% de azúcares por 14 a 25% de agua.
 - Protección
 - Las abejas recubren la miel suficientemente concentrada con un opérculo de cera. A pesar de esta protección, las mieles que contienen el 21% de agua o más pueden fermentar en los panales, bajo los opérculos. Sólo se conservan bien las mieles de menos de 18% de agua.
 - Transformación
 - Los azúcares se transforman. Su constitución química evoluciona entre la del néctar o la melaza y la de miel. En particular, la sacarosa de una mezcla de glucosa y levulosa bajo la acción de una diastasa (enzima), la invertasa o sacarasa, incorporada al néctar por la saliva de las abejas.

La transformación o inversión se expresa por la siguiente ecuación:



Esta reacción química es medible por el polarímetro. El plano de la luz polarizada gira a la derecha si la muestra contiene sacarosa; gira a la izquierda cuando el polarímetro contiene una mezcla en partes iguales de glucosa y levulosa.

El paso del plano de polarización de derecha, en el néctar, a izquierda, en la miel, revela la inversión. Precisemos, pese a todo, que la mayor parte de los néctares contienen ya, además de sacarosa, cantidades no despreciables de glucosa (azúcar dextrógiro) y de fructosa o levulosa (azúcar levógiro). La evolución del néctar a miel viene acompañada, además, ya sea por la progresión de la cantidad de azúcares C₆, por la liberación de otros azúcares, al mismo tiempo de ácidos orgánicos como se observa en la Tabla 3 (Avallone, 2004).

Tabla 3

Contenido de ácidos orgánicos en la miel.

Presentes	Probablemente presentes
Acético	α- o β-glicerofosfato
Butírico	Glicólico
Cítrico	Glucosa-6-fosfato
Fórmico	2- ó 3-fosfoglicérico
Fumárico	Pirúvico
Glucónico	
α-cetoglutárico	
Láctico	
Maleico	
Málico	
Oxálico	
Piroglutámico	
Succínico	
Tartárico	

Fuente: Avallone, 2004.

1.1.8. Composición físico-química de la miel

En la Tabla 4, se observa las principales características físicas y el comportamiento químico de la miel son debidos particularmente a la glucosa y fructosa, los constituyentes menores tales como compuestos del sabor, pigmentos coloreados, ácidos, entre otros, participan en gran parte de las diferencias que se establecen en la individualidad de las mieles. Pequeñas cantidades de materias colorantes y sustancias del sabor, establecen la diferencia entre una miel clara y una oscura, o entre una miel suave y otra de sabor fuerte. En forma similar, cantidades muy pequeñas de aminoácidos y compuestos nitrogenados afines de la miel, aumenta su tendencia a obscurecerse durante el almacenamiento o cuando es sometida a la acción del calor. La presencia de muy pequeñas cantidades de

proteínas coloidales, es suficiente para acentuar en forma pronunciada, la tendencia de la miel a formar espumas o retener burbujas de aire finamente dividido (Persano, 2002).

Tabla 4
Constituyentes principales y menores de la miel

Componentes	Constituyentes principales (99%)	
	%	Promedio (%)
Agua	13,4 –26,6	17,0
Fructosa	21,7 –53,9	39,3
Glucosa	20,4 –44,4	32,9
Sacarosa	0,0 –7,6	2,3
Otros azúcares	0,1 –16,0	8,5
Componentes	Constituyentes menores	
Ácidos (glucónico)	0,17 –1,17	
Minerales(Ca, Zn, Fe, Mg, Mn, P, K, Na)	0,02 –1,03	
Nitrógeno (proteínas)	0,00 –0,13	
Enzimas	>0,1%	
Aromas	>0,1%	
Otros (HMF, etc.)	>0,1%	

Fuente: Follegati, 2014.

Otras calificaciones a la miel de abeja, precisan que es un producto biológico muy complejo, cuya composición depende de diversos factores como son; la especie, sub especie de abejas, el estado fisiológico y sanitario de la colonia, la flora del entorno visitada, naturaleza del suelo, condiciones climáticas y ambientales del lugar donde se produce (Zegarra, 2006).

La miel es esencialmente una disolución acuosa concentrada de azúcar invertido, contiene además una mezcla muy compleja de hidratos de carbono, diversas enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, minerales, sustancias aromáticas, pigmentos, ceras, granos de polen etc (Zegarra, 2006).

La composición química de la miel varía dependiendo de la especie de abeja, origen floral del néctar, métodos de recolección, posibles alteraciones y/o adulteraciones. En la Tabla 5, se indican los valores promedio de composición química de una miel, según el Laboratorio de Nutrición del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Correa, 2015).

Tabla 5
Composición de la miel de *Apis mellifera*

Componentes en 100 g, de miel	Estándar Internacional (g)
Agua	17,1
Proteína	0,3
cenizas	0,2
Azúcares	82,4
Sacarosa	0,89
Glucosa	35,75
Fructosa	49,94
Sodio	4,0
Potasio	52,0
Calcio	6,0
Magnesio	2,0
Hierro	0,42
Cobre	0,036
Zinc	0,22

Fuente: Correa (2015).

- **El agua.** El contenido de humedad es una de las características más importantes de la miel y está en función de ciertos factores tales como los ambientales y del contenido de humedad del néctar. La miel madura tiene normalmente un contenido de humedad por debajo del 18,5% y cuando se excede de este nivel, es susceptible a fermentar, particularmente cuando la cantidad de levaduras osmofílicas es suficientemente alta. Además, el contenido de agua en la miel influye en su viscosidad, peso específico y color, condicionando así la conservación y cualidades organolépticas de este producto. Después de la extracción de la miel de la colmena, su contenido de humedad puede cambiar dependiendo de las condiciones de almacenamiento.
- **Las enzimas.** Son añadidas principalmente por las abejas, aunque algunas pocas proceden de las plantas. Las abejas añaden enzimas a fin de lograr el proceso de maduración del néctar a miel y éstas son en gran parte las responsables de la complejidad composicional de la miel. El proceso involucrado en la conversión de los tres azúcares básicos del néctar a por lo menos 25 azúcares adicionales de gran complejidad es difícil de entender. La enzima más importante de la miel es la α -glucosidasa, ya que es la responsable de muchos de los cambios que ocurren durante la elaboración de la miel; también se conoce como invertasa o sucrasa y convierte el disacárido sacarosa de la miel en sus constituyentes monosacáridos fructosa y glucosa. Otras enzimas presentes en la miel son la glucosa oxidasa, responsable en gran parte de la propiedad antibacteriana de la miel; la catalasa, responsable de convertir el peróxido de hidrógeno a oxígeno y agua; el ácido fosfatasa, que degrada el almidón; la diastasa que se usa como indicador de aplicación de calor a la miel.

- **Proteínas y aminoácidos.** La miel contiene aproximadamente 0,5% de proteínas, principalmente como enzimas y aminoácidos. Los niveles de aminoácidos y proteína en la miel son el reflejo del contenido de nitrógeno, el cual es variable y no supera el 0,04%. Entre el 40-80% del nitrógeno total de la miel es proteína. Cerca de 20 proteínas no enzimáticas se han identificado en la miel, muchas de las cuales son comunes a distintas mieles.

Los ácidos y el pH. El pH es un valor de suma importancia a evaluar durante la elaboración y almacenamiento de la miel y otros alimentos, por su influencia sobre el desarrollo de microorganismos y enzimas; afecta además, a propiedades físicas del producto como la textura, estabilidad y resistencia.

- La gran dulzura de la miel enmascara en gran parte el sabor de los ácidos orgánicos presentes en la miel, los cuales representan aproximadamente el 0,5% de los sólidos de este alimento. Los ácidos orgánicos son los responsables del bajo pH (3,5 a 5,5) de la miel y de la excelente estabilidad de la misma. Son varios los ácidos orgánicos que están presentes en la miel, aunque el que predomina es el ácido glucónico. El ácido glucónico se origina de la glucosa a través de la acción de la enzima glucosa oxidasa añadida por las abejas. El efecto combinado de su acidez y el peróxido de hidrógeno ayudan a la conservación del néctar y la miel. Otros ácidos orgánicos contenidos en menor proporción en la miel son el fórmico, acético, butírico, láctico, oxálico, succínico, tartárico, maleico, pirúvico, piroglutámico, α -cetoglutárico, glicólico, cítrico, málico.
- **Vitaminas y minerales.** La cantidad de vitaminas en la miel y su contribución a la dosis recomendada diaria de este tipo de nutrientes es despreciable. El contenido mineral de la miel es altamente variable, de 0,02 a 1,0%, siendo el potasio cerca de la tercera parte de dicho contenido; la cantidad de potasio excede 10 veces a la de sodio, calcio y magnesio. Los minerales menos abundantes en la miel son hierro, manganeso, cobre, cloro, fósforo, azufre y sílice (Persano, 2002).

1.1.9. Taxonomía y distribución de las abejas

En el contexto mundial de la entomología, las abejas pertenecen al Reino Animalia, a la Clase Insecta, al Orden Hymenoptera y a la Familia Apidae; esta consta de dos Subfamilias; Bombinae y Apinae. La Bombinae presenta dos Tribus: *Euglosini* (abejas de las Orquídeas) y *Bombini* (los abejorros); la Apinae se subdivide en las tribus *Meliponini* (abejas sin aguijón) y *Apini* (las abejas melíferas) (Michener, 2007).

Michener (2000) citado por Boi *et al.*, 2008, sostienen para el *Apis mellifera* L, la siguiente clasificación taxonómica:

Clase	:	Insecta
Orden	:	Hymenoptera
Suborden	:	Apocrita
Superfamilia	:	Apoidea
Familia	:	Apidae
Subfamilia	:	Apinae
Tribu	:	Apini
Género	:	<i>Apis</i>
Especie	:	<i>mellifera</i>
Nombre científico	:	<i>Apis mellifera</i> L.

El orden *Hymenoptera* consta de 17000 especies. El género *Apis* tiene su centro de origen evolutivo en Asia, desde donde se ha dispersado por África luego por Europa. Incluye nueve especies de abejas productoras de miel, genéticamente diversificadas y distribuidas por todo el mundo. Los estudios realizados sobre *Apis mellifera* revelan que es originaria de zonas tropicales de África y que ha evolucionado durante el período terciario y de modo rápido en el Pleistoceno, hecho que le permitió propagarse por toda Europa (Ruttner, 1988).

1.1.10. Especies de abejas

Se estima que existen aproximadamente 6000 especies de abejas en el mundo, con una amplia distribución geográfica en las áreas tropicales y subtropicales; las abejas pueden tener o no aguijón. La especie con aguijón comúnmente conocida, por el gran avance en su manejo hacia la producción de miel, corresponde a *Apis mellifera*. Las abejas sin aguijón presentan colonias pobladas y perennes; exploran un amplio espectro de flora a lo largo del año, razón por la que son consideradas especies generalistas (Feversani, 2011 y Michener, 1979). Se estima que en países como Brasil, las abejas nativas sin aguijón son las principales responsables de la polinización de muchas especies autóctonas de especies (Kerr, 1967). En Colombia, además de *A. mellifera*, podrían encontrarse aproximadamente 1000 especies sin aguijón, considerando la riqueza de recursos florales existentes y la diversidad de ecosistemas propios del país (Nates-Parra, 2001).

Considerando la taxonomía de abejas comunes, la tribu Apini presenta un solo Género *Apis*, en el cual existen cuatro especies: la abeja melífera gigante *Apis dorsata*, la abeja

melífera enana *Apis florea*, la abeja melífera oriental *Apis cerana* y la abeja melífera occidental *Apis mellifera*. Esta última; originaria de Europa, África y Asia Suroccidental, debido a los diferentes factores ambientales existentes en cada región, desarrollaron grupos de individuos que aunque perteneciendo a una misma especie se adaptaron a un medio particular; originando otro grupo de individuos que se denominan razas geográficas o subespecies. Las principales razas geográficas introducidas a América fueron: La abeja negra o alemana *Apis mellifera mellifera*, La abeja italiana o amarilla *A. mellifera ligústica*, la abeja carniola o cárnica *A. mellifera cárnica*, la abeja caucásica *A. mellifera caucásica* y las abejas africanas, *Apis mellifera scutellata* y *Apis mellifera adansonii* (Michener, 2007). A nivel mundial se reconocen unas 30 subespecies, de este grupo el *A. mellifera* es considerada de mayor importancia comercial por sus efectos en la economía de los apicultores.

La explotación intensiva que desarrolla la apicultura moderna, representa una fuente de alimentos y medicamentos naturales para el ser humano, sin subestimar el valor comercial que alcanzan derivados como la miel, la cera, el polen, el propóleos y la jalea real, en el mercado local, nacional e internacional. Otras novedades como la venta de abejas reinas, paquetes de abejas y elementos de colmenas, forman parte del mercado, con ingresos estables y ascendentes para sus proveedores.

El papel de la abeja en la polinización de cultivos entomófilos, los usos industriales de la cera, el desarrollo de la apiterapia con miel, polen, propóleos y veneno, forman parte de los beneficios que la apicultura reporta al ser humano.

Sin embargo, el propio desarrollo de esta rama, con la intensidad que conlleva la explotación moderna, introduce riesgos sanitarios que hacen al insecto más susceptible a plagas y enfermedades; como es el caso de la polilla, varroasis, loque europea, por solo citar algunos ejemplos (Duttman, *et al.*, 2013).

1.1.11. Proceso de africanización

El proceso de africanización se inicia mediante la liberación accidental de abejas africanas en Brasil en 1956 (Rinderer & Hellminch 1991). Es preciso indicar, que una de las principales causas del proceso de africanización, se debe a que las reinas europeas generalmente son fecundadas por zánganos africanizados manteniendo de esta manera dicho gen. Se ha observado que existe una ventaja de los zánganos africanos sobre su contraparte europea, ya que presentan un ancho y largo en las alas anteriores y posteriores mayores de los

zánganos europeos, y un mayor número de hámulos, lo que proporciona una ventaja en la competencia por las reinas vírgenes sobre los zánganos europeos (Gongalves, 1970).

Otro factor relevante, es el parasitismo reproductivo social asociado a las abejas africanizadas, ocurre cuando un enjambre de abejas africanizadas incluyendo a la reina fecundada, invaden una colonia europea, las abejas del enjambre eliminan a la reina de la colonia atacada, por lo cual las abejas de la colonia tienen que aceptar a la reina africanizada, al parecer las colonias sin reina son más atractivas para los enjambres africanizados (Rinderer & Hellmich 1991). Existe una serie de características desarrolladas por las abejas africanizadas debido al ambiente extremo en el que evolucionó lo que les proporcionó una serie de ventajas sobre las abejas europeas en el continente americano. Las colonias en estado silvestre de abejas de clima templado y clima tropical, difieren principalmente en tres aspectos: tamaño del nido, cantidad de miel almacenada y los lugares elegidos para la construcción de este (Winston *et al.*, 1983).

1.1.12. Anatomía y fisiología de la abeja melífera

Anatómicamente el cuerpo de la abeja adulta se divide en tres partes: cabeza, tórax y abdomen (Figura 1). La cabeza se encuentra unida a la próxima división del cuerpo, el tórax por un cuello fino y flexible. El tórax y la tercera sección del tronco, o abdomen, se componen de una sucesión de anillos, llamados segmentos. En la mayoría de los insectos el tórax se compone de tres segmentos, pero en la abeja e insectos relacionados incluye cuatro segmentos, que son el protorax, mesotorax, metatorax y el propodeo. El propodeo de la abeja es el primer segmento de la mayoría de los demás insectos.

La cabeza está constituida por ojos, antenas y órganos de la alimentación. La cabeza se compone de cuatro pares de apéndices, estos son las antenas, las mandíbulas, las maxilas y el labio. En las abejas los maxilares y el labio forman en conjunto la probóscide, un órgano que facilita la alimentación de líquidos. La cabeza también tiene un par de grandes ojos compuestos laterales y entre estos hay tres ojos simples llamados ocelos (Figuras 2 y 3). También tiene un par de antenas, tal como se aprecia. Las alas son chatas finas, prolongadas desde dos capas de la pared del cuerpo y reforzadas por engrosamientos tubulares, llamados nervaduras. Estos apéndices se insertan a los costados del mesotórax y el metatórax.

Las abejas poseen tres pares de patas pero cada uno se divide en seis partes principales o segmentos; el segmento básico de las patas es el coxa, segundo segmento el trocánter, el tercero el fémur, el cuarto la tibia, el quinto el tarso y el último es el pretarso. La larva de

la abeja tiene diez segmentos abdominales, pero en la abeja adulta y otros himenópteros relacionados, el abdomen esta reducido a nueve segmentos por la transferencia del primer segmento al tórax. Las características externas de mayor interés en el abdomen es la presencia de las glándulas de la cera, las glándulas de Nasanov y el aguijón (Martínez-Pérez, *et al.*, (2017).

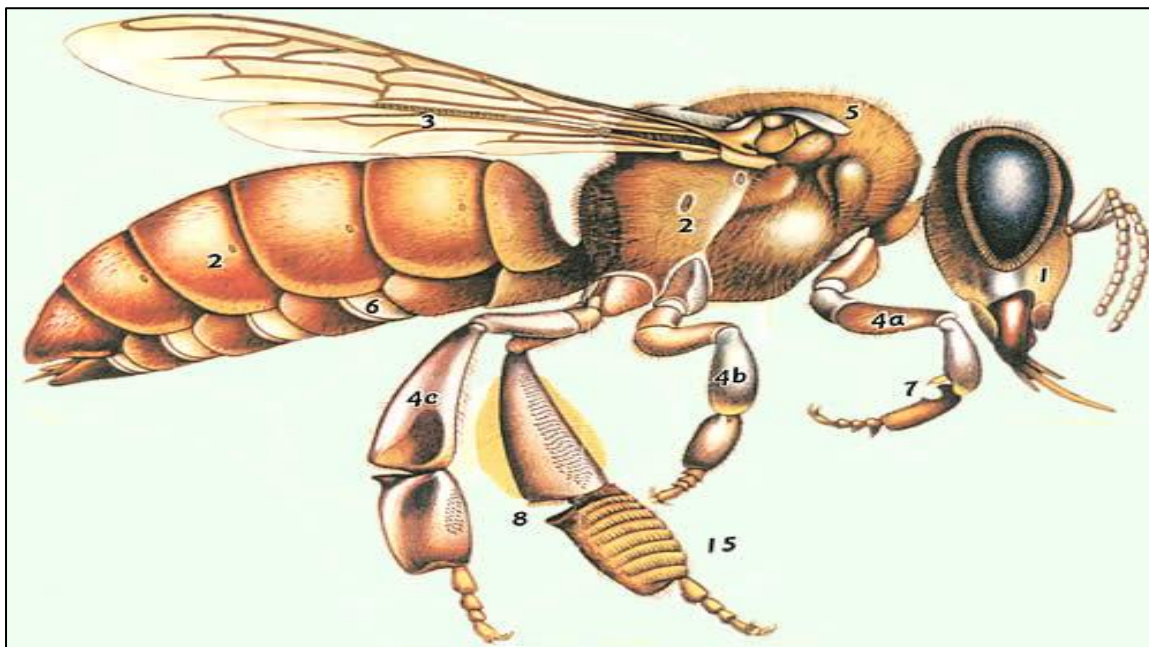


Figura 1. Cabeza / 2. Estigmas o espiráculos / 3. Alas / 4a. Primer par de patas / 4b. Segundo par de patas / 4c. Tercer par de patas / 5. Tórax / 6. Abdomen / 7. Pelos limpiadores antena / 8. Prensa polen.

Los ojos de las abejas constan de una serie de partes esenciales; lentes externas para enfocar la luz y una retina debajo, sensible a la luz y conectada con el cerebro por medio de nervios. La agudeza visual es una característica de las abejas y se pone de manifiesto por la existencia de dos grandes ojos compuestos. Cada uno está formado por un número variable de estructuras hexagonales llamadas omatidios (Figura 4). Mientras que un ojo simple tiene una lente para toda la retina, un ojo compuesto tiene muchos lentes pequeños y su retina está dividida en partes que corresponden a esos lentes; de esta manera, la abeja capta con un ojo compuesto tantos puntos de luz como divisiones tiene el ojo y así recibe una reproducción en mosaico del objeto o escena que se presente delante de él. Los ojos compuestos perciben los colores que distingue el ojo humano más el ultravioleta con la excepción del rojo. Su eficacia es tal que, mientras nuestros ojos no pueden discernir más de 20-30 imágenes por segundo, una abeja es capaz de separar 300 en ese mismo tiempo (Quero, 2004).

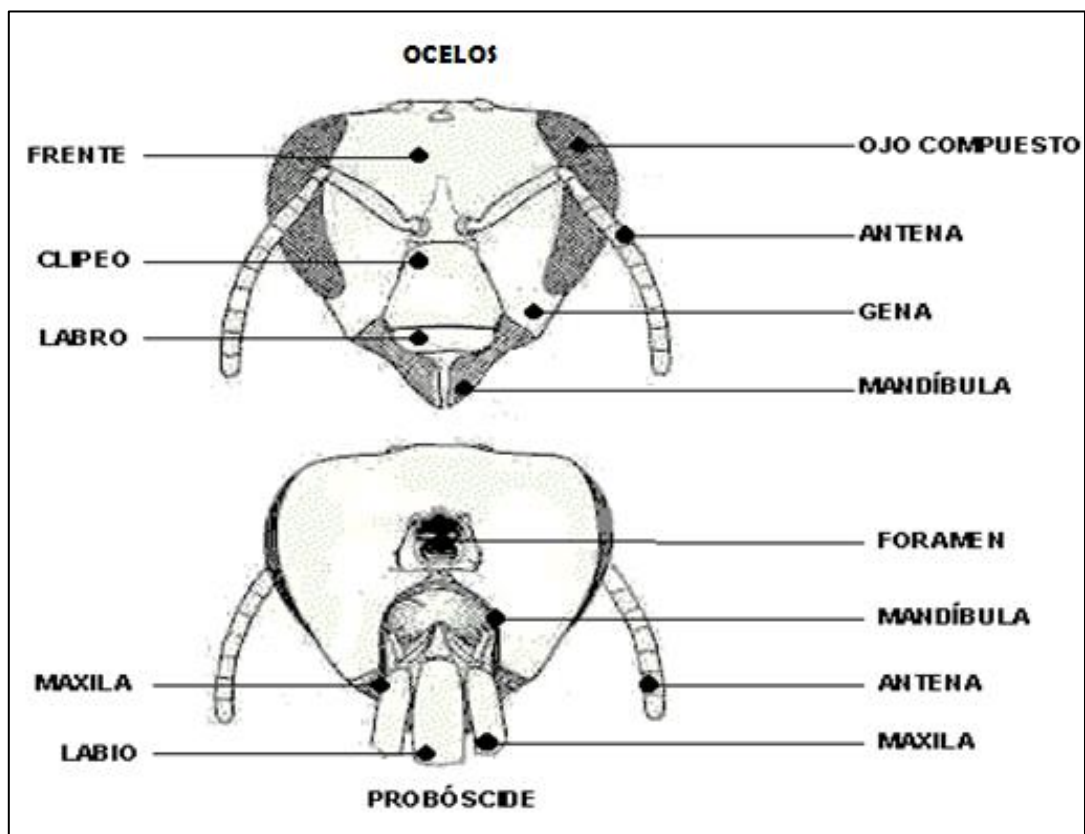


Figura 2. Parte externa de la cabeza. Foto: Martos, 2015.

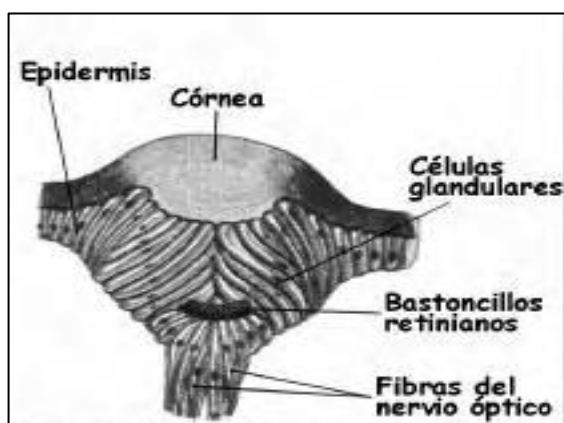


Figura 3. Detalle de un ocelo. Fuente: Quero, 2004. Foto: Martos, 2015.

La utilidad de estas estructuras es decisiva para una buena visión lejana, distante de la colmena, y para su orientación respecto al sol durante el vuelo. Sin embargo, no todas las castas de abejas requieren de esta agudeza visual de la misma manera. La reina, por ejemplo, sólo necesitará una buena visión una vez en su vida y la empleará para volver a la colmena después del vuelo nupcial. Sin embargo, una obrera necesita una buena visión de

forma continuada para localización del alimento, de la colmena, de otras obreras, etc. (Quero, 2004).

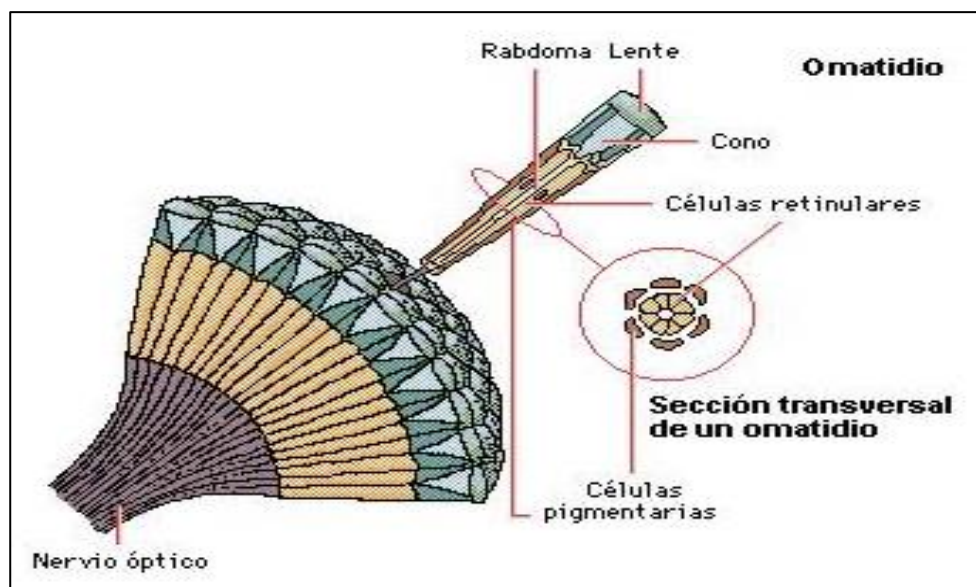


Figura 4. Detalle de la sección transversal de un omatidio. Foto: Martos, 2015.

El zángano, por su parte, también requiere una buena agudeza visual para poder localizar a las hembras vírgenes en el vuelo de reproducción. Pero las abejas también necesitan poder ver con claridad en el interior de la colmena, donde disponen de muy poca cantidad de luz y en el exterior cuando llega el crepúsculo. Para la visión a corta distancia y en condiciones de oscuridad adquieren importancia los ocelos u ojos simples, ya que son capaces de percibir la intensidad, la longitud de onda y la duración de la acción de la luz.

Las antenas, son las estructuras en las que residen los sentidos del tacto y del olfato, cada una de ellas está recorrida internamente por un nervio doble que procede directamente del cerebro. La información procedente del exterior es recogida por pelos táctiles y diferentes estructuras sensoriales que están recubriéndolas. Los órganos sensoriales más numerosos de las antenas aparecen en la superficie de las mismas como discos o placas diminutas, cada una de las cuales tiene una ranura alrededor del borde y está recubriendo un número grande de células. Estas estructuras se conocen como órganos placa y son los principales órganos del olfato en la abeja, siendo por tanto capaces de recibir el estímulo de diminutas partículas de materia suspendidas en el aire. El número de órganos placa situados en las antenas varía dependiendo de la casta, así en las obreras se pueden encontrar 5000 o 6000, en la reina 2000 o 3000 y hasta 30000 en el caso del zángano (Figura 5).

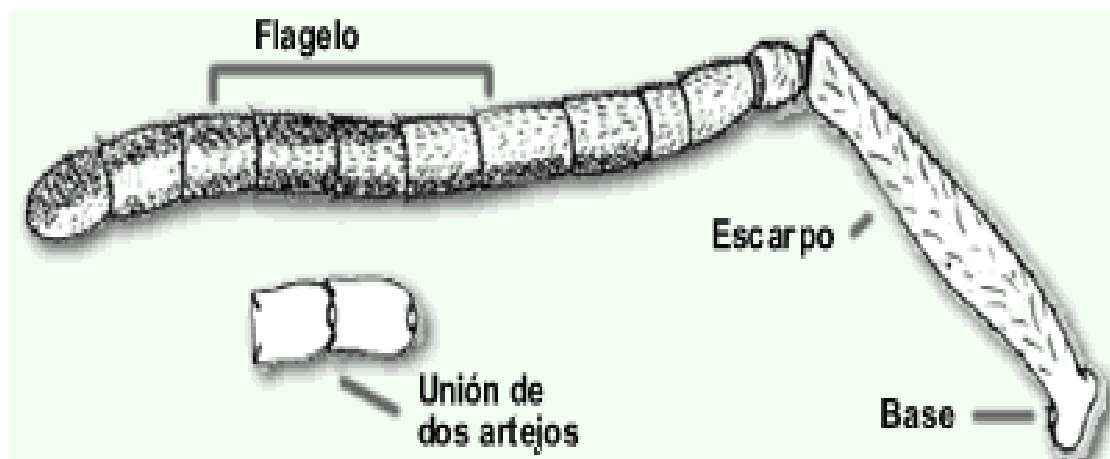


Figura 5. Detalle de antena. Foto: Martos, 2015.

La boca de las abejas está rodeada por un par de mandíbulas y prolongada por una trompa o probóscide. Las mandíbulas son utilizadas para amasar la cera, comer polen y sujetar a un posible enemigo al que luego aplicarán el aguijón, o realizar cualquier trabajo de la colmena que requiera un par de instrumentos aptos para agarrar. En las obreras son lisas y redondeadas, mientras que en las reinas y zánganos presentan pequeños denticillos en el borde (Figura 6).

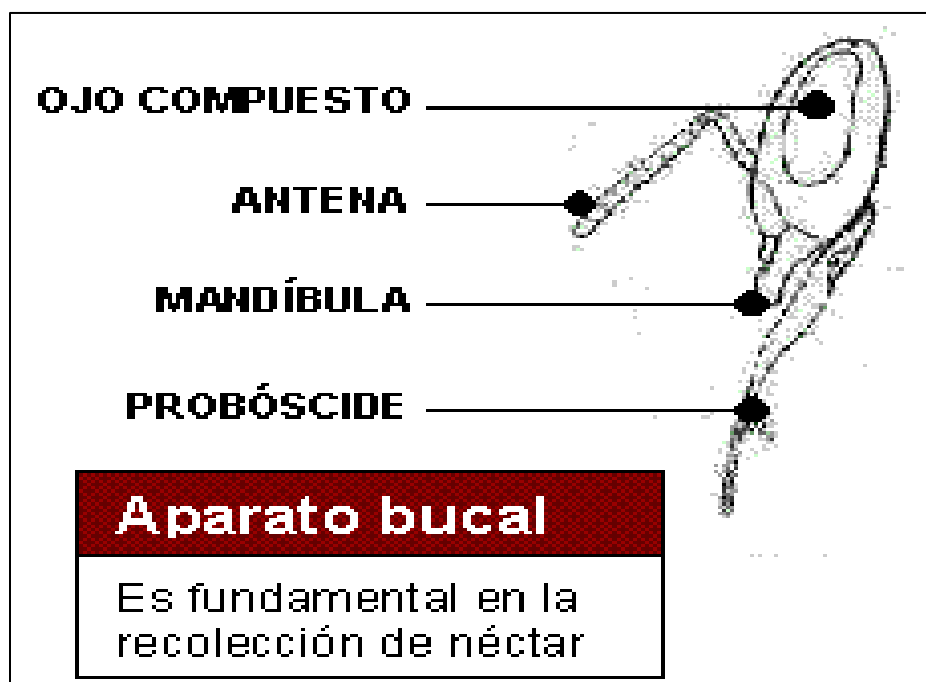


Figura 6. Detalle del aparato bucal. Foto: Martos, 2015.

La probóscide o trompa en forma de tubo permite a la abeja succionar los líquidos. No es un órgano permanente, como en la mayoría de los insectos chupadores, sino que se improvisa temporalmente al juntar las partes libres de las maxilas y el labio para formar un

tubo muy eficaz en la ingesta de néctar, miel o agua. Abrazando la base de la lengua se encuentran un par de palpo labiales que actúan como órganos del gusto (así como también lo eran las antenas). Todas estas partes pueden separarse si se obstruyen accidentalmente con un grano de polen u otra partícula extraña.

La lengua tiene apariencia de líneas cruzadas y muy juntas debido a la presencia en su pared de aros duros que llevan pelos y están separados entre sí por membranas angostas y lisas. A causa de esta estructura la lengua puede acortarse y estirarse de manera que el líquido lamido es levantado hacia dentro del canal de la probóscide. La bomba de succión de la abeja es un gran saco con paredes de músculos que se encuentra dentro de la boca y se extiende desde ésta hasta el cuello donde su punta afinada continúa con el esófago. Los líquidos son succionados del canal de la probóscide por la acción de un músculo dilatador; la contracción de los músculos compresores cierra entonces la boca e impulsa el líquido a la faringe, de donde es llevado al esófago (Quero, 2004).

Las patas, cuya función principal es la locomoción, pero en las abejas, cumplen además otros papeles extraordinariamente importantes desde el punto de vista ecológico: Limpieza de ojos y lengua. Realizados por el primer par de patas, revisten gran importancia, ya que gran parte de la capacidad de detección del alimento y de las relaciones sociales de las abejas dependerán de una correcta visión. La lengua, como órgano captador del polen, debe mantenerse también limpio y libre de partículas.

La limpieza de las antenas, se realiza por medio de unas estructuras (espolones) situadas en el ápice de las tibias del primer par de patas, consiste en una escotadura semicircular provista internamente de un peine de pelos que se cierra con una pieza articulada, dejando un agujero del tamaño de la antena. Esta limpieza es fundamental, debido que cumplen una importante función como órganos del olfato y tacto.

Recogida y transporte de polen, la única casta involucrada en esta actividad son las obreras. El polen es transportado desde las flores a la colmena en una depresión brillante y rodeada de pelos (cesto) situada en la cara externa de las tibias del tercer par de patas. En la cara interna del tarso se sitúa un cepillo de pelos en el que se quedarán retenidos los granos de polen que la abeja ha recogido con el primer par de patas así como los que se ha limpiado del tórax con el segundo par de patas. Una vez que el cepillo de pelos del tarso esté repleto de polen, éste es transferido al cesto de la pata opuesta. Estos cestos pueden transportar también propóleos, que es una mezcla compuesta de resinas que las abejas

obtienen de las plantas (Figura 7).

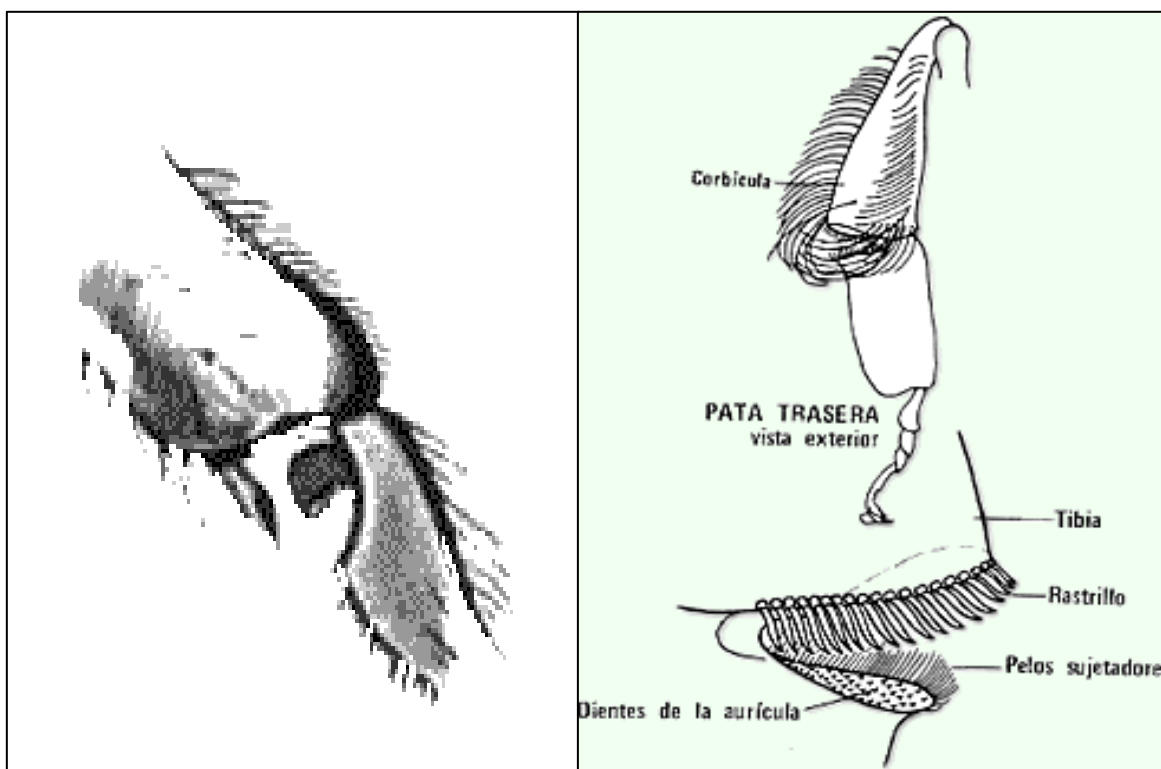


Figura 7. Detalles de las patas anterior y posterior. Foto: Martos, 2015.

Las abejas presentan dos pares de alas en cada lado del cuerpo adaptadas para el vuelo rápido, mantener una carga y cumplir la función de ventilación en el interior de la colmena, específicamente en zonas tropicales (Figura 8).

El segundo par suele ser de menor tamaño que el primero y se encuentra unido a él por medio de una serie de garfios que se enganchan a un repliegue situado en la parte posterior del ala delantera. Tanto las alas anteriores como las posteriores están reforzadas por una serie de nerviaduras a modo de venas que son en realidad tubos quitinosos por el interior de los cuales circula la hemolinfa (Quero, 2004).

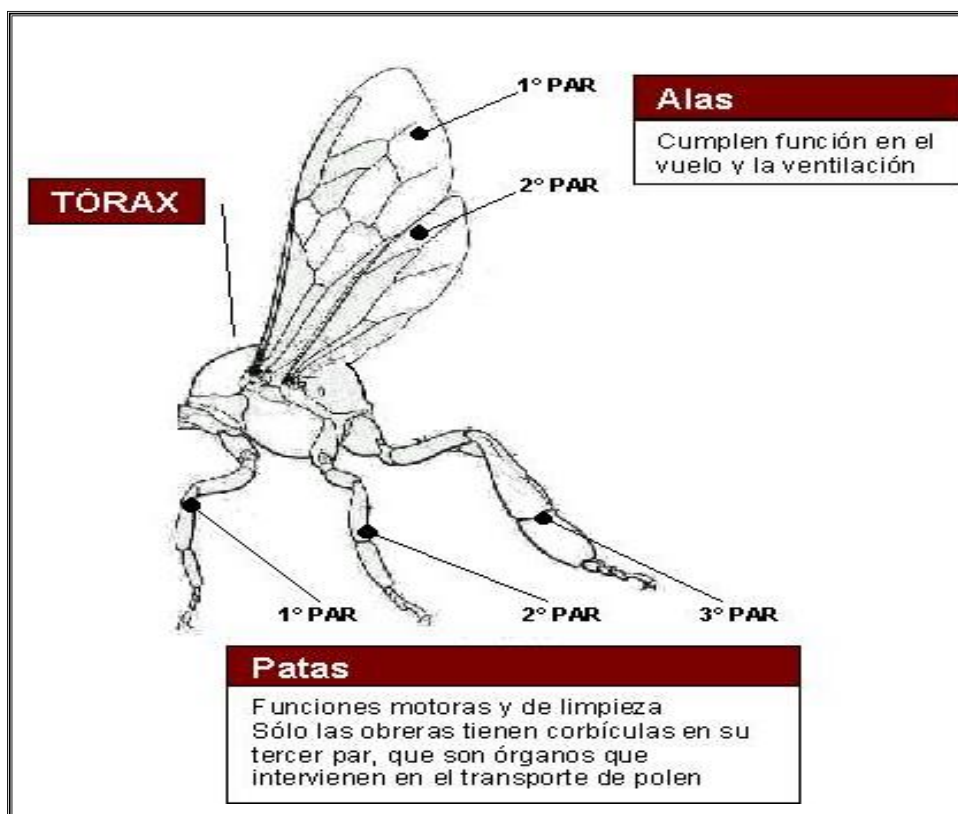


Figura 8. Alas articuladas al tórax. Foto: Martos, 2015.

1.1.13. Relaciones entre plantas y abejas

Al respecto, Canas y Gómez, (1993) sostienen la siguiente teoría:

La polinización, es la fecundación de las flores que se realiza cuando el polen pasa del estambre (que es el órgano masculino), al pistilo (órgano femenino) de las flores; esta puede ser de dos tipos: Auto polinización. Aquella que ocurre en la misma flor, es decir que en la misma flor están los dos órganos (masculino y femenino) ejemplo: durazno, ciruelo, manzano. Polinización cruzada, cuando ocurre en flores distintas, se conocen dos formas:

1. Cuando en una misma planta hay flores masculinas y femeninas y el polen pasa de unas flores a otras, Por ejemplo: en la familia de las Cucurbitáceas, como la calabaza, sandias y pepinos.
2. Cuando las flores masculinas y femeninas están en diferentes plantas de una misma especie, como en el caso del papayo. La polinización puede ocurrir por varios agentes; como el viento, el agua, las aves o los insectos, entre estos, destacan las abejas.

Free (1993) indica: Dentro del grupo de insectos polinizadores las abejas son consideradas como los más importantes, debido a su tamaño y las vellosidades que poseen lo que les

permite que acumulen gran cantidad de granos de polen en su cuerpo, que más tarde entran en contacto con el pistilo de otras flores provocando así la polinización.

Roubik (1995) menciona: Una marcada diferencia entre las abejas y otros insectos en la polinización es que las abejas visitan varias flores en busca de alimento para llevar a su colonia y los segundos solo lo hacen para satisfacer sus necesidades inmediatas, además de que visitan una variedad de fuentes diferentes a las flores, este comportamiento hace que las abejas sean más eficientes en su actividad polinizadora.

Al respecto Medina (1998) señala: Un agricultor puede suministrar las mejores prácticas de manejo para tener un buen desarrollo de un determinado cultivo, pero probablemente no obtenga una abundante cosecha si se olvida de tener una adecuada polinización; muchos cultivos dependen de las abejas para incrementar la producción, por eso, esta es la contribución más grande que hacen las abejas a la agricultura; en términos generales el aumento en el rendimiento esta entre un 25 y 70% de acuerdo con el cultivo de que se trate.

Bartra, 1994; Parker *et al*, 1987; Henkes, 1999; Kevan, 1988; Torchio, 1987; Heard, 1999, sostienen: Tradicionalmente las abejas que más se identifican como agentes polinizadores son las del genero *Apis*, destacando la especie *Apis mellifera*, esto hasta cierto punto es entendible, porque son las que se encuentran con más abundancia, presentan altos rendimientos de miel, se conoce su biología y son fáciles de manejar. Sin embargo, existen otros tipos de abejas que no son muy conocidas y que por consiguiente son ignoradas, pero que a veces pueden ser más eficaces en la polinización que las del género *Apis*.

Las abejas melíferas se presentan como el grupo más abundante que inciden en la polinización, su distribución en el mundo es cosmopolita y es sobre las cuales se han hecho más estudios, por lo que el concepto general es considerarlas como "campeonas" para la polinización. Influyen en la polinización de muchos cultivos, principalmente hortalizas, algunas de estas son: calabaza, cebolla, coliflor, sandía, melón, rábano, zanahoria, etc, otras frutas como el mango, ciruelo, durazno, manzana, palto, ingas, zapote, cocotero, etc.

1.1.14. Importancia del patrón palinológico en el control de calidad de la miel de abeja

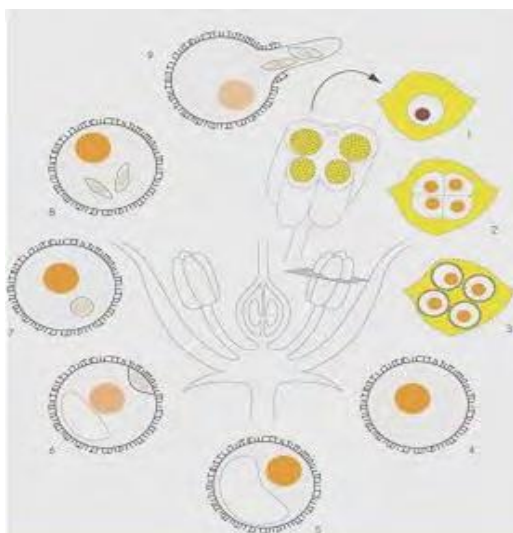
Huamán (2003) considera: El Perú es un país diverso en cuanto a sus ecosistemas, lo que le da características peculiares en la flora y fauna en cada región o zona de vida, esta

característica hace que la miel de abeja que se produce en cada una de ellas, posea características peculiares; En cuanto a los componentes biológicos se refiere, la composición polínica (tipos de granos de polen) que se presenta en la miel también le da características que diferencian unas de otras. Para poder entender cómo el patrón palinológico puede ayudar a los estudios referentes a la calidad de la miel de abeja es importante entender cuestiones básicas sobre las características del grano de polen, su colecta y valor nutritivo.

1.1.15. El grano de polen

Las plantas que poseen flores (fanerógamas) se reproducen sexualmente al unirse el gameto masculino con el femenino. Dentro de los sacos polínicos, que en la mayoría de plantas se hallan en las anteras de los estambres, se producen los granos de polen, en cuyo interior se desarrolla el gameto masculino o espermátide (Figura 9).

Los granos de polen a simple vista se presentan como un polvillo muy fino, de allí que su nombre signifique “flor de harina”, es decir, el polvo más fino de la harina y la disciplina que estudia al polen (y a las esporas) se denomina palinología.



1. Célula madre polínica
2. Microsporas
3. Microsporas en Tetrades tetraedrales
4. Microspora
5. Formación de vacuola central
6. Primera mitosis. Sin citocinesis. Formación de una célula vegetativa y generativa (unida contra la pared)
7. Desprendimiento de la célula generativa
8. Segunda mitosis. División de la célula generativa en dos células espermáticas.
9. Formación del tubo polínico en el estigma otra estructura.

Figura 9. Desarrollo del polen. Microsporogénesis y microgametogénesis (Hesse *et al.*, 2009).

La palinología es una palabra que se deriva del latín *pollen*, *pulvis* (polvo fino) y del griego *logos* (conocimiento, palabra) y representa una rama de la botánica dedicada al estudio del polen y las esporas. Ésta se centra fundamentalmente en el análisis de su morfología externa que presenta patrones estructurales diferentes a tenor de las variaciones en la exina, que es la pared externa de los granos de polen (Borja *et al.*, 2011). El estudio y análisis microscópico de su simetría, aperturas en las paredes, contorno, forma, tamaño, tiene un

valor taxonómico y permite distinguir taxones diferentes a distintos niveles (familia, géneros, especies). Es en el estudio paleontológico donde se logra su máxima versatilidad, pues el polen tiene gran resistencia a la putrefacción debido a las características químicas de la exina. El grano de polen debe ser tratado como un objeto tridimensional para su estudio y, según esto, sus principales características son, en primer lugar, su forma, la cual depende de la relación entre sus ejes polar (P) y ecuatorial (E), perpendiculares entre sí, Figura 10 (Borja, 2012; Guzmán, 2007; Hesse *et al.*, 2009).

El estudio y análisis microscópico del polen con respecto a su simetría, aperturas en las paredes, contorno, forma y tamaño, tiene un valor taxonómico y permite distinguir taxones diferentes a distintos niveles (familia, géneros y especies); la simetría es una de las características sobresalientes de la morfología, un polen con simetría radial (posee un plano horizontal ecuatorial) y dos más planos verticales (polares) de simetría, cada uno de los cuales divide el grano en dos mitades iguales; un polen heteropolar con simetría radial posee solamente dos o más planos verticales, sin plano de simetría horizontal; un polen isopolar con simetría bilateral posee tres planos de simetría, uno horizontal y dos verticales (estos dos planos verticales son perpendiculares uno al otro); un polen heteropolar con simetría bilateral posee uno o dos planos de simetría vertical, uno perpendicular al otro y raramente un polen es asimétrico (Hesse *et al.*, 2009).

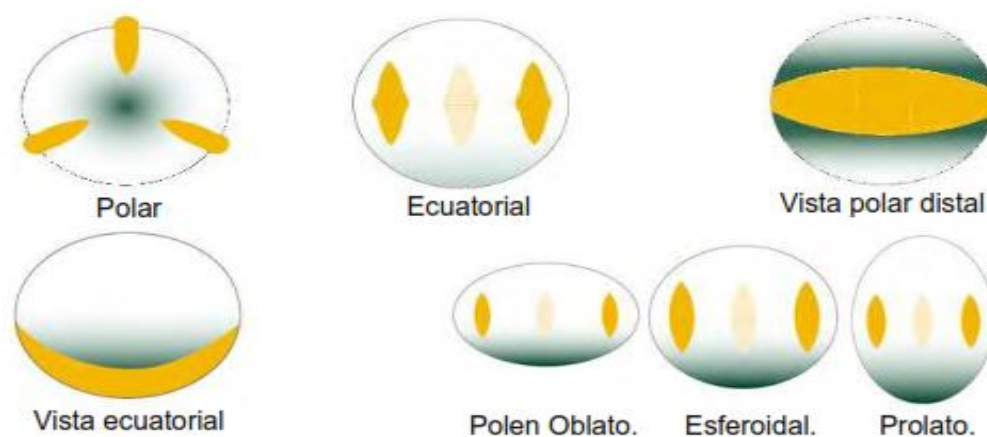


Figura 10. Representaciones de la vista polar, ecuatorial y otras formas del polen. Fuente: Hesse *et al.*, 2009.

En conjunto a esta variedad morfológica se reúne la ley de Garside que se refiere a la inusual disposición de las aberturas en las que forman grupos de tres a cuatro puntos en las tétradas (probablemente restringido a Proteaceae, no permanente en tétradas) y la ley de Fischer se refiere a la disposición más frecuentes donde las aberturas forman parejas en seis puntos de las tétradas (Ericaceae y permanente en tétradas), Hesse *et al.*, 2009.

Algunos diagramas se puede observar en la Figura 11. En los granos de polen el esporodermo no es uniforme, en ciertas partes se encuentran puntos delgados o perforados llamados aperturas o poros; esta apertura se encuentra relacionada con la germinación del grano durante el ciclo biológico de la planta, ya que por esas aperturas se da origen al tubo polínico que conduce los espermatozoides al óvulo para efectuar la fecundación, (Borja, 2011).

Se conocen diversos tipos de arquitectura polínica en los cuales se consideran los caracteres geométricos externos de la exina (espinas, báculos, entre otros.), la superficie del tectum (puede ser continuo o no) y las estructuras suprategmales que puede ser estriada, espinada y rugosa entre otras son las que determina la ornamentación (Salamanca, 2007).

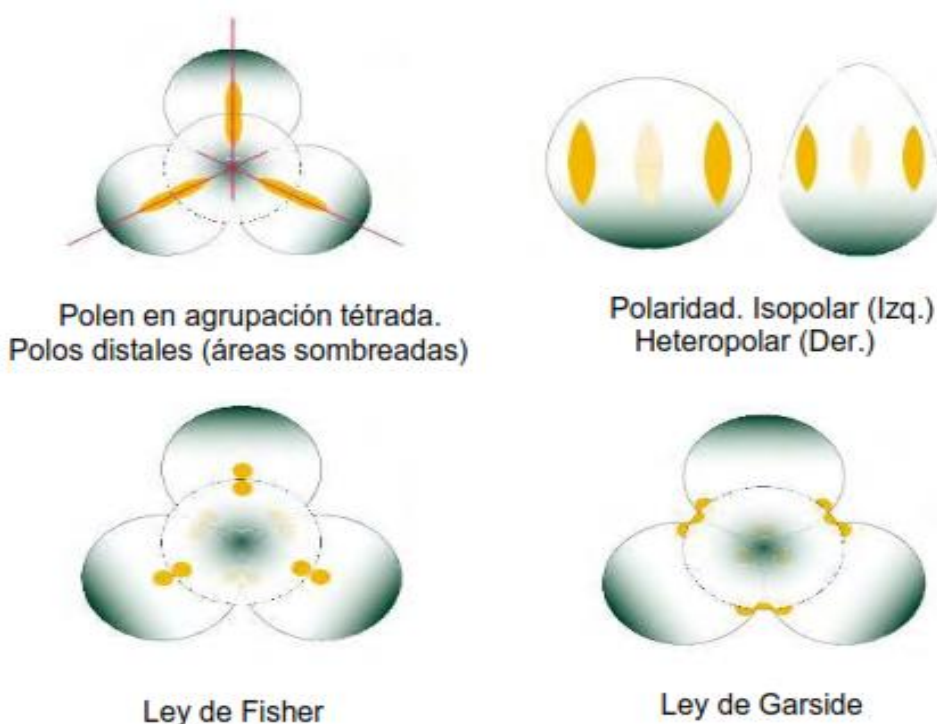


Figura 11. Polaridad y simetría de tipos polínicos. Fuente: Hesse *et al.*, 2009.

En gran parte de los pólenes en el momento de la anthesis está presente el polen kitt (pk) que es una sustancia pegajosa secretada por las células del tapete compuesta por lípidos, carotenos, polisacáridos y glicoproteínas, su función es de protección frente agentes ambientales y biológicos además presenta marcada diferencia en cantidad y consistencia en las plantas anemófilas y entomófilas. En la Figura 12, se muestra la estratificación de la pared polínica.

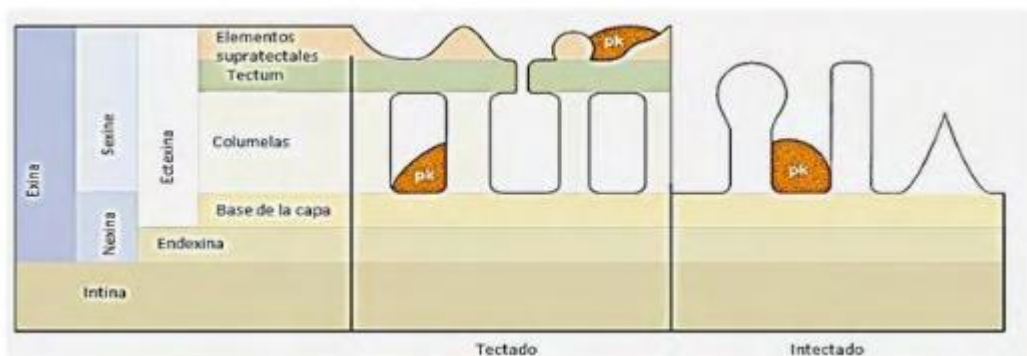


Figura 12. Estratificación de la pared polínica. Fuente: Hesse *et al.*, 2009. Pk: Revestimiento del polen.

Los granos de polen poseen una cubierta de gran resistencia, la que se llama esporodermis, ésta posee características de ornamentación (escultura), aperturas y forma, las que al combinarse dan características que diferencian los granos de polen de una y otra especie.

Cuando el polen es llevado de una flor a otra por los insectos, se dice que la planta es entomógama, para ello los granos de polen deben de poseer una superficie mayormente rugosa y cubrirse de una sustancia pegajosa que le permite adherirse a cualquier superficie del cuerpo del insecto, para que así logre llegar a la parte femenina de la flor con la que se fecundará, cuando este insecto se acerca a la flor en búsqueda del néctar.

Pero el polen no sólo aprovecha de esta situación circunstancial, sino también es buscado especialmente, porque es para muchos insectos, como las abejas, la principal fuente de alimento sólido, proteínas, grasas, minerales y vitaminas, principios alimenticios esenciales para el crecimiento y desarrollo de las abejas (Huamán, 2003).

1.1.16. Colecta de polen

El polen contiene la mayoría de los nutrientes esenciales para la producción de la jalea real para la alimentación de las larvas reales y las larvas de abejas obreras. El polen es la fundamental fuente de proteínas y lípidos de las abejas. La cantidad de proteínas y grasa en el néctar es insignificante. Las abejas obreras maduras usan las proteínas directamente del polen; las reinas maduras, las larvas de reinas y las larvas de ambos sexos reciben la proteína en la jalea real la cual se produce a partir del polen. De esta manera, el polen es esencial para el crecimiento y desarrollo normal de cada abeja, así como para la reproducción de las colonias.

Las abejas colectan el polen en una especie de canastilla la que está limitado a la pata trasera, y se reduce a una hilera de pelos largos que rodean un espacio libre de la tibia. Así

pues, sólo en las abejas se presenta una estructura de transporte del polen, la que está constituida por largas cerdas curvadas que forman una especie de cesto, corbícula o canasta de polen.

Muchos investigadores han estudiado sobre los mecanismos de colecta del polen el cual varía según el tipo de flor que visita, los resultados nos indican que existe una relación inversa en cuanto al tamaño del grano de polen y la cantidad de polen encontrado sobre la superficie de la abeja, encontrándose entre 250000 hasta 6 millones de granos, distribuyéndose en diferentes partes del cuerpo, ubicándolos mayormente en la corbícula.

El factor más importante para la colecta del polen por parte de las abejas es la temperatura, así en muchos territorios por debajo de los 10°C no se observa colecta, mientras que en zonas tropicales, se colecta el polen durante todo el año. También es factor limitante la intensidad de radiación, pues las abejas vuelan más en días claros que en días nublados.

Por otro lado, las colonias tienen preferencias por determinadas flores, pues visitan aquellas flores que han visitado con anterioridad, lo que determina una relación entre el monto de polen colectado y el período del año. También la presencia de ciertas sustancias determinan la selección de las flores, así el contenido de nitrógeno y de aceites presentes en el polen, son sustancias que atraen de manera importante a las abejas. Se tenía la idea de que sólo el color de la flor y el aroma del néctar eran factores que determinaban la atracción, pero ahora se sabe que también el polen puede “soltar” ciertas sustancias volátiles que actúan como estimulantes.

Gran cantidad de polen puede ser colectado por la colonia en un solo día, se ha calculado, que en la época de mayor producción para colectar 250 g de polen, se requiere 17000 vuelos. Se sabe que una colmena puede producir entre 15 y 40 Kg, en una estación, estimándose que la demanda de polen por parte de la colonia es aproximadamente de 50 Kg, al año.

Los colores del polen colectado varía según sea una colecta monotípica o mixta; la primera se refiere a la colecta de una especie determinada; la segunda a más de una lo que da depósitos de polen de diversa coloración. En el color también puede ser determinante la presencia de esporas de hongos, algas y otros materiales extraños. Los colores también se pueden deber a factores ambientales, así por ejemplo, en días húmedos se espera un polen oscuro. Todo esto puede hacer que polen de la misma especie colectada en diferentes plantas presente diferente color o tonalidad.

Las obreras con su carga de polen lo depositan en las celdas, una vez que se ha llenado ésta (con aproximadamente 18 cargas) otras abejas más jóvenes adicionan algo de miel al polen

para prevenir que se malogre. Este depósito de polen es conocido como “el pan de polen”. Este polen almacenado podría sufrir cambios debido a la capacidad de germinación de los granos así como la fermentación que se puede presentar en ellos (Huamán, 2003). En la Figura 13 se muestra el flujograma para la colecta y procesado de polen.

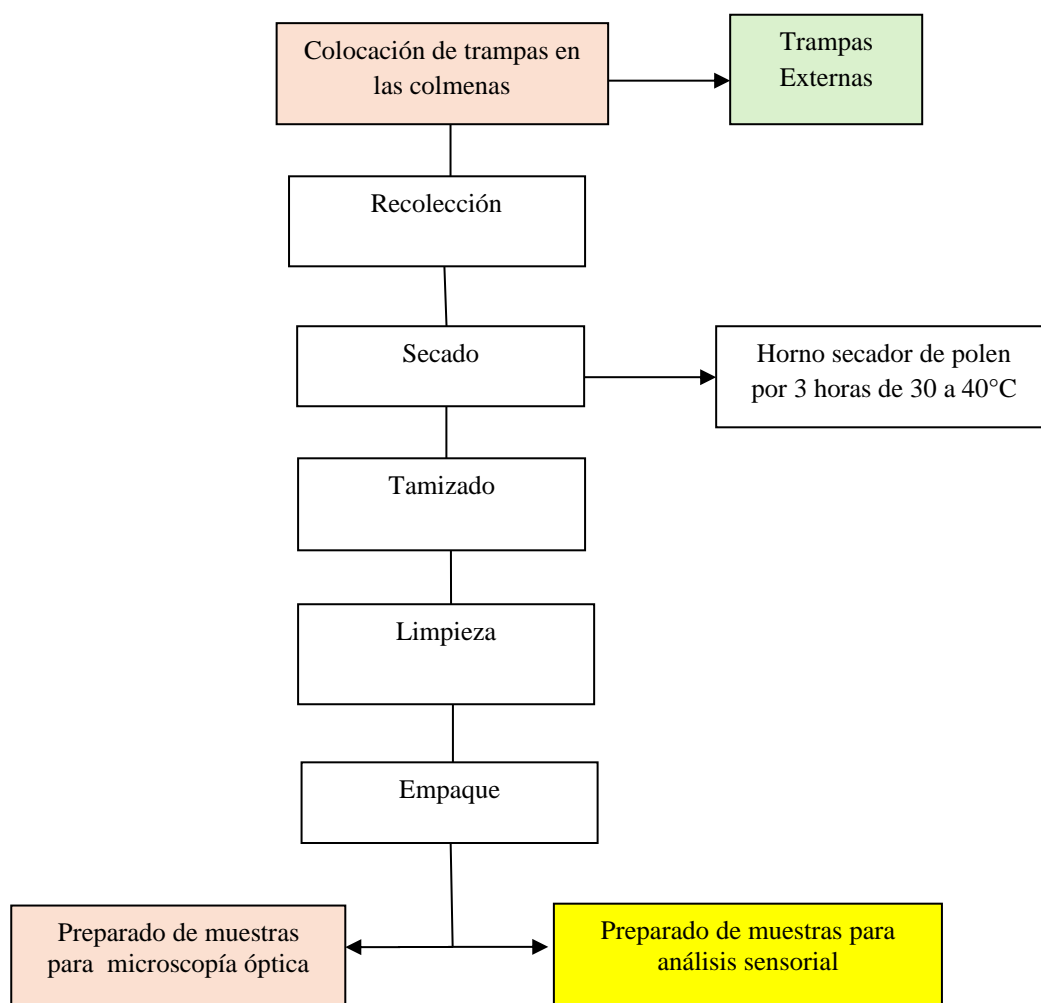


Figura 13. Flujograma para la colecta y procesado de polen en laboratorio.
Fuente: PROYECTO PIBA-2-P-183-13. Año 2015.

Sobre la Figura 13; en día soleado las trampas de polen de tipo externa se colocaron a las 6:00 horas, considerando la carga de polen por día transportado por las abejas y se recogieron en horas de la tarde (16:00 horas) en las diferentes zonas y colmenas seleccionadas para el estudio, preferible realizar la cosecha entre abril, mayo y setiembre, octubre del año. La colecta se realizó previa selección, tomándose las muestras directamente de las colmenas, habiéndose colocado en la entrada o piquera la trampa cazapolen, material formado por una rejilla que tapa la entrada y un cajón inferior donde cae el polen, la rejilla presenta orificios del tamaño preciso (4,5 mm de diámetro) para que pase solamente la abeja dejando caer su carga de polen al cajón. Las muestras se colectaron

cada quince días durante los 4 meses que abarcó la colecta en campo; luego se llevaron a un secador de polen durante 3 horas someténdola a 35 – 40°C de temperatura hasta reducir al mínimo el porcentaje de humedad. Antes del envasado las impurezas se retiraron utilizando una pinza. De esta manera se tuvo la muestra en óptimas condiciones para su observación mediante microscopía óptica.

En la Figura 14, se muestra el acondicionamiento de la miel, previa evaluación se realizó la cosecha de miel en la temporada abril a octubre del año, cuando el contenido en las celdas de los panales indicaba estado óptimo de madurez y frescura, luego fueron trasladados al laboratorio para el procesamiento, conservación y análisis respectivo.

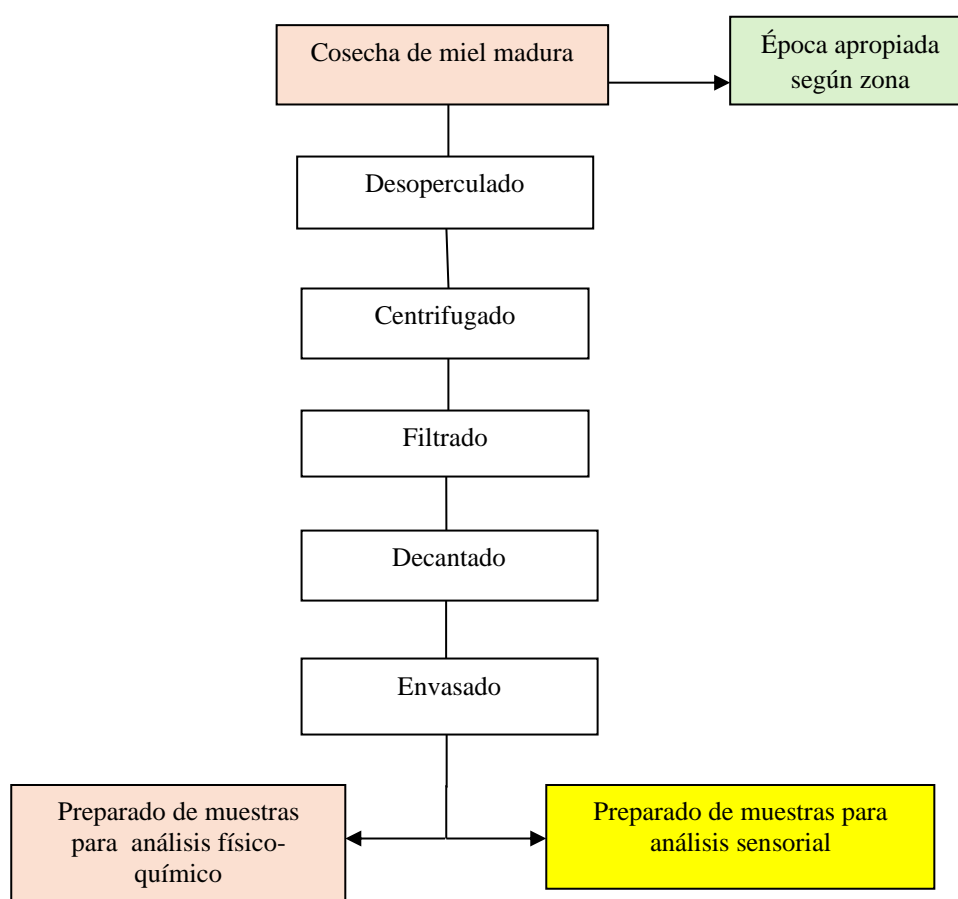


Figura 14. Flujograma para el acondicionamiento de muestras de miel en laboratorio.
Fuente: PROYECTO PIBA-2-P-183-13. Año 2015.

1.1.17. El papel de las abejas en la polinización de cultivos

Al respecto, Macías y Amano (2003) sostienen la siguiente teoría:

El concepto más conocido acerca de las abejas por la población en general es que son consideradas como insectos que solo producen miel y que son mantenidas por los apicultores con este fin; sin embargo, las abejas ocupan un papel preponderante en la naturaleza ya que tienen un fin de singular importancia; esto es la polinización de las

plantas cultivadas y nativas. Sin una adecuada polinización el agricultor nunca llega a obtener los máximos rendimientos de su cultivo, situación que se presenta muy a menudo, ya que estos no acostumbran a utilizar abejas para polinizar sus cultivos; redundando esto en una disminución de sus ingresos económicos. Por otra parte el conocimiento de las abejas que se pueden utilizar para polinizar cultivos se limita solo a la especie *Apis mellifera*, siendo que hay una diversidad de especies que son potencialmente útiles y sobre las cuales hace falta que se realice más investigación para determinar su eficiencia de polinización debido que existe especies de abejas que se especializan en visitar un determinado cultivo con más eficiencia en la polinización que las abejas comunes. De ahí la importancia de conocer la diversidad de abejas que inciden en la polinización de cultivos y el papel que desempeñan en este proceso.

1.1.18. Caracteres bromatológicos del polen de abeja

Desde el punto de vista bromatológico, el polen de abeja es rico en azúcares, proteínas, lípidos, vitaminas y antioxidantes, entre una gran variedad de compuestos de diferente naturaleza química. Otros componentes menores son minerales y elementos traza, vitaminas y carotenoides, compuestos fenólicos, flavonoides, esteroides y terpenos (Kroyer & Hegedus, 2001). Según informes de investigación, los mayores componentes del polen de abejas son carbohidratos crudos (13% y 55%), fibras (0,3% y 2%), proteínas (10% y 40%,) y lípidos en cantidades que oscilan entre 1% y 10%, respectivamente (Pascoal *et al.*, 2014). Dichos rangos son amplios ya que la composición y propiedades de los productos apícolas pueden variar dependiendo de su origen botánico y geográfico (Cimpoi *et al.*, 2013).

1.1.19. Caracterización del polen

El polen fue definido desde 1994 en Estados Unidos como un alimento funcional y se promueve su consumo diario, por lo que genera interés en estudiar su contenido nutricional y extractos. (Fei, *et al.*, 2009). Para este propósito se utilizan diversas técnicas que han permitido realizar caracterizaciones fisicoquímicas y funcionales de polen de abejas. Una de las principales técnicas alternativas fue la cromatografía líquida, la cual es un proceso muy utilizado en los laboratorios para realizar análisis cualitativos y cuantitativos del perfil de compuestos presentes en extractos naturales. El perfil químico y la actividad biológica de un extracto varían de acuerdo con la metodología de extracción y la naturaleza química de los solventes empleados. La extracción del polen con metanol se ha empleado para la

obtención de fenoles y el estudio de actividad antioxidante y antimicrobiana (Pascoal *et al.*, 2014; Morais *et al.*, 2011).

Asimismo, por medio de la extracción Soxhlet es posible obtener extractos de naturaleza química diferente mediante el empleo de solventes de polaridad creciente.

En cuanto a la actividad antimicrobiana se adelantaron diversos estudios que demuestran que extractos de polen de abejas tienen efecto inhibitorio en bacterias de importancia en alimentos y muestran selectividad e inhibición para cada tipo de microorganismo (Morais *et al.*, 2011).

1.1.20. Factores que determinan la calidad de miel

A medida que se vienen aplicando nuevas técnicas a los productos alimenticios, se han desarrollado diversos métodos de análisis con el fin de preservar la calidad del producto manufacturado ya que las propiedades de algunos productos azucarados como el caso de la miel de abeja, son muy sensibles al calor y pueden deteriorarse durante el almacenamiento, que conllevan afectar sus características organolépticas, propiedades terapéuticas, antisépticas y contenido de enzimas y vitaminas (Manresa, 2005).

1. Características sensoriales y propiedades físicas

En la Tabla 6, se observa las especificaciones fisicoquímicas de la miel de abeja, donde el contenido de color de la miel varía desde casi incoloro hasta pardo oscuro, lo cual es debido a pequeñas cantidades de pigmentos (carotenoides, clorofila, xantofila) que establecen la diferencia entre una miel clara y oscura. Igualmente, los panales muy viejos u oscuros aumentan el color natural de la miel, al disolverse los pigmentos retenidos en las celdas. Las mieles oscuras tienen mayor acidez, más alto contenido en sustancias minerales y más riqueza en polisacáridos; mientras que las mieles claras son más suaves. El envejecimiento natural de la miel produce tonos más oscuros. Por otra parte, pequeñas cantidades de aminoácidos y compuestos nitrogenados afines aumentan la tendencia a oscurecerse durante el almacenamiento o cuando es sometido al calor. La consistencia de la miel puede ser fluida, viscosa o cristalizada, parcial o totalmente, dependiendo del grado de humedad y de temperatura de almacenamiento. El sabor y aroma varían, pero generalmente, posee los de la planta de las cuales las abejas han libado néctar. Por otra parte, los ácidos orgánicos le infunden aroma y diferencian una miel suave de otra de sabor fuerte (Salamanca, 2001).

Tabla 6

Especificaciones fisicoquímicas de la miel de abeja indicadas por INDECOPI (1999), Norma Técnica Peruana (NTP - 209.168-1999).

Valores de propiedades físico-químicas	
Especificaciones	Limites
pH	3,4- 6,1
Actividad de agua	0,56-0,62%
Acidez	40,00 meq/kg
Solidos solubles	76°Brix
Humedad	23%
Azucares reductores	≥70,00%
Cenizas	1,00%
Hidroximetilfurfural (HMF) (mg/kg)	80,00 mg/kg
Índice de diastasa (*escala Gothe)	mínimo 8
Densidad	1,400 y 1,600 [g/ml]

Fuente: INDECOPI (NTP - 209.168-1999).

Control de calidad: Norma del CODEX Stan 12-2008 para la miel de abeja

a) Factores esenciales de composición y calidad, según Tabla 7.

La miel no deberá tener ningún ingrediente adicional, incluido los aditivos alimentarios, ni tampoco adición alguna que no sea miel, la miel no deberá contener ninguna materia, sabor, aroma o contaminación inaceptable que haya sido absorbido de una materia extraña durante su proceso y almacenamiento. La miel no deberá haber comenzado a fermentar o producir efervescencia. No deberá calentarse la miel en medida tal que se deterioren su composición y calidad esenciales. No se podrá extraer polen ni ningún constituyente particular de la miel excepto cuando sea imposible evitarlo para garantizar la ausencia de materias extrañas, inorgánicas u orgánicas. No deberá calentarse ni elaborarse la miel en medida tal que se modifique su composición esencial y/o se afecte su calidad. No se deberán utilizar tratamientos químicos o bioquímicos para influir en la cristalización de la miel.

b) Apreciación, calidad de las mieles

La degustación de la miel conocida como “examen organoléptico” o “análisis sensorial” completa los análisis físico-químicos.

Mirando, oliendo, gustando y tocando con la punta de la lengua la miel a examinar, el analista actúa con cuatro de nuestros sentidos: la vista, el olfato, el gusto y el tacto.

Nuestros ojos distinguen el color de la miel, su homogeneidad o su heterogeneidad: jaspeados, restos de cera u otros en la superficie y en la masa, separación en dos fases: líquida y sólida (Salamanca, 2001).

Tabla 7
Determinación de calidad de miel según CODEX ALIMENTARIUS

Características	CODEX ALIMENTARIUS
Humedad máxima (%)	20
Azúcares reductores (%)	65
Sacarosa (g/100 g máximo)	5
Glucosa (g/100g máximo)	38
Sólidos Insolubles (g/100g máximo)	0,1
Acidez (meq. de ácido/k, máximo)	40 meq/Kg
Hidroximetilfurfural (HMF) (mg/k)	40 mg/Kg 80 mg/Kg (mieles tropicales)
Índice de diastasa (*escala Gothe)	mínimo 8
Prolina (mg/k)	mínimo 180
Conductividad eléctrica (µS/cm)	0,8

Fuente: CODEX ALIMENTARIUS (2008).

c) Contaminantes:

1. Metales pesados; la miel estará exenta de metales pesados en cantidades que puedan constituir un peligro para la salud humana. Los productos regulados por la presente norma deberán ajustarse a los niveles máximos para metales pesados determinados por la Comisión del CODEX ALIMENTARIUS (2008).
2. Residuos de plaguicidas y medicamentos veterinarios; los productos regulados por la presente norma se ajustarán a los límites máximos de residuos para la miel establecidos por la Comisión del CODEX ALIMENTARIUS (2008).
3. Higiene; la miel que se ponga a la venta al por menor o que se utilice en cualquier producto para consumo humano deberá estar exenta de moho visible, y en la medida de lo posible de sustancias inorgánicas y orgánicas extrañas a su composición, tales como insectos, restos de insectos, larvas o granos de arena (Llaxacondor, 2006).
 La miel no deberá contener sustancias tóxicas que deriven de microorganismos o plantas en cantidades que puedan representar un peligro para la salud (Estrada, 2005).

1.1.21. Parámetros físico-químico de miel producido por *Apis mellifera*

Las caracterizaciones de mieles se han basado en la determinación de sus propiedades químicas, físicas o biológicas. Varios estudios han intentado establecer rangos adecuados considerando algunas de sus propiedades y origen botánico mediante diferentes técnicas de análisis (Soria *et al.*, 2004). El estudio de las propiedades fisicoquímicas de las mieles se

establecen conforme a las directrices establecidas en métodos armonizados de la Comisión Internacional de la Miel (ICH, 2002); el CODEX ALIMENTARIUS establece criterios y parámetros de calidad de la miel a nivel mundial.

Para el caso Peruano, sobre análisis físico-químicos y calidad de miel se considera a INDECOPI (1999, NTP) y a nivel internacional el CODEX ALIMENTARIUS, 1993.

1. Índice de refracción, sólidos solubles, humedad y densidad

La miel es considerada un producto alimenticio de humedad intermedia. El estado del agua en la miel está sujeto a variaciones debido a que con cierta frecuencia durante el almacenamiento se producen fenómenos de cristalización (Gómez *et al.*, 1990; Flora, 2008), además, depende su estabilidad química y microbiológica. El contenido de agua en la miel suele oscilar entre un 13 y un 25% (Simal *et al.*, 1983; Flora, 2008), dependiendo de las condiciones climáticas, de la humedad del néctar y del grado de maduración alcanzado en la colmena (White, 1975, Flora, 2008). La humedad, densidad y el contenido de sólidos solubles en la miel, dependen de la humedad relativa de la atmósfera, de la ventilación de la colmena y del tiempo de la recolección (Quicazán, 1989).

2. Actividad de agua

La actividad de agua (a_w) se define como la relación que existe entre la presión parcial de vapor del agua en el alimento y la presión de vapor de saturación del agua pura a la misma temperatura (Belitz & Grosch, *et al.*, 1997; Flora, 2008). Ecuación 1:

$$A_w = P / P_o$$

P= Presión parcial del vapor del agua del alimento.

P_o= Presión parcial del vapor de agua pura.

La actividad de agua de un alimento es un importante parámetro físico de utilidad para predecir su estado y estabilidad relativa con respecto a sus propiedades físicas, velocidad de las reacciones de alteración, actividad enzimática, así como el crecimiento y desarrollo de los microorganismos (Labuza, 1980; Adams y Moss, 1997; Flora, 2008).

3. Conductividad eléctricas, sólidos conductores totales, y cenizas

La miel, tiene la capacidad de conducir corriente eléctrica debido a la relación directa con el contenido de sustancias capaces de conducirla, como ácidos orgánicos, proteínas y especialmente iones disociados de las sales minerales; otros elementos conductores son los azúcares y polioles (Crane, 1975; Ortíz, 1996). En las cenizas presentes en la miel, se han

hallado fundamentalmente: K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Cl; de todos ellos, el más abundante es el potasio, cerca del 80% de la materia mineral total. El tipo de suelo sobre el que crece la planta, así como su origen botánico y la alimentación de la colmena, influye en las proporciones de los minerales. Las mieles de mielato tienen un mayor contenido de cenizas que las de origen floral (Estupiñán *et al.*, 1998; Saínz y Gómez, 2000).

La relación entre el contenido de cenizas y la conductividad así como el tipo de ácidos orgánicos, minerales y electrolitos en general es indiscutible y está sujeto al origen botánico del néctar (Crane, 1975).

4. Potencial de hidrógeno, acidez libre, lactónica y total

Todas las mieles presentan reacción ácida, carácter que tiene un marcado efecto en el sabor, este contribuye junto con los azúcares y el peróxido de hidrógeno a dar estabilidad microbiológica (Sancho *et al.*, 1991). Se distinguen tres tipos: acidez libre que valora principalmente los ácidos orgánicos (glucónico, ácido fórmico, cítrico, málico, entre otros, lactónica (constituye una reserva potencial de la acidez cuando los ácidos orgánicos se encuentran combinados bajo formas de lactosas) (Salamanca, 2010).

La medida del pH es un parámetro de vital importancia en el control de calidad de mieles frescas y almacenadas, por su influencia en el desarrollo y control de microorganismos y la evolución de enzimas, jugando un papel fundamental en la pérdida de aromas, generación de sabores indeseables, condiciones de textura, estabilidad y resistencia.

El pH de disoluciones de la miel oscila entre 3,2 y 4,5 con un valor medio de 3,9 variación que depende del origen botánico del producto, siendo inferior en muestras de naturaleza floral y superior a 4,0 para muestras de miel de mielada. De igual forma el pH se encuentra condicionado al contenido en sales minerales, en especial de potasio, sodio y calcio (Crane, 1975) y en mieles de mielada puede aumentar su valor debido al efecto regulador de las sales tampones que contienen (Saínz y Triguero, 1970; Louveaux, 1985; Flora, 2008).

5. Contenido de azúcares

Los azúcares son los constituyentes principales de la miel, determinan las propiedades nutricionales y valores energéticos, igualmente son los responsables de la cristalización, higroscopicidad y viscosidad (Ortíz *et al.*, 1996). Los carbohidratos presentes en la miel están directamente relacionados con la composición del néctar o mielato; glucosa y fructosa suponen del 85 al 95% del total; la fructosa puede alcanzar niveles hasta del 38% de una parte y glucosa de otra en proporción del 31% (Salamanca, 2010). Los diferentes

tipos de miel suelen tener los mismos azúcares aunque en cantidades variables, estando su porcentaje relacionado con la flora y en una menor influencia con el clima y origen geográfico (Philippe, 1990; Socorro-Abreu y Espinar-Moreno, 1998).

6. Rotación específica

La velocidad de la luz que atraviesa un medio material está en función de su índice de refracción (n), la condición necesaria para que una sustancia sea ópticamente activa es que tenga índices de refracción distintos para la luz polarizada circulante hacia la izquierda y hacia la derecha. (n_D , n_L), así el ángulo de rotación (α) para el compuesto usualmente se expresa conforme a la ecuación (2):

$$[\alpha] = \pi / \lambda (n_L - n_R)$$

(α), es el ángulo de rotación en radianes, por unidad de longitud de onda y se expresa en las mismas unidades, λ es la longitud de onda incidente. A partir del ángulo de rotación, se puede entonces definir la rotación específica conforme a la ecuación (3):

$$[\alpha]_{D_{20}} = [\alpha / (l * w)] 100$$

$[\alpha]_{D_{20}}$; es la rotación específica y viene expresada en grados. En esta relación ²⁰ es la temperatura de medición en (°C) y D la línea de luz de sodio de 589,3 nm; (α) es la rotación angular de una disolución observado en el aparato; (l) es la longitud del tubo polarimétrico en decímetros y (W) el peso de la muestra en gramos. La rotación específica depende de la temperatura, longitud de onda de la luz utilizada y de la concentración de las especies activas en solución, siempre que no se presenten asociación entre las moléculas activas y el disolvente que las contiene. Usualmente las moléculas presentan mayor o menor actividad según sea su concentración conforme a la ley de Biot (Claramunt, 1996; Salamanca, 2010).

7. Actividad diastásica

La diastasa o amilasa, es una enzima añadida por la abeja al néctar que descompone el almidón en oligosacáridos, la cual se origina en las glándulas hipofaríngeas de la abeja; y en efecto, esta secreción se añade al néctar para producir la transformación final en miel

(White, 1975). La diastasa (amilasa) se asigna al grupo α -amilasa (amiloclástica) y β -amilasa (sacarogénica), encargada de la digestión de dextrinas o almidón (amilosa y amilopectina), originando maltosa, maltotriosa y α dextrina. En la miel se ha demostrado que únicamente está presente la α -amilasa (1,4- α -D glucanglucanohidrolasa) y que es originada por la abeja (Ortíz *et al.*, 1996).

8. Hidroximetil furfural (HMF)

El 5-(hidroximetil)-2-furaldehído (hidroximetil-furfural), es un aldehído cíclico, que se origina principalmente por la deshidratación de la fructuosa en medio ácido (pH 3,8 a 3,9), proceso que además está ligado al envejecimiento o a procesamientos que involucren un incremento de la temperatura (Bosch y Serra, 1986). Su aparición indica una pérdida de la frescura y por tanto la calidad de la miel. Además del envejecimiento natural, el calentamiento de la miel acelera su formación (García, 2003).

9. Parámetros cromáticos

Las propiedades ópticas de los materiales, son las que derivan de los fenómenos de transformación de la luz que incide sobre ellos: transparencia, turbiedad, color y brillo. Sin duda, el color es la propiedad óptica más importante. La transparencia y la opacidad, relacionadas con la cantidad de luz que el material deja pasar a su través o que se refleja en él y la turbiedad, relacionada con el fenómeno de difusión en el seno del material, se aprecian junto con el color (Carvalho, 2002; Reyes, 2010). La luz es constituida por ondas electromagnéticas que se propagan a unos 300000 kilómetros por segundo. Esto significa que nuestros ojos reaccionan a la incidencia de la energía y no a la materia en sí. Las ondas forman, según su longitud de onda, distintos tipos de luz, como infrarroja, visible, ultravioleta o blanca. Las ondas visibles son aquellas cuya longitud de onda está comprendida entre los 380 y 770 nm (Calvo y Durán, 2002).

Ésta valoración está asociado a una propiedad organoléptica e involucra indirectamente la calidad de un producto en particular, pues tiene que ver con su aspecto, por esta razón el atributo permite juzgar la aceptación o rechazo de un producto independiente de su origen, además el parámetro permite dependiendo del conocimiento que se tenga del producto en referencia, inferir el estado fisiológico de madurez en el caso de las frutas, la calidad de un vino o en el caso de mieles la asignación del origen botánico en principio, criterio que podrá corroborarse con pruebas analíticas a nivel de laboratorio para verificar su procedencia.

En la prueba espectrofotométrica de productos azucarados y mieles se han empleado diversas metodologías. Las soluciones azucaradas dependiendo de su concentración presentan un carácter espectrofotométrico definido; inicialmente se realizaron controles para distintos tipos de miel basándose en la metodología desarrollada por la compañía Köehler Instrument, la misma que se denomina escala Pfund.

Posteriormente se adoptaron las mejores condiciones de lectura del color, aplicando las metodologías definidas por la Comisión Internacional de Color (Brice *et al.*, 1956, Barbier y Valin 1957; CIE, 1986). (Figura 15).

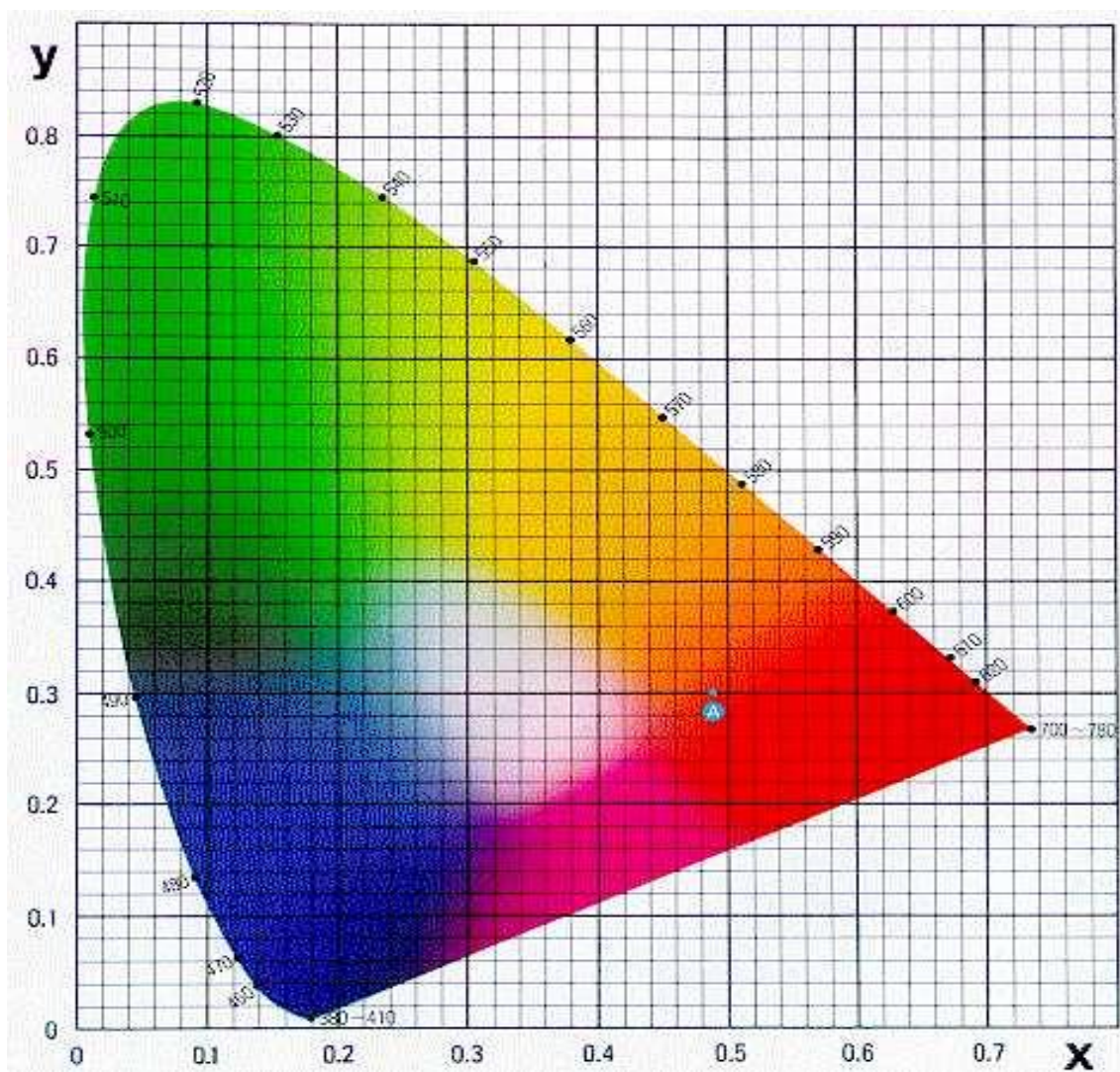


Figura 15. Locus del espacio de color tricromático CIE (1931).

1.1.22. Ecología microbiana

En general la dinámica de la ecología microbiana en alimentos es muy susceptible para el crecimiento de alguno de los patógenos dañinos para la salud humana, sino se toma

algunas precauciones de salubridad; respecto a la miel, se puede fundamentar que es un alimento de humedad intermedia, presenta una flora que se adapta a las condiciones poco favorables para el crecimiento de estos microorganismos debido a un pH ácido, bajo contenido de humedad y actividad de agua, elevada viscosidad, altas concentraciones de azúcares y presión osmótica, que hace un sustrato poco apto para el desarrollo microbiano, sin embargo, la supervivencia en ella es posible.

De acuerdo a Estupiñan *et al.*, (1998), la miel es un alimento muy seguro respecto a los peligros y riesgos sanitarios comunes que rodean a los alimentos tradicionales artesanales, pero es susceptible de alterarse merced a los posibles cambios ocurridos cuando han existido anomalías durante el procesado, envasado o conservación. Los principales grupos de bacterias en la miel que madura son especies de *Gluconobacter* y *Lactobacillus*, que desaparecen de la miel cuando el contenido de agua desciende a menos de 18% aproximadamente.

Como producto de origen natural las mieles de *Apis mellifera* presentan una típica flora microbiana, que se divide en dos grupos, que en principio reúnen a los microorganismos habituales y los secundarios ocasionales o accidentales, en esta secuencia, usualmente se presentan bacterias del género *Bacillus*, que se presentan en estado esporulado, aunque en mieles recientes se pueden encontrar formas vegetativas. Se trata de microorganismos que no tiene acción negativa sobre la miel y no son peligrosos para la salud humana. Bajo algunas circunstancias pueden encontrarse algunos patógenos para las abejas, como *Bacillus larvae*, responsable de la Loque americana y *Bacillus alvei*, agente relacionado con Loque europea, Quilez y Barrado (1976).

1.1.23. Flora apícola

Se califica flora apibotánica o flora apícola, al conjunto de especies vegetales que producen y/o segregan sustancias o elementos que las abejas recolectan para su provecho en un determinado territorio bajo similares condiciones bioclimáticas y biogeográficas, como; néctar, polen, resinas, látex para propóleos y mielatos (Díaz-González, 2003).

a) Importancia de la flora apícola

Al establecer una zona destinada a la producción apícola, es importante determinar la flora circundante y los recursos que esta aporta a la colmena, pues estos le proporcionan las características o propiedades organolépticas especiales (olor, color, sabor) a los productos

que se generan en los colmenares. De la misma manera, permite obtener productos diferenciados, así como establecer pautas de manejo de las colmenas y el aprovechamiento de los recursos ofertados por las plantas. Conocer la flora apícola en una determinada zona, región o finca, debería ser el primer requisito que se debe tener en cuenta para asegurar el éxito de la tecnología apícola. Uno de los beneficios derivados del conocimiento de oferta floral es la determinación botánica de las mieles y pólenes, es decir, la diferenciación de los productos de acuerdo con la especie botánica de la cual se obtuvo el recurso y de la que derivan su valor medicinal o nutritivo. La diferenciación por origen geográfico permite establecer las zonas en donde se están produciendo las mieles (Silva y Restrepo, 2012).

El establecimiento de sistemas productivos para el caso de la apicultura es influenciado por el potencial de plantas que ofertan flujos de néctar, contribuyen al sustento de la colmena facilitando la colecta del polen que es usado como fuente de proteína, así como la recolección de resinas esenciales para la producción de propóleos con el objeto de proteger la población de agentes externos y microbianos de la colmena (Guzmán, *et al.*, 2008).

b) Clasificación de flora apícola

Las plantas en las que las abejas obtienen sólo néctar se conocen como plantas nectaríferas. Sin embargo, no es suficiente que una planta segregue néctar para considerarla nectarífera, sino que es preciso que lo produzca y segregue en abundancia, que sea rico en materias azucaradas y que la abeja la pueda alcanzar sin gran dificultad con su lengüeta. Por otra parte, se definen como plantas poliníferas a aquellas de las cuales las abejas obtienen solamente polen. Se consideran plantas nectaríferas-poliníferas aquellas de las cuales las abejas obtienen tanto néctar como polen y constituyen la flora apibotánica o flora apícola (Díaz-González, 2003). Ver resultados en la Tabla 8.

Tabla 8
 Clasificación de la flora apícola

Nombre	Definición y ejemplos
Plantas nectaríferas	De las que se recolecta solo néctar: <i>Phyllanthus</i> sp., <i>Celtis</i> sp., <i>Gurtarda</i> sp., <i>Eupatorium</i> sp., etc.
Plantas poliníferas	De las que se recolectan solo polen: <i>Acacia longifolia</i> , <i>Casuarina</i> spp., <i>Daphnosis</i> spp., <i>Pinus</i> spp., <i>Zea mays</i> .
Plantas nectaríferas - poliníferas	De las que las abejas aprovechan tanto el néctar, como el polen: <i>Acacia caven</i> , <i>Ceratonia siliqua</i> , <i>Eucalyptus</i> spp., <i>Trifolium</i> spp.

Fuente: Adaptado de Polaino, C. (2006).

c) Flora apícola y ambiente

Las condiciones ambientales y climáticas que caracterizan en una región determinan la flora que existe y predomina en un lugar o zona, en un momento estimado. Además, de acuerdo a la influencia y al peso de los distintos factores que determinan el clima, (humedad relativa, temperatura, presión atmosférica, lluvia, etc.) será el comportamiento que manifiesten las distintas especies vegetales (Bazzurro, 2015).

Factores naturales afectan el ambiente, y a veces la gente puede alterar las posibilidades apícolas de una región con los métodos agrícolas y la forma de uso del terreno. El arrasar grandes áreas de forraje bueno y su reemplazo con la monocultura puede destruir un sitio bueno para las abejas si la cosecha introducida no es ventajosa para la abeja (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2004).

En un estudio que se realizó en bosque secundario de Campo Verde, Ucayali Perú, se observó que la flora apícola está compuesta por 107 especies consideradas de utilidad para la producción y/o mantenimiento de los colmenares, correspondiente a 91 géneros de 53 familias botánicas; tres especies no fueron identificadas; del total 31,77% (34) correspondieron a árboles, 28,04% (30) a arbustos, 26,17% (28) a hierbas, 12,15% (13) a trepadoras y 1,87% (2) a palmeras respectivamente, siendo el componente forestal arbóreo el más importante. Según la Tabla 6, distribuye a las especies por valores para la colmena, del cual se puede notar que para la producción de néctar se considera 77 especies y para polen 62 y para ambas insumos 44 dentro de los más relevantes para el sostenimiento de la cámara de cría (Velásquez y Zevallos, 2017). Ver Tabla 9.

Tabla 9

Función de las especies vegetales en apicultura de Campo Verde, Ucayali.

Función de las especies en apicultura	Cantidad	Porcentaje (%)
Mantenimiento y producción	23	21,50
Producción de néctar	77	71,96
Producción de polen	62	57,94
Producción de propóleos	32	29,91
Producción de néctar y polen	44	41,12
Producción de néctar y propóleos	22	20,56
Producción de polen y propóleos	23	21,50
Producción de néctar, polen y propóleos	20	18,69

Fuente: Velásquez y Zevallos (2017).

En la Tabla 10 se observa el valor de importancia de la flora apícola en Campo Verde donde más del 40% (muy importantes) de la producción melífera recae en la guaba, de 30-40% (importantes) el Kudzu, 7 especies 20-30% (medianamente importantes), 31 especies 10-20% (poco importantes), y 67 especies menores del 10% (mínimamente importantes).

Las especies que alcanzan mayores valores sin duda alguna son las que garantizan la producción de miel en la zona; las poco importantes por lo general corresponden a especies de producción y mantenimiento de la colmena, y las mínimamente importantes, que es la mayoría, garantizan el mantenimiento y estimulación de pecoreo al inicio de la gran floración anual.

Tabla 10

Valor de importancia de la flora apícola de Campo Verde.

Nivel de importancia	Valor (%)	Número de especies	Especies sobresalientes
Muy importantes	>40	1	Guaba
Importantes	30 – 40	1	Kudzú
Medianamente importantes	20 – 30	7	Toro urco, gramalote, limón, paujil chaqui, sachahuaca, shimbillo y naranja.
Poco importantes	10 – 20	31	Carambola, limón agrio, mango, ocuera, pega pega, piña, soya, malva, mandarina, resentida, yuca, soguilla, aguaje, yaragua, centrosema, marañón, palma aceitera, pasto elefante, pijuayo, suelda con suelda, auca atadizo, caimito, frijol, granadilla, pasto castilla, huaquilla, pajarito bobo, sangre de drago, cetico taperiba y yute, etc.
Mínimamente importantes	<10	67	Varias

Fuente: Velásquez y Zevallos (2017).

d) **Características de plantas útiles a la apicultura**

Para determinar si una especie es importante desde el punto de vista apícola es necesario considerar los siguientes aspectos:

- **Atractividad o intensidad de uso;** es la preferencia que muestran las abejas hacia una especie en particular, puede observarse en el campo que algunas especies son visitadas siempre, por innumerable cantidad de abejas. En el otro extremo se encuentran plantas que sirven como recurso esporádicamente a pocos individuos y finalmente las que no las atraen en ningún caso.
- **Fidelidad;** esta condición se observa a través de las sucesivas temporadas. Una especie puede ser siempre utilizada por las abejas (todos los años), en algunos años sí y en otros no o sólo ocasionalmente.
- **Abundancia;** es fundamental analizar la presencia de las especies utilizadas como recurso y determinar si son muy abundantes, abundantes, comunes o raras.
- **Oportunidad de la floración;** según el momento en que aparece dentro de la curva de floraciones de la zona, el estado de evolución de la colmena, y el recurso que aporta, una floración puede ser muy oportuna, oportuna o indiferente.
- **Intensidad y longitud de floración;** en general, en las especies de floración corta, se produce un aumento del número de flores hasta que se alcanza la plenitud y después de un corto estadío de máxima intensidad, desciende progresivamente hasta el final. En las especies de floración larga, la intensidad de la misma suele ser oscilante, respondiendo a condiciones del ambiente. Las abejas utilizan estas especies durante algunos momentos, excepto en la mayoría de los casos de las especies muy atractivas o de muy alta intensidad de uso, en que son visitadas siempre que están disponibles (APINET-INTA, 2000).

e) **Elementos de atracción a las abejas**

- **Nectarios;** son tejidos u órganos especializados que secretan néctar, un líquido con un contenido de azúcar que varían desde 4 hasta 65%. Este néctar es la materia prima de la que está hecha la miel. Estos varían mucho en forma y ubicación y pueden estar asociados con cualquiera de los órganos florales. El néctar puede ser secretado por la superficie del receptáculo, por las paredes del espolón como proyecciones del perianto, o por pelos en los pétalos y ovario. En muchas flores el nectario consiste en un anillo alrededor de la base del ovario. En algunos, los estambres o pétalos se han reducido y modificado en nectarios (Wilson & Loomis, 1957).

- **Colores;** las abejas son atraídas por las flores que se ven azules o amarillas a los ojos humanos, ellas distinguen diferencias en la absorción en la región ultravioleta del espectro y son muy sensibles a la absorción intensa del espectro ultravioleta por parte de flavonas y flavonoles. Estos pigmentos presentes en casi todas las flores blancas vienen como copigmentos en otras. No obstante que las abejas no perciben el color rojo, ellas visitarían flores de este color si los pétalos tienen las flavonas que absorben rayos ultravioletas (Reyes y Cano, 2000).
- **Perfumes;** cuando una planta pasa del estado vegetativo al reproductivo, se produce una gran emanación de sustancias volátiles, denominada "estallido de olor", que funciona como llamado a los polinizadores. Estas sustancias se liberan a través de órganos denominados osmóforos, que se localizan especialmente en los pétalos (CORONA APICULTORES, 2012).

1.1.24. Factores climáticos que afectan la flora apícola

Cuando la humedad atmosférica es muy alta, el néctar es de peor calidad, ya que disminuye la concentración de azúcares, si es muy baja se produce un desecamiento que impide la posibilidad de ser libado por la abeja. La temperatura óptima se sitúa en forma general entre los 12 y 25 °C, ya que las mayores provocan la evapotranspiración de la planta, que puede superar a la cantidad de agua absorbida por las raíces, provocando el cierre de los nectarios. Si la temperatura es muy baja, las plantas detienen sus funciones fisiológicas. El viento muy fuerte puede secar los nectarios rápidamente y una alta luminosidad implica un mayor nivel de fotosíntesis, que trae aparejado un aumento en la producción de azúcares (Alvarado *et al.*, 2002).

1.1.25. Fenología floral apibotánica

- a) **Fenología;** constituyen los fenómenos periódicos que se presentan en los seres vivos, plantas y sus relaciones con las condiciones ambientales (Temperatura, luz, humedad, fotoperiodo), (De Fina y Ravelo, 1973).
- b) **Fenología floral;** se considera como una propiedad importante de la historia de vida de las especies debido que la programación de los eventos reproductivos a través del tiempo pueden influir fuertemente en el mantenimiento individual de las plantas (Boshier & Lamb, 1997). La evolución de la fenología floral de las plantas además de relacionarse estrechamente con los factores abióticos del lugar donde se desenvuelve como la temperatura, el fotoperiodo, la humedad (Justiniano & Fredericksen, 2000), los factores edáficos y los factores bióticos (Borchert, 1983).

c) **Métodos para el estudio de la flora apícola;** entre los métodos disponibles para el estudio de la flora apícola, se pueden aplicar: la colmena experimental, el análisis polínico y la determinación del azúcar en el néctar (Silva, 2005).

1. Colmena experimental; este método se basa en el estudio del aumento o disminución de peso en una colmena, en virtud al trabajo realizado por las obreras al visitar las diferentes fuentes de néctar. De igual forma, estudia las diferentes plantas que son pecoreadas, la frecuencia de visita y la cantidad de individuos en diferentes periodos de tiempo.

Para realizar el seguimiento de la colmena experimental, es necesario llevar los registros de todas las observaciones realizadas en los diferentes periodos. Estos registros se pueden llevar en fichas o formatos especialmente diseñados para capturar la información diaria, semanal, mensual, semestral y/o anual según los parámetros a observar.

Este método también incluye el seguimiento de las plantas que son pecoreadas o identificadas como de interés apícola, así como el registro de las mismas. Si es posible se puede realizar algunos estudios de tipo botánico, para lograr una mejor caracterización de la flora, en relación con el desarrollo de la productividad de la colmena experimental.

En los registros es importante reportar las variaciones climáticas y meteorológicas (precipitación, brillo solar, humedad, temperatura, vientos, etc.) que se presenten en los periodos de observación.

Uno de los principales productos obtenidos con la observación de la colmena experimental es el análisis del desarrollo para las condiciones locales según la temporada de producción. Esta información puede ser gran utilidad para generar estrategias de trabajo en el apiario y los estándares de producción.

1. Análisis polínico; es el análisis de las mieles mediante la determinación microscópica de los diversos pólenes que se encuentran en la muestra de miel. También permite determinar la procedencia de la miel al mismo tiempo que el valor relativo en calidad y cantidad de las plantas que lo producen. Con la finalidad de poder identificar las plantas de las que procede el polen, es necesario coleccionar previamente la mayor cantidad posible de muestras microscópicas con preparación de polen, debidamente identificadas según la planta de procedencia. Esta tarea, se debe realizar en campo mediante la recolección de las muestras de polen.

El polen que se encuentra en la miel, se debe a que las abejas al momento de visitar las flores liban el néctar que se encuentra mezclado con cantidades considerables de gránulos

de polen. Por lo regular, este polen ha caído espontáneamente en los nectarios o en ocasiones es adherido a las partes del cuerpo de la abeja y en el trabajo de recolección se van mezclando con el néctar.

2. Determinación de los azúcares del néctar; el valor e importancia de una planta nectarífera se mide también por la concentración de azúcares en su néctar. Los néctares con contenido de azúcares elevados son más apreciados por las abejas, por su menor esfuerzo en el proceso de deshidratación para convertirlo en miel.

Este método se basa en el análisis del néctar contenido en el buche o bolsa melaria de las abejas cuando están libando en determinadas flores. En zonas donde se presenta alta diversidad de plantas, también se recomienda realizar el análisis directamente con las flores para determinar unos resultados más exactos, con relación a los resultados del buche melario (Silva, 2005).

1.1.26. Origen del suelo, fisiografía, vegetación y uso actual de la tierra

Según el “Estudio Detallado de Suelos, Zona del Bajo Mayo”; la litología está representada por sedimentos aluviales y por rocas sedimentarias, que en el caso de las más antiguas llegan hasta el jurásico. En las terrazas bajas y medias se encuentra arenas, limos y arcillas de la formación Pelejo del Grupo Huallaga, de edad reciente; mientras que las terrazas altas están constituidas por material conglomerado ligeramente consolidado o no, formado por cantos rodados, arenas y limos de comienzos del cuaternario, de la formación Ucayali del mismo grupo. En las lomadas suaves y áreas monticuladas contiguas, abundan las lutitas, limonitas y areniscas finas de naturaleza calcárea, del grupo capas rojas de edad terciaria, y las areniscas ácidas tanto de la formación arenisca de azúcar de edad cretácica, como del grupo capas rojas. Las tierras altas están constituidas por las siguientes unidades geológicas: El grupo capas rojas de edad terciaria, con areniscas, limolitas, y lutitas. Las formaciones areniscas de azúcar, chonta y aguas calientes, de edad cretácica, constituidas por areniscas ácidas muy friables, calizas, lutitas y limonitas calcáreas y areniscas y lutitas ácidas respectivamente.



Figura 16. Afloramiento masivo de areniscas cuarzosas. Proximidades de Lamas. IQ-2007. Fuente: Estudio Geología y Morfología del Bajo Mayo 2007, Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo.

Fisiografía; en la Zona del Bajo Mayo, se observan las siguientes formaciones fisiográficas:

Tierras Bajas, en estas áreas que están ubicadas a lo largo de los ríos se nota dos niveles: Terrazas bajas, inundables o no, de relieve plano, formados por depósitos recientes de arenas, limos y arcillas; en estas terrazas se han desarrollado los suelos de las series Cumbaza y Tingana.

Terrazas medias, no inundables, de relieve plano, formadas por aluviones modernos, en los que predominan los limos y las arcillas; en esta posición se han desarrollado suelos de las series Pastizal, Pampas, Granja y Porvenir.

Tierras Medias; ocupan una posición más elevada que las tierras bajas, son tierras de topografía variable entre ligeramente ondulada a monticulada dispuestas en terrazas altas fuertemente disectadas, lomadas suaves y áreas monticuladas. Están constituidas en el primer caso por cantos rodados y arenas gruesas y en los dos siguientes por areniscas, limolitas y lutitas. En esta posición se desarrollaron suelos de las series Laguna Vieja, Pucayacu, Tarapoto Amarillo y Tarapoto Rojo.

Tierras Altas; incluyen áreas de topografía variable, de monticulada a montañosa. Están situadas en lomadas y cimas de cerros, en las que abundan las areniscas, limolitas, lutitas y calizas cuya edad fluctúa desde el terciario hasta el jurásico. En esta posición se han desarrollado los suelos de las series Cerro Amarillo, Coparo, Moparo y Calera.

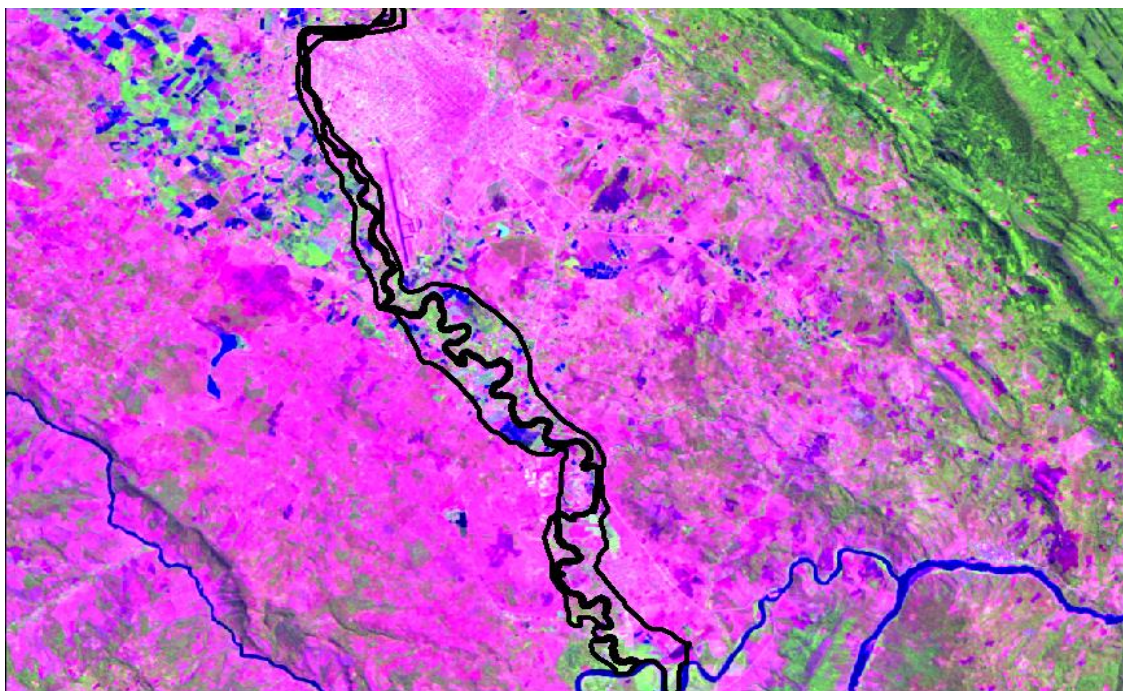


Figura 17. Llanura de inundación del río Cumbaza que se distribuye desde Juan Guerra hasta Morales. Imagen SPOT-1998 secc. VIII. Fuente: Estudio Geología y Morfología del Bajo Mayo 2007, Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo.

Drenaje; se realiza eficazmente por intermedio del río Cumbaza, en el que desembocan numerosas quebradas y riachuelos; este deja sus aguas en el río Mayo, que es afluente del Huallaga. Las principales quebradas y riachuelos son: El Shilcayo, Ahuashiyacu, Pucayacu, Chupishiña, Mishquiyacu, Maronilla, Llanguararca, Minero, Uchpayacu y el Apangurayacu. Las áreas que presentan problemas de drenaje son muy pequeñas, pudiéndose mencionar las cochas Shucush ubicada en el distrito de Cacatachi y la de Castro-Cocha en el distrito de Juan Guerra.

Vegetación; está encuadrada en la formación vegetal de Bosque Seco Tropical, con límites hacia el Bosque Húmedo Sub-Tropical. La vegetación forestal original fue talada en su mayor extensión, especialmente en las zonas cercanas a las poblaciones; en su lugar ha crecido una vegetación secundaria que puede clasificarse en arbórea, arbustiva y herbácea. Una buena parte de estas áreas vienen rozándose y acondicionadas para agricultura y ganadería.

Las principales especies que forman el bosque primario son las siguientes: Quinilla, moena, bolaina, estoraque, ojé, renaco, ishpingo, catahua, manchinga, chuchuhuasi, tangarana, espintana, huimba, pashaca, ajosquiro, algarrobo.

Las especies que forman el bosque secundario se encuentra: Ocuera, atadijo, añallo caspi, yanavarilla, cetico, shimbillo, guaba, caña brava, y varias especies de palmeras entre las que destacan: Shapaja, yarina, shebon, bombonaje, huicungo, aguaje y ungurahui. En los suelos ácidos son frecuentes la cashaucsha y la shapumba.

Uso actual de la tierra, se circunscribe principalmente a los suelos de naturaleza calcárea, ubicados en áreas de topografía relativamente plana, los cuales debido a sus buenas condiciones físicas y químicas estiman buenos rendimientos. En los suelos ácidos el uso de la tierra es más limitado como consecuencia de su baja fertilidad natural, la cual se hace más evidente al segundo y tercer año después del rozo. La purma (chacra abandonada), se encuentran en proceso de recuperación de la fertilidad y de otras características propias del suelo. Generalmente está cubierta de especies arbustivas, así como de gran cantidad de enredaderas. Los pastizales ocupan áreas consideradas dentro de suelos agrícolas; estos se encuentran instalados generalmente en suelos calcáreos, profundos, pesados, de topografía plana a ligeramente accidentada, de permeabilidad lenta y de buena retención para el agua, también se encuentran pastizales en suelos ácidos, profundos, permeables, bien drenados, de topografía plana a ligeramente accidentada y de bajo índice de fertilidad.

La agricultura se practica donde los suelos reúnen las mejores condiciones físico-químicas, en ellas se explotan cultivos temporales y permanentes, destacándose entre los primeros: Maíz, arroz, yuca, frijol, maní, tabaco, etc. Y en los segundos: Caña de azúcar, plátanos, algodón, café, piña y frutales.

Los frutales se encuentran instalados en campos no bien definidos, y más bien forman un ornato de la vivienda; entre ellos se pueden mencionar las siguientes especies: Naranja dulce, limón sutil, limas, mandarinas, paltos, papayos, mangos, guabas, cocos, ciruela, etc. Existen también especies netamente tropicales, que son muy raramente cultivadas, así tenemos: El marañón, especie que se desarrolla muy bien en suelos ácidos, profundos y permeables, el zapote, taperiba, pan del árbol, las anonas, caimito y otros. Entre los pastos más comunes en la zona, se menciona las siguientes especies: Grama bermuda, grama castilla, pasto pangola, pasto gordura, gramalote, pasto yaragua, etc. (Adaptado de MINISTERIO DE AGRICULTURA ZONA AGRARIA IX-FAO, 1971).

CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material

2.1.1. Origen y colecta de muestras de miel y polen corbicular

Se analizaron un total de 100 muestras, recolectadas durante los años 2016 y 2017 en cinco localidades y colmenares de la Sub Cuenca del Bajo Mayo.

Tabla 11

Localización y origen de las muestras incluidas en el estudio

Muestras	Localidad	Zona de colecta	Altitud (msnmm)	Precipitación (mm/año)	Latitud sur	Longitud oeste
M ₁	Distrito de Zapatero	A 1 Km, del distrito	286	1200	06° 30' 00"	76° 30' 00"
M ₂	Lamas	Sector Pucuca, carretera a Shanao	596	1300	06° 29' 05"	76° 22' 23"
M ₃	Distrito Juan Guerra	Sector Boca del Mayo	230	1100	06° 35' 28"	76° 18' 47"
M ₄	Centro Poblado Las Palmas	Alrededores de las Palmas a 2 Km. Instituto Superior	350	1200	06° 32' 56"	76° 21' 45"
M ₅	Distrito Banda de Shilcayo	Tecnológico Nor Oriental de la Selva.	350	1243	06° 32' 56"	76° 21' 45"

Fuente: Investigador apícola Javier Ormeño, 2016.

2.1.2. Registro de condiciones climáticas en las zonas de estudio durante la cosecha de miel y polen

a) Datos meteorológicos y análisis de suelo de las zonas de evaluación

Los datos meteorológicos se descargaron por zona de las estaciones meteorológicas “El Porvenir” 000310, “El Porvenir” 4723013a y Lamas 000383, del banco de datos hidrometeorológicos alojado en la página web del SENAMHI; en tanto que los análisis de suelos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Tejidos Vegetales de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM-T.

Las características climáticas observadas durante el período de cosecha de miel y polen entre las cinco localidades en estudio tuvieron ligeras variaciones, esto debido que las zonas indicadas se encuentran en una zona de vida de bosque seco tropical, pero debo precisarse que existe diferencias en altitud hecho que condiciona asociado a flora la disponibilidad de néctar durante el año, implica por tanto que el régimen de lluvias en algunos meses como marzo y abril (176,4 y 156,4 mm), temperatura promedio máxima (29,7°C), temperatura mínima (19,6°C) y humedad ambiental (84%) de Lamas predispone la floración con flujo de néctar comparativamente con otras localidades de menor altitud.

Tabla 12
Comportamiento climático distrito de Lamas, años 2015-2016.

Parámetros	Meses												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
T° Max °C	30,3	31,5	30	30,1	29,7	29,9	30,8	30,5	28,3	28,4	28,4	28,8	29,7
T° Min °C	20,1	19,8	19,6	19,5	19,5	19,1	18,8	19,2	19,4	19,7	20	20,1	19,6
Precip. mm	104,3	132,7	176,4	156,4	121,7	64,3	86,3	70,6	115	140,8	121,8	104,8	1395,0
H. R. %	82	84	85	86	85	84	84	84	83	83	84	84	84,0

Fuente: SENAMHI, SM.

Tabla 13
Comportamiento climático distrito de Zapatero, años 2015-2016.

Parámetros	Meses												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
T° Max °C	31,4	31	30,8	30,3	30,1	30,3	31,3	31,4	31,6	31,5	31,4	31,5	31,1
T° Min °C	21,0	20,9	20,7	20,5	20,2	19,5	18,9	19,1	19,6	20,4	20,9	21,2	20,2
Precip. mm	90,2	115,3	157,1	151,1	108,7	84,9	77,3	75,8	113,6	124,5	127,0	98,7	1324,2
H. R. %	78	82	83	84	83	81	83	77	78	77	80	78	80,3

Fuente: SENAMHI, SM.

Tabla 14
Comportamiento climático distrito Banda de Shilcayo, años 2015-2016.

Parámetros	Meses												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
T° Max °C	33,8	32,6	32,2	32	31,6	32,4	32,4	32,8	32,9	33,2	33,2	32,3	32,6
T° Min °C	20,5	20,2	20,4	19,7	19	18,3	18,7	19,5	19,9	20,1	20,4	19	19,6
Precip. mm	91,8	116,5	138,3	132,3	97,9	70	62,2	59,9	77,4	108	94,6	92,8	1141,7
H. R. %	74	77	78	79	79	78	77	76	76	76	76	75	76,8

Fuente: SENAMHI, SM.

Tabla 15
Comportamiento climático distrito Juan Guerra años 2015-2016.

Parámetros	Meses												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
T° Max °C	33,2	32,8	32	31,7	31,7	31,5	31,7	32,7	33	33,1	33,1	33,2	32,5
T° Min °C	21,1	21,2	21,3	21,2	20,8	20	19,1	19,3	20,1	20	21,2	21,2	20,5
Precip. mm	81,1	104,9	130,8	124,1	79,7	70,1	58,2	62,8	83,9	104,3	96,2	76,2	1072,3
H. R. %	77	79	81	82	82	81	80	79	78	79	76	77	79,3

Fuente: SENAMHI, SM.

2.2. Metodología de investigación

2.2.1. Tipo de investigación

Se agrupa en un tipo de investigación básica, debido al conocimiento de las valoraciones melitopalínológicas, los diversos tipos polínicos contenidos en las cargas de polen, miel, caracteres físico-química y sensorial de miel y polen producido por abejas africanizadas y sus relaciones de influencia como la flora de referencia, los diversos tipos de ecosistemas de las zonas de estudio.

Para las valoraciones de cargas de polen corbicular obtenido en las colmenas y la flora de referencia de las Localidades de Zapatero, Lamas, Banda de Shilcayo, Las Palmas y Juan Guerra se utilizó el método de análisis definido por la Comisión Internacional de la Flora Apícola de la Unión Internacional de Ciencias Biológicas, a fin de estandarizar los análisis.

2.2.2. Nivel de investigación

La naturaleza del estudio es de tipo descriptivo-explicativo, correlacionado y experimental; debido al conocimiento de valoraciones de calidad de la miel y polen obtenida por abejas africanizadas y sus relaciones de influencia floral y geográfica.

2.2.3. Técnicas e instrumentos de investigación

Para la cosecha, pos cosecha y procesamiento de miel y polen se tuvo en cuenta las Buenas Prácticas de Manejo Apícola de acuerdo a las recomendaciones del CODEX ALIMENTARIUS (1981). Las muestras de polen corbicular y miel se trasladaron al Laboratorio de Análisis de Derivados Apícolas en envases herméticos.

2.2.4. Técnicas de procedimiento y presentación de datos

Para la ejecución del proyecto de investigación se procedió con la siguiente secuencia:

1. Colecta de polen corbicular

Las muestras se colectaron en las zonas rurales de los distritos de Zapatero, Lamas, Banda de Shilcayo, Las Palmas y Juan Guerra, departamento de San Martín-Perú (Figura 20) entre julio a octubre del 2016 y la réplica el 2017. La colecta se realizó previa selección, tomándose las muestras directamente de las colmenas, habiéndose colocado en la entrada o piquera la trampa cazapolen, material formado por una rejilla que tapa la entrada y un cajón inferior donde cae el polen; la rejilla presentó orificios del tamaño preciso (4,5 mm de diámetro) para que pase la abeja solamente dejando caer su carga de polen al cajón. Las muestras se colectaron cada quince días durante los 4 meses que abarcó el estudio en campo; luego se llevaron a un secador de polen durante 3 horas a 40–45°C de temperatura hasta reducir al mínimo el porcentaje de humedad. Antes del envasado las impurezas se retiraron utilizando una pinza (Figura 18).



Figura 18. A. Colocado de trampas caza-polen, B. Cosecha de polen y C. Secado de polen corbicular.
Foto: Javier Ormeño, investigador apícola 2016.

1. Cosecha de miel

Previa evaluación de las colmenas se realizó la cosecha de miel en la temporada julio a noviembre de 2016 y réplica el 2017, cuando el contenido de miel en celdas de los panales indicaba estado óptimo de madurez, luego se trasladaron al laboratorio para el procesamiento, conservación en refrigeradora y análisis respectivo (Figura 19).



Figura 19. A. Evaluando celdas con miel. B. Panal con miel en buen estado de madurez para la cosecha.
Foto: Javier Ormeño, investigador apícola 2016.

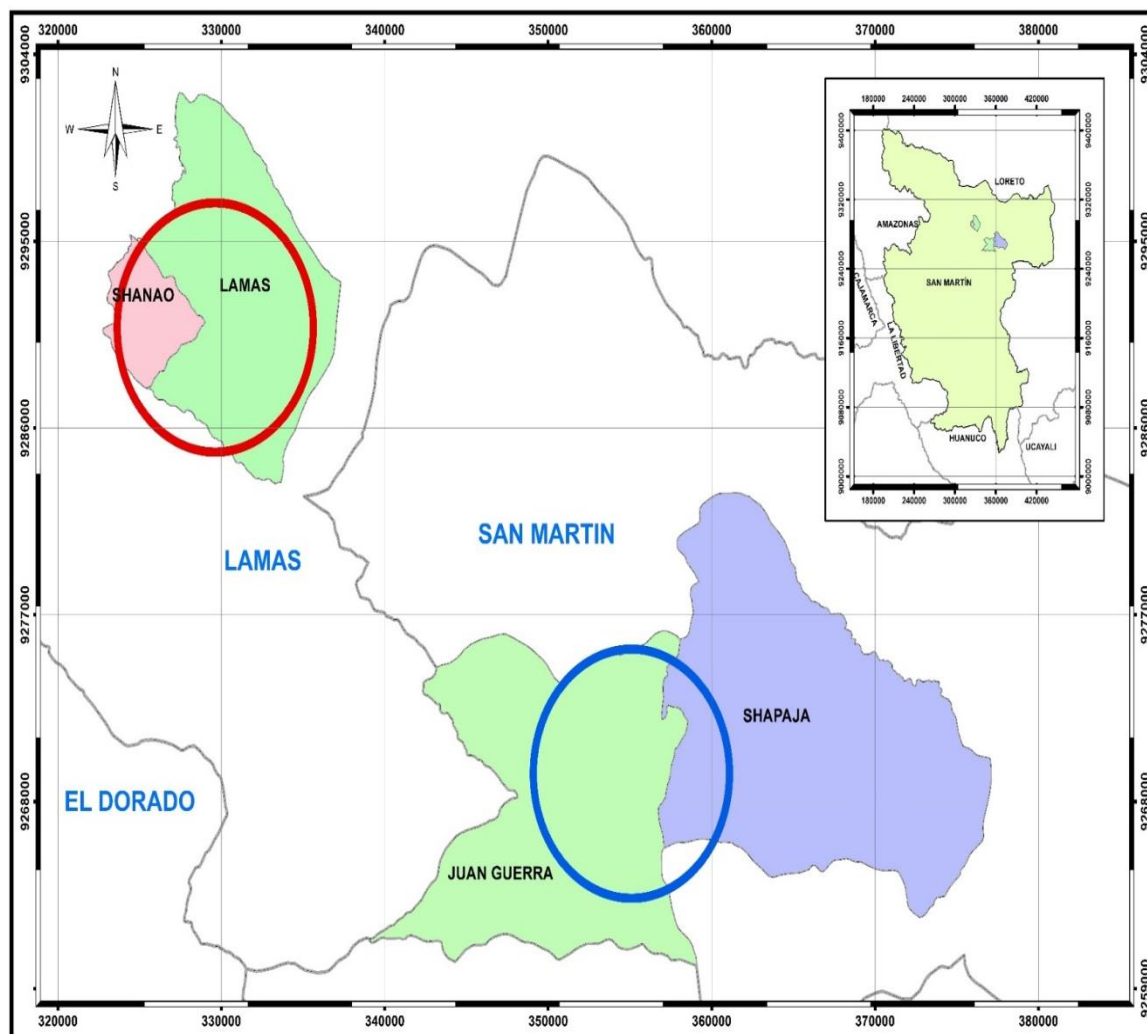


Figura 20. Ubicación geográfica de las provincias de San Martín y Lamas, que incluye a las localidades de Zapatero, Lamas, Banda de Shiclayo, Las Palmas y Juan Guerra. Elaboración: Javier Ormeño.

2. Análisis organoléptico de polen:

En el Laboratorio de Análisis de Derivados Apícolas–FCA, se realizó el análisis organoléptico sobre predominancia de colores en muestras de polen de las localidades en estudio, mediante el siguiente protocolo:

Análisis de polen: se realizó la determinación macroscópica, con la finalidad de obtener información acerca de las características referidas a color y peso.

El tratamiento previo general consistió en:

- Secar la muestra de cada envase, correspondiente a una colmena, en un secador especial (equipo secador de polen a 40 a 45°C) durante 3 horas (Figura 18).
- Eliminar las impurezas (abejas muertas, pedazos de hojas secas, trozos de cera, etc).
- Conservación en una cámara, a 35°C, hasta su análisis microscópico y macroscópico.

3. Análisis macroscópico, procedimiento:

- a) Se cuentan y pesan las cargas polínicas de cada colmena recolectadas durante las 24 horas.
- b) Atendiendo principalmente al color, se separan en grupos según su tonalidad.
- c) Cada grupo de color homogéneo se hace corresponder con las tonalidades descritas en las tablas de color de Pantone.
- d) Con la balanza analítica de alta precisión, se pesaron tres réplicas de 25 cargas polínicas de cada grupo de color homogéneo. Con estos datos se calcula el peso medio de cada polen recogido.
- e) En cada grupo se mide el tamaño de un número variable (entre 25 y 100) de cargas. Los resultados se analizan estadísticamente con el fin de determinar la importancia de cada grupo dentro de una recolección.

4. Análisis melisopalinológico:

a) Polen corbicular

Las muestras de polen corbicular (previamente separadas de acuerdo al paso número 4 por características de color) se le asignó un código correspondiente a la Guía Universal de Color Pantone, luego fueron procesados siguiendo el método descrito por Erdtman (1960).

Acetólisis de Erdtman:

Suspendimos el material polinífero en ácido acético glacial, centrifugamos y decantamos; añadimos la solución acetolítica (una parte de ácido sulfúrico y nueve partes de anhídrido acético puro); calentamos en baño seco hasta ebullición, dejamos enfriar y completamos con agua destilada, centrifugamos y decantamos. Finalmente, añadimos safranina, agua destilada, centrifugamos y decantamos; lavamos con alcohol al 30%, seguidamente al 90%; añadimos glicerina para conservar las muestras.

Observación de polen corbicular

Mediante microscopía óptica se llevó el conteo de 200 granos de polen para obtener frecuencias de aparición, ya que la mayoría de las muestras presentaron 2 ó más taxones (Jones & Bryant, 2001).

b) Observaciones de granos de polen contenidos en la miel

Siguiendo la metodología de Louveaux *et al.*, (1970) se analizaron las muestras de miel tanto cualitativa como cuantitativamente. Pesamos 30g de cada muestra de miel y las disolvimos en agua destilada; las colocamos en tubos de 50 cc para ser centrifugados; luego los precipitados se colocaron en tubos de ensayo para proceder con la acetólisis de Erdtman. Finalmente, procedimos con el análisis de las muestras; para esto contamos 1200

granos de polen en cada muestra con el fin de determinar la frecuencia y porcentaje de aparición de cada especie (taxón), además de determinar si la miel es mono o multifloral. Se procedió a identificar y asignar la taxonomía polínica la misma que se realizó mediante microscopía óptica (1000x) para ello se utilizó descriptores palinológicos cualitativos (tipo de grano, polaridad, simetría, forma, etc.) y cuantitativos (diámetro del eje polar, diámetro del eje ecuatorial, grosor de la exina, diámetro distal, número de aperturas, etc.); para ello se tomó como referencia el estudio realizado por Borja (2014).

Tratamiento de datos:

Usando Microsoft Office Excel 2016 se determinó la frecuencia y porcentajes de aparición de cada tipo polínico encontrado en la miel y polen corbicular. Asimismo, se evaluó la similitud entre las muestras de miel y polen corbicular de las muestras estudiadas utilizando el software estadístico Past v 2.0.

5. Análisis físico-químico de miel, procedimiento

El análisis físico-químico de miel se realizó tomando en cuenta la Guía de INDECOPI (1999, NTP).

a) Determinación de Hidroxi metil furfural (HMF)

Se determinó a dos longitudes de onda: 422,2 y 645,9 nm, previa separación del HMF, conforme la descripción del manual de métodos normalizados (AOAC, 1990). Se utilizó reactivo de Carrez I y II que fueron adicionados a $5,0 \text{ g} \pm 0,1 \text{ mg}$ de miel disuelta en 50 mL de agua destilada. Se utilizó bisulfito de sodio al 0,2% para eliminar el HMF presente en la matriz del blanco y como referencia cuando fuera necesario. Todas las lecturas se realizaron empleando unidad espectrofotométrica UV/Visible.

- Procedimiento experimental:
 - Homogenizar la muestra.
 - Pesar 5 g de miel en un vaso precipitado y disolver con 25 mL aproximado de agua destilada en un agitador magnético sin aplicar calor.
 - Adicionar posteriormente 0,5 mL de solución de Carrez I y 0,5 mL de solución de Carrez II.
 - Llevar la solución a un matraz aforado de 50 mL y enrasar con agua destilada.
 - Mezclar y filtrar utilizando papel de filtro y un embudo.
 - Pipetear una alícuota de 3 mL del filtrado en dos tubos de ensayo.

- Añadir 3mL de agua destilada a uno de los tubos (muestra) y 3 mL de bisulfito de sodio al otro (referencia) y mezclar suavemente.
- Determinar la absorbancia de la muestra y de la referencia a 284nm y a 336nm en cubetas de cuarzo (cubetas de UV). Hacer autocero en el espectrofotómetro con agua destilada para cada longitud de onda, por lo que se hará al inicio de la medida y en el cambio de longitud de onda.

Ecuación para calcular el contenido de HMF en miel:

$$\text{mg} \frac{\text{HMF}}{\text{Kg}} \text{miel} = \frac{(\Delta 284 - \Delta 336 \times 14,97 \times 5)}{P}$$

Dónde:

Contenido de HMF= mg HMF/Kg, de miel.

$\Delta 284$ = Absorbancia medida a 284 nm.

$\Delta 336$ = Absorbancia medida a 336 nm.

P= Peso de la muestra (en gramos).

14,97= Valor para expresarlo en mg/100 g.

Los resultados se muestran en las Tablas 44 y 45 y Figura 63.

b) Determinación de pH

Primero diluir en un matraz 18 mL, de miel con 30 mL, de agua destilada, y luego añadiendo agua se enrasa hasta 75 mL. Seguidamente, se introducen los electrodos en la disolución de miel y se lee el valor resultante en el peachímetro previamente calibrado (Ver Tablas 27 y 29 y Figura 53 de resultados).

c) Determinación de conductividad eléctrica (C.E)

Diluir en un matraz 18 mL, de miel en 30 mL, de agua destilada. A esta solución se le añade agua hasta enrasarla a 75 mL. A continuación se introducen los electrodos del conductímetro en la disolución y se lee la conductividad en μS (micro Siemens) (Ver Tablas 28 y 30 y Figura 54 de resultados).

d) Análisis de refractometría, contenido de humedad y sólidos solubles

Para determinar el contenido de humedad y grados brix en miel se aplicó el siguiente principio.

Principio del método:

- Se basa en el método refractométrico de Chataway (1932), revisado por Wedmore (1955).

- Equipos utilizados: Refractómetro de mano, marca ABBE, modelo AR12, cuyo rango de medida es de 0-95°Brix.
- Procedimiento: Se fundamenta en determinar el índice de refracción de la muestra, utilizando el refractómetro; a una temperatura de 20°C y obtener el porcentaje correspondiente de la humedad. De acuerdo a los grados brix de la lectura se hace una transformación empleando la tabla de conversión a índice de refracción (ver Anexo 1), luego se determina en una tabla el porcentaje de humedad correspondiente.

Si la temperatura es diferente de 20°C se procede a las siguientes correcciones:

- Para temperaturas superiores de 20°C sumar 0.00023 por cada (°C).
- Para temperaturas inferiores de 20°C restar 0.0023 por cada (°C). Ver Anexo 2.

Para determinar el Índice de Cromaticidad (IC) se calculó con la siguiente fórmula:

$$IC = a * 1000 / L * b$$

Dónde: L = Longitud de onda, dominante (LDm) y/o complementario (LDc).

a = Ángulo de tono.

b = Cromaticidad.

IC = Índice de cromaticidad.

e) Sólidos totales

Se determinaron a partir del contenido de agua, con la siguiente expresión:

$$\text{Sólidos totales en \%} = 100 - \text{contenido de humedad}$$

Los resultados se expresaron en porcentajes.

f) Acidez

Se inicia cuando el agua destilada es sometida a previo proceso de hervido y enfriado con el objeto de extraer el dióxido de carbono.

Procedimiento; pesar 10 g de la muestra de miel y disolverla en 75 mL de agua destilada.

Titulación; titular la muestra de ensayo con solución de hidróxido de sodio 0,1 N libre de carbonatos, utilizando como indicador 4 ó 5 gotas de fenolftaleína; el color del punto final deberá persistir durante 10 segundos. Para las mezclas de color oscuro se tomará menor cantidad. Otro forma de proceder consistió en utilizar un potenciómetro y titular la muestra hasta pH=8,3.

Cálculo y expresión de los resultados:

Se expresan en miliequivalentes de ácido/Kg de miel y se calcula en la siguiente forma:

$$\text{Miliequivalentes de acidez (meq)} = \frac{\text{Gasto (mL) de NaOH} \times N \times 1000}{\text{Peso de la miel en (g)}}$$

$$= \frac{\text{Gasto (mL) de NaOH} \times 0,1 \times 1000}{10}$$

$$= \text{Gasto (mL) de NaOH} \times 10 = 10 v$$

Dónde:

$$\text{Acidez} = 10 v$$

v = el número de mL de NaOH 0,1 N utilizado en la neutralización de 10 g de miel.

g) Actividad de agua (a_w)

Mediante un analizador automático higrómetro (AQUALAB) se realizaron las mediciones a temperatura constante de 25°C.

Procedimiento; en una cápsula de plástico se introduce 5 g de la muestra, sin sobrepasar la mitad del volumen, se tapa y se deja a temperatura de 20°C en cámara termostataada hasta que alcance una temperatura próxima al del higrómetro. Luego se introduce en la cámara de medida para la determinación. La lectura digital de la a_w y temperatura en la pantalla de cristal líquido tuvo lugar, generalmente en unos cinco minutos, momento en que el aparato emite una señal acústica. El tiempo necesario para obtener la lectura se estimó de aproximadamente 2 horas.

h) Densidad

La densidad de la miel depende del contenido de sólidos totales, carácter que indica el grado de madurez. Por esta razón la densidad de la miel es un parámetro que suele relacionarse con el contenido de humedad e indirectamente con el índice de refracción y consecuentemente con el contenido de sólidos solubles. Para la determinación se utilizó una balanza analítica AND de 0,0001 g de sensibilidad, se usó un picnómetro de 25 mL; las mediciones se hicieron a 20°C y los resultados finales son de la forma d (20/20); la humedad se determinó usando las correlaciones de Chataway, como función del índice de refracción y el contenido de sólidos solubles determinados a 20°C.

i) Determinación de cenizas

Principio; calcinación de la muestra a 550°C y pesada hasta peso constante.

Procedimiento; pesar con precisión de 0,1 mg, unos 5 g de miel. Anotar el peso del crisol vacío. Calentar suavemente hasta que la muestra se ennegrezca y no haya peligro de pérdidas por formación de espuma. Para ello se utilizó una estufa, para el caso fue necesario añadir una gota de aceite de oliva para impedir la formación de espuma. Posteriormente se introdujo la muestra en la mufla a 550°C por toda la noche, al día siguiente se sacó de la mufla y se introdujo en un desecador, hasta que la diferencia entre dos pesadas consecutivas a intervalos de 30 minutos sea inferior a 1 mg (cenizas sin residuos carbonosos) y mantenerla hasta que el peso sea constante.

El contenido de cenizas expresado en %, se obtuvo por la siguiente fórmula:

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{(P_1 - P_2) \times 100}{P - P_2}$$

Dónde:

P = Peso en g del crisol con la muestra.

P₁ = Peso en g del crisol con las cenizas.

P₂ = Peso en g del crisol vacío.

Los resultados se expresaron como % (p/p) con respecto al peso total de muestra.

j) Determinación cuantitativa y cualitativa de azúcares reductores en miel por el método UHPLC

Las condiciones analíticas para las determinaciones cuantitativas y cualitativas se procedieron de la siguiente manera:

Condiciones del equipo:

- Equipo: Cromatógrafo líquido de alta resolución marca Thermo Scientific.
- Columna: Hypersil Gold Amino, 150 x 3,0mm, 3,0µm
- Fase Móvil: Agua / Acetonitrilo (17:83)
- Diluyente: Agua y fase móvil
- Detector: Índice de Reflexión, temperatura de celda: 30°C.
- Flujo: 0,8 mL/min
- Volumen de inyección: 20 µL
- Temperatura: 30°C.

- Tiempo de análisis: Aproximadamente 10 minutos.
- Aptitud del sistema: RSD de inyección menor o igual a 2,5%.

Preparación de la fase móvil:

Se preparó una mezcla de agua y acetonitrilo grado HPLC en la proporción 17:83 respectivamente, se filtró a través de una membrana de nylon de 0,45 μm y se desgasificó por ultrasonido.

Preparación de las soluciones de trabajo:

a) Preparación del estándar:

Se pesó exactamente 50 mg de cada estándar de referencia de fructosa, glucosa, sacarosa y llevamos a una fiola de 25 mL, añadimos 5 mL de agua ultrapura, sonicamos por 10 minutos, llevamos a volumen con agua ultrapura y mezclamos (obteniendo una solución madre de una concentración de 2000 $\mu\text{g/mL}$). Se tomó alícuotas de este mix de estándares para la curva de calibración en fiolas de 10,0 mL, tal como se muestra en la Tabla 16. Posteriormente se llevó a volumen con fase móvil; filtramos a través de una membrana de 0,22 μm y analizar en UHPLC-RID. Ver figura 21.



Figura 21. Preparado de la solución estándar.

Tabla 16
Preparación de medios de concentración estándar

Concentración (ug/mL)	Alícuota de solución madre (μL)	Volumen final (mL)
25	125	10
50	250	10
100	500	10
200	1000	10
400	2000	10
800	4000	10

b) Preparación de la muestra:

Pesamos exactamente 2 g de la muestra en un tubo falcón de 15 mL, añadir 4 mL de agua ultrapura, llevar a un vortex por 1 minuto hasta completar la disolución, luego sonicar a 60°C por 45 minutos, posteriormente centrifugar a 4000 rpm por 15 minutos. Tomar una alícuota de 1mL y llevar a un fiola de 25 mL y enrasar con agua ultrapura y agitar. De esta nueva solución tomar una alícuota de 1 mL y llevar a una fiola de 10 mL mezclar y enrasar con fase móvil. Filtrar a través de una membrana de 0,22 um en una membrana de nylon. Ver Figura 22.



Figura 22. Preparación de las muestras para la corrida en HPLC.

Foto: Javier Ormeño, investigador apícola 2017.

c) Procedimiento:

Inyectamos por separado en el cromatógrafo a volúmenes iguales de 20 μL de la preparación estándar y de la preparación de la muestra. Registramos los cromatogramas y medimos las respuestas de los picos de interés.

d) Cálculos:

Se realizaron los siguientes cálculos para cada analito: fructosa, glucosa y sacarosa.

Ecuación de la curva de calibración:

$$Y = mX + b ; r^2$$

Dónde:

Y = Área del pico cromatográfico (RIU*min)

X = Concentración (ug/mL)

m = Pendiente de la curva (*Slope*)

b = Terminio independiente (*Offset*)

r² = coeficiente de correlación, no menor de 0.998

Factor de dilución de la muestra:

$$Fmp = 4 + \frac{Wmp}{\delta mp} \times 25 \times 10$$

$$Wmp$$

Dónde:

Wmp = Peso de la muestra en g.

δmp = Densidad de la muestra (g/mL).

Fórmula para el cálculo:

$$\frac{g \text{ de fructosa}}{100g} = [AZ] \times Fmp \times \frac{10^{-4}}{\delta mp}$$

Dónde:

[AZ] = concentración del azúcar interpolada de la curva de calibración (Ug/mL).

Fmp = Factor de dilución de la muestra.

δmp = Densidad de la muestra (g/mL).

k) Actividad diastásica

Se aplicó el método AOAC (2003) y la guía de INDECOPI (1999, NTP), se utilizó un espectrofotómetro Helios ThermoSpectronic. Dicha técnica se basa en la velocidad de hidrólisis de una solución de almidón al 2% por las enzimas diastasas presentes en una solución amortiguada de miel.

Reactivos:

- Solución patrón de yodo: se disolvió 8,80 g de yodo en 50 mL de agua destilada que contienen 22 g de yoduro potásico, enrasando en un matraz de 1 litro.
- Solución de yodo 0,0007 N: en un matraz de 500 mL se depositaron 5 mL de la solución patrón de yodo y 20 g de yoduro potásico (KI), enrasando hasta 500 mL. Esta solución es estable como máximo 48 horas.
- Amortiguador de acetato pH 5,3 (1,59 N): se disolvió 87 g de acetato de sodio trihidratado ($\text{NaOAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) en 400 mL de agua destilada, se añaden 10,5 ml de ácido acético glacial (HOAc) y se completara hasta 500 mL con agua destilada. Se ajustara el pH a 5,3 con acetato de sodio o ácido acético.
- Solución de cloruro de sodio 0,5 M: se disolvió 14,5 g de cloruro de sodio (ClNa) en agua destilada hervida y se diluirá hasta 500 mL.
- Solución de almidón 2%; se pesaron 2,0 g de almidón y se disolvió con 20 mL de agua destilada. Posteriormente se le añadirá lentamente 60 mL de agua hirviendo, agitando constantemente. Se llevara a volumen de 100 mL con agua destilada.

Preparación del testigo sin amilasa; en un tubo de ensayo especialmente diseñado y fabricado para esta prueba con forma de “Y” se vertieron 5 mL de la solución de almidón en un codo y 10 mL de agua destilada en el otro codo del tubo. Se sometió al baño maría a 40°C durante 15 minutos y posteriormente se mezclaron ambos contenidos. Se tomó 1 mL de esta disolución y se añadió a una solución preparada anteriormente con 10 mL de la solución de yodo y 35 mL de agua destilada. Se hizo una lectura en el espectrofotómetro a 650 nm. La absorbancia estuvo de 0,76 ($\pm 0,02$). Si el valor encontrado es diferente al testigo, hay que aumentarle o disminuirle el volumen de agua según la absorción. El volumen definitivo de agua será el utilizado para la determinación de la actividad de las diastasas en la miel. El volumen de agua para las determinaciones de la actividad diastasa en las muestras es calculada cada día.

Preparación de la muestra; se disuelve 5 g de miel en 10 mL de agua destilada y se añadió 2,5 mL del tampón acetato. Una vez amortiguada la muestra, se añaden 1,5 mL de la solución de cloruro de sodio 0,5 M y se trasvasa a un matraz de 25 mL hasta enrase.

En un codo del tubo se depositó 5 mL de la solución de almidón y en el otro codo 10 mL de la solución de miel. Se sumergió en un baño maría a 40°C durante 15 minutos y después se mezclara ambas soluciones. A los 5 minutos se recogió 1 mL de esta solución y se fue disuelto en una solución constituida por 10 mL de la solución de yodo y el volumen de

agua que se ha determinado en el ensayo con el testigo sin amilasa. Esta determinación espectrofotométrica se deberá efectuar cada 5 minutos hasta que la absorbancia de la muestra se aproxime a un valor de 0,235.

Para el cálculo de la actividad diastásica se elaboró una recta patrón de la absorbancia para cada muestra en función del tiempo. Ajustando la recta, se determinó el tiempo en que la mezcla alcanzó la absorbancia de 0,235.

$$\text{Indice diastasas}(ID) = \frac{300}{T}$$

Siendo:

T : tiempo transcurrido en minutos.

ID: índice de diastasa en la escala de Gothe (actividad de la diastasa en mL de solución de almidón al 1% hidrolizada por las enzimas contenida en 1g de miel, en 1 hora a 40°C).

6. Valoraciones sensoriales

Para valorar las mieles de la cuenca del Bajo Mayo se adaptó las pruebas sometidas de mieles Colombianas obtenidas de *Apis mellifera*, Según Salamanca (2012).

La evaluación del control de calidad de miel se realizó considerando los atributos:

- a) Apariencia: Color, tamaño, forma, conformación, uniformidad.
- b) Olor: las mieles de compuestos aromáticos que contribuyan al aroma. Gusto: dulce, amargo, salado y ácido (posiblemente astringente o metálico entre otros) y;
- c) Textura: las propiedades físicas como dureza, granulosidad, viscosidad.

Se presentaron algunos elementos necesarios para la comprensión y establecimiento de las condiciones para la cata de mieles. Se tuvo que buscar presentar parámetros de calidad para que el panelista pueda tener el criterio suficiente para elegir las muestras y escoger lo mejor. En esta prueba se tuvo que involucrar la percepción de los sentidos, pues se debe considerar el juzgamiento y la caracterización que permitan la evaluación sensorial del producto y que los panelistas fácilmente definan sus condiciones organolépticas, por medio de su origen floral y biogeográfico.

7. Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico se procedió teniendo en cuenta las recomendaciones que indica Estrada (2005), donde se evaluaron de 5 muestras de las localidades por duplicado.

a) Recuento aeróbico total

Se tomó 225 mL de agua peptonada bufferada y se pesó 25 g de miel, luego se realizó diluciones de la muestra con tubos de agua peptonada bufferada (9 mL) 1:10, 1:100,

1:1000 las cuales se inoculo en agar PCA por el método de vertido en placa, cada dilución se sembró por duplicado.

b) Recuento de coliformes totales y fecales

Este recuento se realizó en Agar Bilis Rojo cristal violeta (VRB), se sembró por duplicado diluciones de 1:10, 1:100, 1:1000 de los tubos de 9 mL de agua peptonada buferada por el método de vertido en placa.

c) Recuento de mohos y levaduras

Este recuento se realizó en Agar Papa Dextrosa, se sembró por duplicado diluciones de 1:10, 1:100, 1:1000 de los tubos de 9 mL de agua peptonada buferada, por el método de vertido en placa.

La siembra de microorganismos para la práctica se realizó por incorporación y para ello la forma de proceder es como sigue:

- Se preparó primero las siguientes diluciones: 1:10, 1:100, 1:1000 de los tubos de 9 mL.
- Vertimos Agar recuento en tres placas, luego se agregó una muestra de dilución ya preparada a cada una de las placas, se hizo la movida cinco veces en sentido horario, cinco en sentido anti horario y cinco a los costados, dejar solidificar a temperatura ambiente.
- Finalmente adicionamos una capa fina de agar recuento, para luego incubar a 37°C por 48 horas.

2.3. Diseño de investigación

2.3.1. Análisis estadístico

Las corridas del análisis melisopalinológico se realizó mediante el programa Microsoft Excel 2016, se elaboraron matrices cuyos datos se procesaron con ayuda del programa Past v 2.0 (Hammer *et al.*, 2001) con el fin de determinar los datos de máximo, mínimo y promedio de los granos de polen.

El análisis de los resultados obtenidos por el Programa Past se procesó mediante el Análisis Cluster, conocido como Análisis de Conglomerados, es una técnica estadística multivariante que busca agrupar variables tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos; es una técnica descriptiva, atórica y no inferencial (Fuentes, 2011).

Los datos obtenidos de los análisis físico-químicos de miel y polen, se promediaron por localidades y por épocas del año, mediante la estadística descriptiva y comparativa para máximos, mínimos, rangos, desviaciones estándar y coeficientes de variación. Además se realizó el análisis de correlación sobre la influencia del comportamiento climático de las

localidades durante la colecta de muestras las muestras, la primera se considera de abril a julio y la segunda de agosto a diciembre.

Los resultados del análisis organoléptico de miel serán de tipo descriptivo considerando los grupos por localidad.

Para las variables de características físico-químicas y sensorial de miel de abeja procedentes de colmenares del Bajo Mayo, Región San Martín, para ello se aplicó el Diseño Completo al Azar (DCA) con 5 tratamientos y 5 repeticiones, las comparaciones entre medias de tratamientos fueron realizados mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 0,05 de probabilidad.

Todas las variables estudiadas fueron sometidas a la prueba de PCA, mediante esta técnica se permite la visualización de la información contenida en una matriz de múltiples variables a través de componentes principales. Los componentes principales son combinaciones lineales de las variables originales, que se utilizan para estudiar la estructura de los datos en una dimensión reducida de la original reteniendo a su vez la mayor parte de la información, determinada por la varianza explicada (Latorre *et al.*, 2013). El PCA consta del gráfico; el score plot que muestra la distribución de las muestras en el espacio vectorial generado por los componentes principales. Por esto, el PCA es una de las herramientas quimiométricas más utilizadas pues permite la proyección de los datos de un espacio vectorial mayor a uno de dimensión inferior (Jandric *et al.*, 2015).

En todos los casos se utilizó el programa estadístico SPSS.

2.3.2. Población y muestra.

Se tomó como referencia colmenares de las localidades de Lamas y Zapatero (Provincia de Lamas) y Banda de Shilcayo, Las Palmas y Juan Guerra (Provincia de San Martín), en cada zona se eligió apicultores líderes para el estudio.

En Lamas y Zapatero previa a la evaluación de 300 colmenas de las cuales se seleccionó 10 colmenas obteniendo 10 muestras de polen corbicular y 10 muestras de miel.

En la Banda de Shilcayo, Las Palmas y Juan Guerra se evaluaron 20 colmenas de las cuales se obtuvo 5 muestras de polen corbicular y 5 muestras de miel.

a) Muestras procesadas en laboratorio

Se procesaron 22 muestras de polen corbicular (Tabla 17) y dos muestras de miel (Tabla 18) procedentes de los distritos de Zapatero (Provincias de Lamas) y Banda de Shilcayo (Provincia de San Martín), 25 muestras de polen corbicular (Tabla 19) y tres muestras de miel (Tabla 20) de las localidades de Lamas, Las Palmas y Juan Guerra, Departamento de

San Martín las cuales fueron trasladadas a los Laboratorios de Análisis de Derivados Apícolas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM-T y Laboratorio de Palinología y Paleobotánica- Universidad Peruana Cayetano Heredia de Lima (Perú). Figura 23.



Figura 23. Procesamiento y separación por tonalidades de muestras de polen corbicular.

Tabla 17

Lista de muestras de polen corbicular de Localidades de Zapatero y Banda de Shilcayo

Código LADA	Localidades	Fecha de Colecta
M034	Zapatero	11-10-2016
M035	Zapatero	11-10-2016
M036	Zapatero	11-10-2016
M037	Zapatero	11-10-2016
M038	Zapatero	11-10-2016
M039	Zapatero	11-10-2016
M040	Zapatero	11-10-2016
M041	Zapatero	11-10-2016
M042	Zapatero	11-10-2016
M043	Zapatero	11-10-2016
M044	Banda Shilcayo	06-06-2016
M045	Banda Shilcayo	06-06-2016
M046	Banda Shilcayo	06-06-2016
M047	Banda Shilcayo	06-06-2016
M048	Banda Shilcayo	06-06-2016
M049	Banda Shilcayo	15-09-2016
M050	Banda Shilcayo	15-09-2016
M051	Banda Shilcayo	15-09-2016
M052	Banda Shilcayo	15-09-2016
M053	Banda Shilcayo	15-09-2016
M054	Banda Shilcayo	15-09-2016
M055	Banda Shilcayo	15-09-2016

Tabla 18

Listado de muestras de miel de Localidades de Zapatero y Banda de Shilcayo

Código LADA	Localidades	Sector	Fecha de colecta
M056	Zapatero	Uchumullaca	26-10-2016
M057	Banda de Shilcayo	Aeropuerto	21-06-2016

Tabla 19

Lista de muestras de polen corbicular de Localidades de Lamas, Juan Guerra y Las Palmas

Código LADA	Localidades	Fecha de colecta	Código LADA	Localidades	Fecha de colecta
M058	Lamas	15-05-2016	M077	Las Palmas	30-05-2018
M059	Lamas	15-05-2016	M078	Las Palmas	30-05-2018
M060	Lamas	15-05-2016	M079	Las Palmas	30-05-2018
M061	Lamas	15-05-2016	M080	Las Palmas	30-05-2018
M062	Lamas	15-05-2016	M081	Las Palmas	30-05-2018
M063	Lamas	15-05-2016	M082	Las Palmas	30-05-2018
M064	Lamas	15-05-2016			
M065	Lamas	15-05-2016			
M066	Lamas	15-05-2016			
M067	Lamas	15-05-2016			
M068	Juan Guerra	30-05-2018			
M069	Juan Guerra	30-05-2018			
M070	Juan Guerra	30-05-2018			
M071	Juan Guerra	30-05-2018			
M072	Juan Guerra	30-05-2018			
M073	Juan Guerra	30-05-2018			
M074	Juan Guerra	30-05-2018			
M075	Juan Guerra	30-05-2018			
M076	Juan Guerra	30-05-2018			

Tabla 20

Listado de muestras de miel de Localidades de Lamas, Juan Guerra y Las Palmas

Código LADA	Localidades	Fecha de Colecta
M083	Juan Guerra	01-07-2016
M084	Las Palmas	01-07-2016
M085	Lamas	01-07-2016

2.3.3. Método de muestreo para determinar la preferencia de abejas por la flora de referencia

La localización de los colmenares en formaciones vegetales del Bajo Mayo, se inició mediante encuestas realizadas a apicultores del lugar que manejan entre 20 a más colmenas eligiéndose cinco zonas para el estudio: Localidades de Lamas, Zapatero, Banda de Shilcayo, Las Palmas y Juan Guerra.

Para las evaluaciones, se hizo el recorrido en cada cobertura, según la Tabla 21 y por observación directa se seleccionó las especies que estaban en floración las mismas que son visitadas con mayor frecuencia por el *Apis mellifera* L.

a) Unidades de muestreo

Se aplicó la técnica de transeptos, tomando en consideración el área en estudio, se dividió el área del terreno desde el colmenar, en 4 cuadrantes y en cada cuadrante se asignó cuatro transeptos de 10 m de ancho por 50 m de largo (para rastrear un área de 500 m² por transepto). Se aplicó la metodología Apibotánica Ecocéntrica con puntos cardinales para rastrear colmenas rodeados de vegetación, como se muestra en la Figura 24. En la zona donde predomina la vegetación se trazó en cada cuadrante puntos cardinales, que del centro elegido al azar hacia cada punto se tuvo una distancia de 200 m y en cada punto cardinal se aplicó el método de transepto, de esta manera se trabajaron 16 transeptos por colmenar.

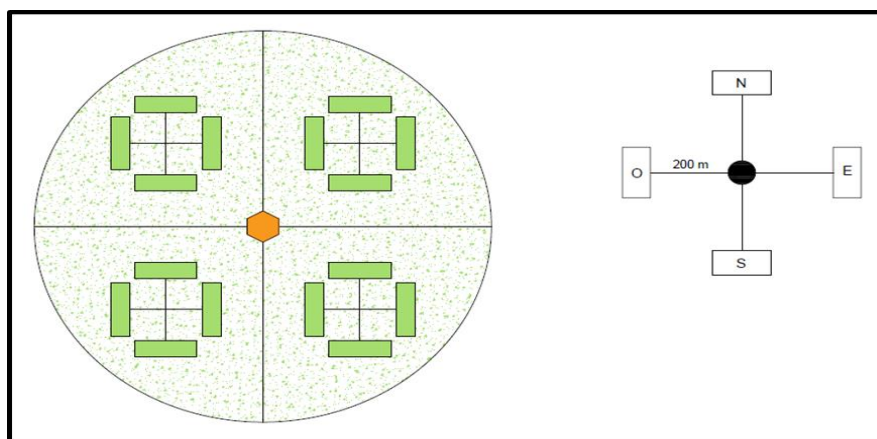


Figura 24. Diseño del método aplicado cuando el colmenar estaba rodeado de vegetación.

Al identificarse un área con abundante vegetación y distribuida en un solo lugar a partir de las colmenas, se realizó el rastreo basándose en el método mencionado anteriormente, con la variante de que aparte de los puntos cardinales se trazaron bisectrices entre cada punto cardinal como se muestra en la Figura 25; de esta manera se trabajaron ocho transeptos por colmenar.

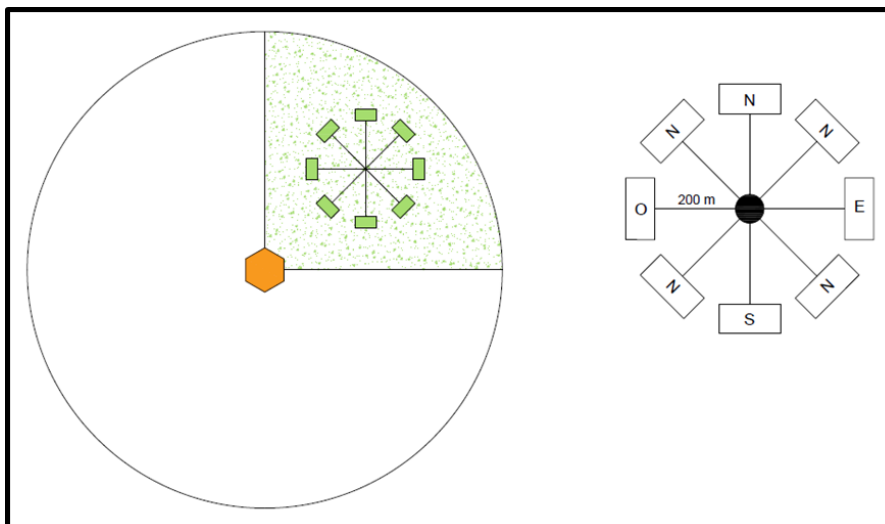


Figura 25. Diseño del método utilizado cuando el área de vegetación se focalizaba en un solo lugar.

b) Georreferenciación del colmenar

Mediante el uso de un equipo GPS navegador modelo montana 680 se procedió a la toma de datos en coordenadas UTM por cada colmenar; así mismo, para el registro de datos se hizo uso de fichas tomando también datos del apicultor (Anexos 3, 4, 5 y 6). Posteriormente todos estos datos fueron organizados en hoja de Excel para diseñar el mapa de georreferenciación de cada colmena haciendo uso del programa Arc Gis versión 10.4.

c) Evaluación de la distribución de la flora apibotánica

Se realizó la evaluación de frecuencia, densidad y cobertura sugeridos por (Brower & Zar 1977) para jerarquizar a las especies apibotánicas con base en su índice de valor de importancia (IVI).

- **Densidad:** Se realizó el conteo de plantas de una misma especie en un área delimitada por un transepto (10 x 50 m), con la finalidad de conocer la abundancia de la especie en metros cuadrados, mediante la siguiente formula.

$$D = \frac{N}{A}$$

Dónde:

D: Densidad

N: Número de individuos

A: Area.

- **Frecuencia:** Para calcular la frecuencia se hizo el conteo del número de individuos de una misma especie por transepto en relación con el número de individuos total para todas las especies usando la siguiente fórmula:

$$f = \left(\frac{a_i}{A} \right) \times 100$$

Dónde:

f : Frecuencia

a_i : Número de individuos de una misma especie

A : Número total de especies

- **Cobertura:** Para esta variable se registró el número de individuos totales de una misma especie y se aplicó la fórmula siguiente:

$$C = \left(\frac{S_e}{S_t} \right) \times 100$$

Dónde:

C : Cobertura

S_e : Sumatoria de cada especie

S_t : Sumatoria de todas las especies

d) Evaluación fenológica de las especies melíferas y/o poliníferas:

- Los registros de vegetación se realizaron con mayores detalles en el área de influencia de cada colmenar (500 m² Figuras 24 y 25) adicionalmente se tuvo que considerar un radio máximo de 1,5 km desde el lugar de emplazamiento de los colmenares, debido a la topografía irregular y al gasto de mayor energía que las abejas tienen al volar un radio mucho mayor. Se determinaron los estados fenológicos de floración (Inicio, plenitud y fin) de las especies vegetales circundantes a los apiarios siguiendo los criterios de Anderson & Hubritch (1940) y Trucios (1986). Estas determinaciones se realizaron cada 15 días desde la segunda quincena de abril hasta la segunda quincena de julio; y desde la segunda quincena de agosto hasta la primera quincena de diciembre. Se estimó abundancia-cobertura de acuerdo a la escala propuesta por Braun-Blanquet (1979). Tarea que consistió en observaciones permanentes de las especies tanto herbáceas, semiarborescentes y arbustivas en relación a las épocas de floración, siguiendo la Tabla 21. Se registraron así mismo otros datos como: nombre científico, nombre vernacular, familia, características de la vegetación, hábitat y su influencia en la producción de miel y polen. El estudio comprendió también la toma de fotografías y herborización de las especies de flora apícola.

- Se procedió a evaluar aquellos factores externos que influyen en la secreción floral como; temperatura, luminosidad, humedad ambiental, vientos, altitud, precipitación y fertilidad del suelo.

Tabla 21

Fases de floración

Código	Etapas de fases de floración (descripción)
0	Floración ausente
1	Inicio de floración (desde la primera flor observada)
1 - 3	Floración ascendente (del 10% al 50% de la floración)
3	Floración máxima (del 50% al 100% de floración)
3 - 2	Floración descendente (del 50% al 10% de la floración)
2	Floración terminal (menos del 10% de la floración)

Fuente: Anderson y Hubricht (1940) y Herrera (1985)

e) Clasificación de coberturas en el entorno del colmenar

- Se tuvo en cuenta, que una cobertura es la capa de vegetación que cubre la tierra y puede ser de tipo natural (bosque, pradera, selva húmeda, trópico seco) o resultado de la intervención humana (cultivos, plantaciones reforestadas, áreas verdes).
- Para reconocer las diferentes coberturas vegetales se tuvo en cuenta la clasificación realizada por el equipo de investigadores del Proyecto PIBA-14 de acuerdo a la zona de estudio del Bajo Mayo (Tabla 22).

Tabla 22

Categoría de clasificación de coberturas naturales e introducidas

Categorías	Descripción
Bosques primarios	Vegetación dominada por especies de árboles con alturas superiores a 5 m, y con dosel continuo.
Bosques secundarios Área reforestadas	Bosques intervenidos por extracción selectiva de especies Áreas ya sea de bosques secundarios o lugares donde no hubo vegetación continua que fueron reforestados mediante planes de manejo
Arbustos Purmas	Vegetación arbórea con menos de 5 m, de altura Zonas de bosques secundarios o primarios sometidos a la tala con fines de establecer agricultura y que posteriormente fueron abandonados por más de 5 años
Pastos Cultivos anuales y permanentes	Pasturas naturales o establecidas Vegetación compuesta por especies de uso agrícola y forestal. Los cultivos pueden ser permanentes o temporales. Ejemplo, sistemas agroforestales.
Parcelas en pequeña escala	Conjunto de diferentes especies de plantas con fines específicos que constituyen arreglos. Un ejemplo son las huertas y los cultivos de pan llevar.

Fuente: PROYECTO PIBA-2-P-183-13. Año 2016.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Agrupamiento de cúmulos de polen corbicular procedentes de las localidades en estudio según la Guía Universal de Color Pantone

Según el análisis macroscópico que se muestra en la Figura 26, sobre la correspondencia de tonalidades descritas, época de cosecha y estado de floración de especies apícolas de la temporada julio a noviembre de 2016 se aprecia la predominancia de dos grupos de color referente al polen corbicular colectado de la Localidad de Zapatero: Marrón claro y marrón rojizo.

Sin embargo, en la Figura 27, sobre la correspondencia de tonalidades descritas, según época de cosecha y estado de floración de especies apícolas de la temporada, se aprecia la predominancia de cuatro grupos de color referente al polen corbicular colectado de la Localidad Banda de Shilcayo: Crema, marrón, marrón claro y marrón rojizo.

En la Figura 28, se aprecia que los cúmulos de tonalidades descritas, según época de cosecha y estado de floración de especies apícolas de la temporada en la Localidad de Lamas una semejanza respecto a la Localidad de la Banda de Shilcayo, es decir, la predominancia de cuatro grupos de color referente al polen corbicular colectado: Crema, marrón, marrón claro y marrón rojizo.

En la Figura 29, se aprecia que los cúmulos de tonalidades descritas, según época de cosecha y estado de floración de especies apícolas de la temporada en la Localidad de Juan Guerra la predominancia de cuatro grupos de color referente al polen corbicular colectado: Crema, marrón, marrón claro y ámbar.

Sin embargo, los cúmulos de tonalidades descritas, según época de cosecha y período de floración de especies apícolas de la Localidad Las Palmas predominan cuatro grupos de color referente al polen corbicular: Crema, marrón, marrón claro y marrón oscuro (Figura 30).

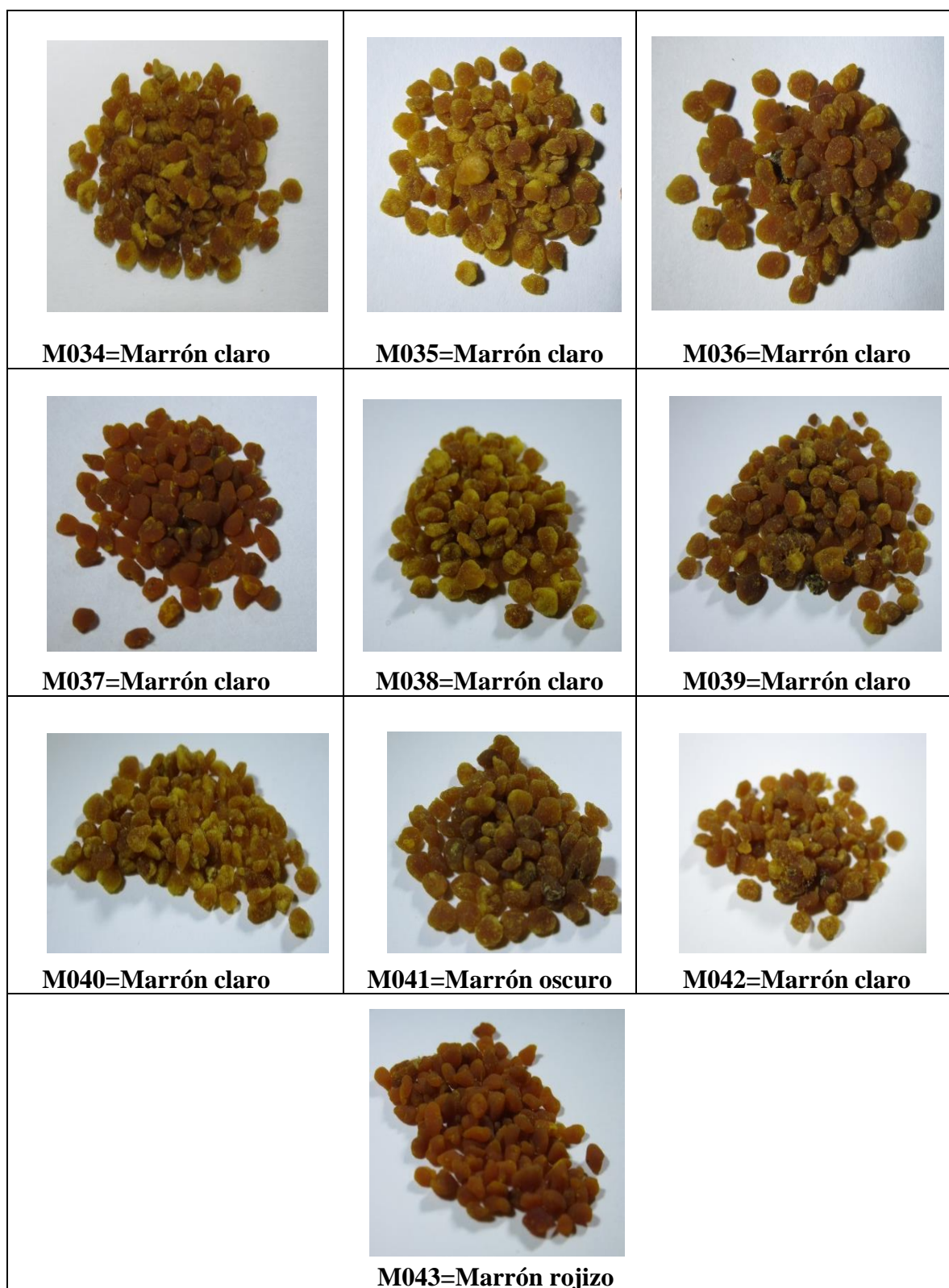


Figura 26. Cúmulo de polen agrupados por diferentes tonalidades de la localidad de Zapatero.



Figura 27. Cúmulos de polen agrupados por tonalidades de la localidad Banda de Shilcayo.



M058=Negro verduzco



M059=Marrón rojizo



M060=Crema



M061=Marrón claro



M062=Marrón claro



M063=Marrón



M064=Marrón



M065=Crema



M066=Crema



M067=Marrón claro

Figura 28. Cúmulos de polen agrupados por tonalidades de la localidad de Lamas



Figura 29. Cúmulos de polen agrupados por tonalidades de la localidad de Juan Guerra



Figura 30. Cúmulos de polen agrupados por tonalidades de la localidad de Las Palmas.

3.1.1. Análisis polínico

a) Localidad de Zapatero

Se identificaron 12 taxones, uno de los cuales quedó registrado con su característica palinológica y uno como indeterminado. Los taxones predominantes en las muestras de polen corbicular se muestran en la Figura 31, en la Figura 26 los cúmulos de polen corbicular y en Tabla 23, se asigna el color referencial, el código asignado de acuerdo a la guía Pantone y el porcentaje de polen encontrado. Los resultados del análisis polínico se describen:

M034; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron dos taxones, donde *Zea mays* fue la especie predominante con el 99,5% de granos de polen.

M035; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron cinco taxones; de los cuales *Zea mays* representó el 81% del total de granos de polen presentes en la muestra.

M036; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron cinco taxones, donde las especies predominantes fueron *Zea mays* con el 67,5% y Faboideae con el 22,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M037; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron tres taxones, de los cuales Asteraceae I fue el más predominante con el 99% de granos de polen presentes en la muestra.

M038; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron cuatro taxones, de los cuales *Zea mays* representa el mayor porcentaje con el 85,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M039; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron tres taxones, donde las especies predominantes fueron *Zea mays* con el 74,5% y Asteraceae II con el 20% de granos de polen presentes en la muestra.

M040; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron cinco taxones; donde *Zea mays* fue la especie predominante con el 92% de granos de polen presentes en la muestra.

M041; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron dos taxones, de los cuales cf. *Bombax* sp, fue la especie predominante con el 96,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M042; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron ocho taxones, donde las especies predominantes fueron *Zea mays* con el 85% y Asteraceae I con el 11% de granos de polen presentes en la muestra y,

M043; corresponde a la tonalidad marrón rojizo, se registró un taxón, Asteraceae II con el 100% de granos de polen en la muestra.

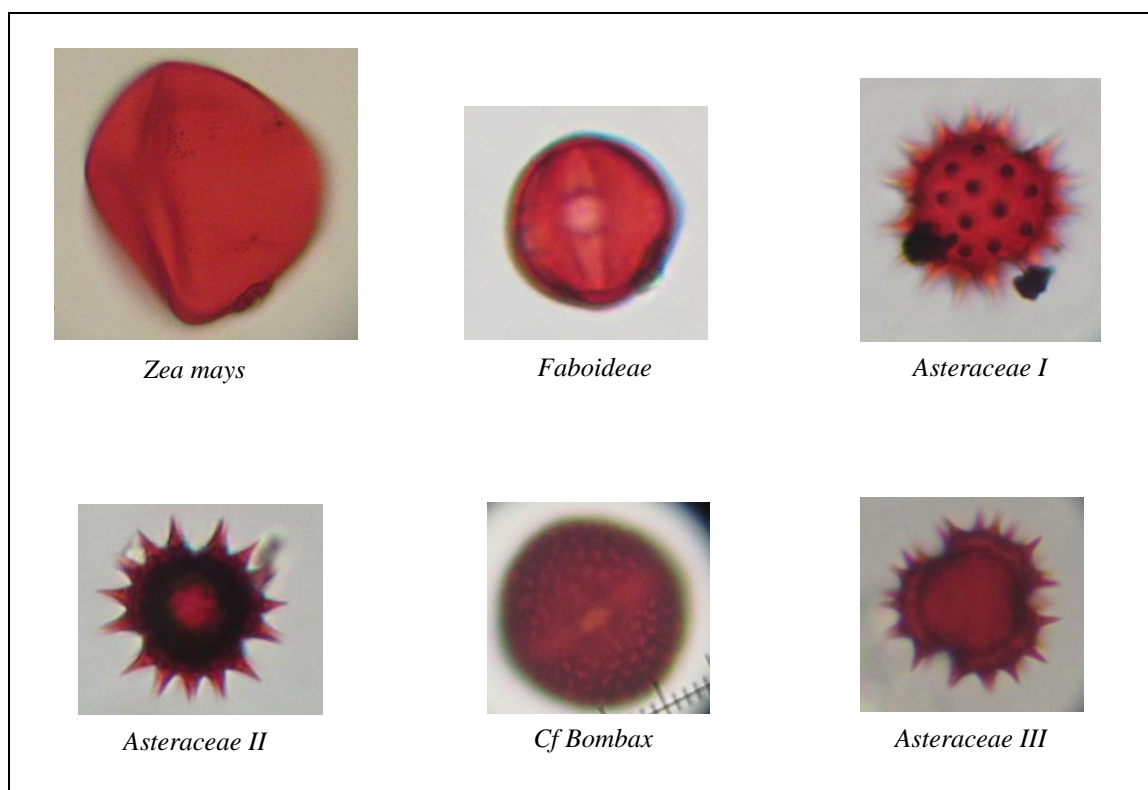


Figura 31. Taxones predominantes en las muestras de polen corbicular de la localidad de Zapatero.

Tabla 23
Taxones encontrados en los cúmulos de polen corbicular de la Localidad de Zapatero

CÓDIGO LADA	COLOR		TAXÓN	CONTEO	PORCENTAJE (%)
	CR	GP			
M034	Marrón claro	1395	<i>Zea mays</i>	199	99,5
			<i>Asteraceae II.</i>	1	0,5
				200	
M035	Marrón claro	1395	<i>Zea mays</i>	162	81
			<i>Asteraceae II</i>	20	10
			<i>Faboideae</i>	16	8
			<i>Acacia sp.</i>	1	0,5
			Indeterminado 1	1	0,5
				200	
M036	Marrón claro	154	<i>Zea mays</i>	135	67,5
			<i>Faboideae</i>	45	22,5
			<i>Asteraceae II</i>	13	6,5
			<i>Asteraceae I</i>	5	2,5
			<i>Acacia sp.</i>	2	1
				200	
M037	Marrón claro	724	<i>Asteraceae I</i>	198	99
			<i>Solanum sp.</i>	1	0,5
			<i>Faboideae</i>	1	0,5
				200	
M038	Marrón claro	1395	<i>Zea mays</i>	171	85,5
			<i>Asteraceae I</i>	17	8,5
			<i>Faboideae</i>	11	5,5
			Tricolpado reticulado	1	0,5
				200	
M039	Marrón claro	1395	<i>Zea mays</i>	149	74,5
			<i>Asteraceae II</i>	40	20
			<i>Faboideae</i>	11	5,5
				200	
M040	Marrón claro	1395	<i>Zea mays</i>	184	92
			<i>Faboideae</i>	7	3,5
			<i>Asteraceae I</i>	7	3,5
			<i>Acacia sp.</i>	1	0,5
			<i>Mor-Urt</i>	1	0,5
				200	
M041	Marrón claro	154	<i>cf Bombax sp.</i>	193	96,5
			<i>Asteraceae I</i>	7	3,5
				200	
M042	Marrón claro	1395	<i>Zea mays</i>	170	85
			<i>Asteraceae I</i>	22	11
			<i>Faboideae</i>	3	1,5
			<i>Acacia sp.</i>	1	0,5

			<i>Eucaliptus sp.</i>	1	0,5
			<i>Oleaceae</i>	1	0,5
			<i>Mor-Urt</i>	1	0,5
			Tricolpado reticulado	1	0,5
				200	
M043	Marrón rojizo	160	<i>Asteraceae II</i>	200	100

Leyenda: CR: Color referencial GP: Código asignado de acuerdo a la guía universal de color PANTONE.

b) Localidad Banda de Shilcayo

Se identificaron 15 taxones, dos de los cuales quedaron registrados con su tipo polínico. Los taxones predominantes en las muestras de polen corbicular se muestran en la Figura 32, en la Figura 27 los cúmulos de polen corbicular y en Tabla 24 se muestra el color referencial y el código asignado de acuerdo a la guía Pantone, y el porcentaje de polen encontrado.

M044; corresponde a la tonalidad crema, se registró un taxón, *Arecaceae*.

M045; corresponde a la tonalidad marrón, se registraron dos taxones, donde las especies predominantes fueron cf. *Senna sp*, con el 57,5% y *Mimosa sp*, con el 42,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M046; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron cuatro taxones, donde las especies predominantes fueron *Solanaceae* con el 54%, *Mimosa sp*, con el 23,5% y *Arecaceae* con el 21,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M047; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron tres taxones, donde las especies predominantes fueron *Mimosa sp*, con el 42,5% y *Solanaceae* con el 41,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M048; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron ocho taxones, donde las especies predominantes fueron *Mimosa sp*, con el 67,5% y *Commelina sp*, con el 19% de granos de polen presentes en la muestra.

M049; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron tres taxones, donde las especies predominantes fueron *Solanaceae* con el 68,5% y *Arecaceae* con el 31% de granos de polen presentes en la muestra.

M050; corresponde a la tonalidad marrón, se registraron cinco taxones, donde las especies predominantes fueron *Zea mays* con el 41%, tricolporado con el 29,5% y *Mimosa sp*, con el 14,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M051; corresponde a la tonalidad marrón rojizo, se registraron cuatro taxones, donde las especies predominantes fueron *Zea mays* con el 67,5% y *Mimosa sp*, con el 40,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M052; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron dos taxones, donde las especies predominantes fueron *Arecaceae* con el 72,5% y *Solanaceae* con el 27,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M053; corresponde a la tonalidad marrón, se registraron cinco taxones, donde las especies predominantes fueron *Commelina sp*, con el 62,5% y *Mimosa sp*, con el 20,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M054; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron cinco taxones, donde las especies predominantes fueron *Solanaceae* con el 42% y *Citrus sp*, con el 36% de granos de polen presentes en la muestra.

M055; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron tres taxones, donde las especies predominantes fueron *Mimosa sp*, con el 40% y tricolporado con el 35% de granos de polen presentes en la muestra.

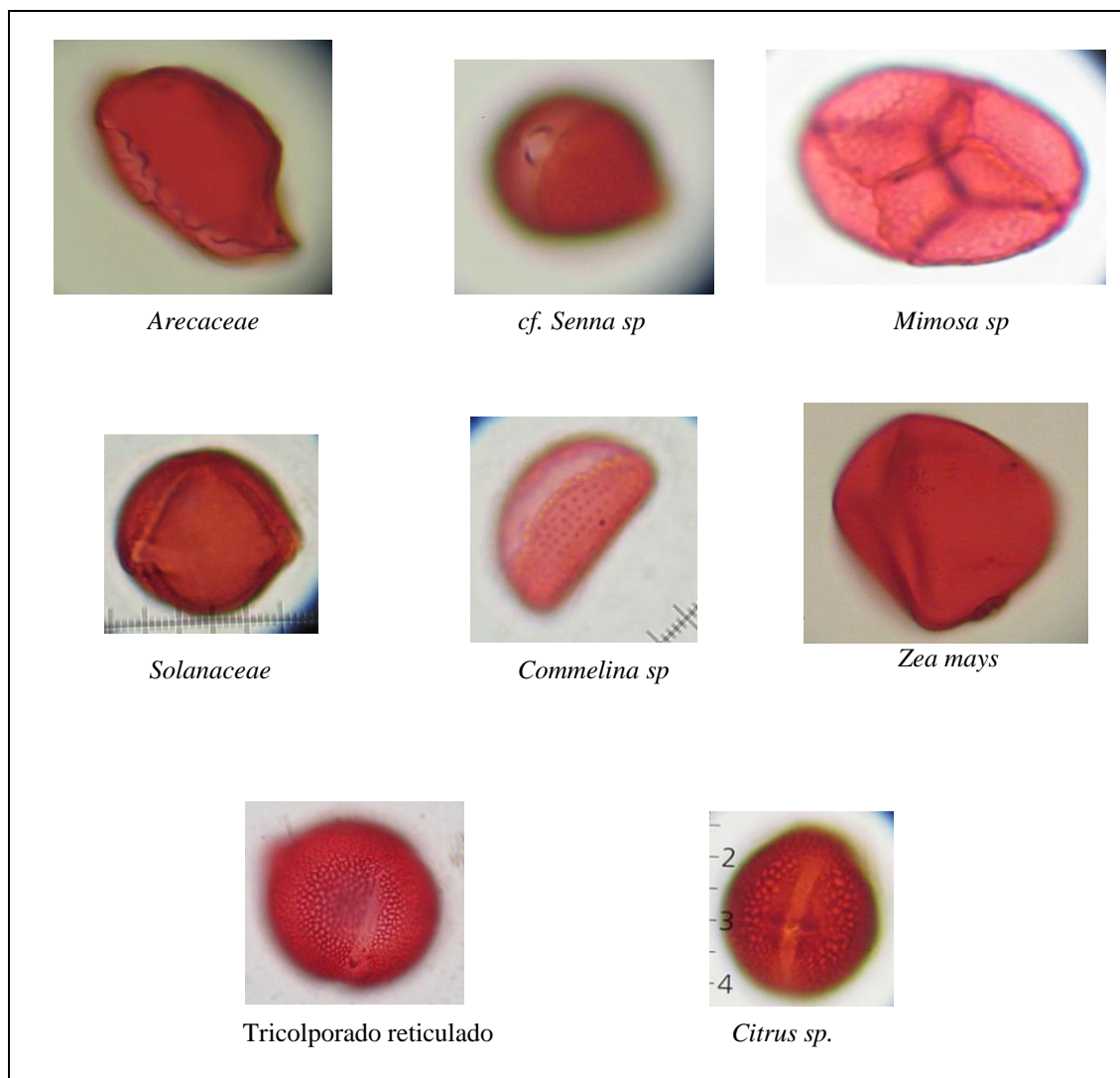


Figura 32. Taxones predominantes en las muestras de polen corbicular de la localidad Banda Shilcayo.

Tabla 24

Taxones encontrados en los cúmulos de polen corbicular de la Localidad Banda Shilcayo

CÓDIGO LADA	COLOR		TAXÓN	CONTEO	PORCENTAJE (%)
	CR	GP			
M044	Crema	465	<i>Arecaceae</i>	200	100
			<i>cf. Senna sp</i>	115	57.5
M045	Marrón	1545	<i>Mimosa sp.</i>	85	42.5
				200	
M046	Marrón claro	7512	<i>Solanaceae</i>	108	54
			<i>Mimosa sp.</i>	47	23.5
			<i>Arecaceae</i>	43	21.5
			Tricolporado	2	1
				200	
M047	Marrón claro	7512	<i>Mimosa sp.</i>	85	42.5
			<i>Solanaceae</i>	83	41.5
			<i>Fabaceae</i>	32	16
				200	
			<i>Mimosa sp.</i>	135	67.5
M048	Marrón claro	1395	<i>Commelina sp.</i>	38	19
			<i>Lamiaceae</i>	14	7
			<i>Zea mays</i>	4	2
			<i>Arecaceae</i>	3	1.5
			<i>Solanaceae</i>	2	1
			<i>Asteraceae IV</i>	2	1
			<i>Eucaliptus sp.</i>	2	1
				200	
M049	Marrón claro	1395	<i>Solanaceae</i>	137	68.5
			<i>Arecaceae</i>	62	31
			<i>Eucaliptus sp.</i>	1	0.5
				200	
M050	Marrón	1545	<i>Zea mays</i>	82	41
			Tricolporado	59	29.5
			<i>Mimosa sp.</i>	29	14.5
			<i>Commelina sp.</i>	26	13
M051	Marrón rojizo	1535	<i>Arecaceae</i>	4	2
				200	
			<i>Zea mays</i>	90	45
			<i>Mimosa sp.</i>	81	40.5
			Tricolporado	20	10
M052	Marrón claro	146	Tricolporado reticulado	9	4.5
				200	
			<i>Arecaceae</i>	145	72.5
M053	Marrón	1545	<i>Solanaceae</i>	55	27.5
				200	
			<i>Commelina sp.</i>	131	65.5

			<i>Mimosa sp.</i>	41	20.5
			<i>Portulacaceae</i>	17	8.5
			<i>Zea mays</i>	6	3
			<i>Inga sp.</i>	5	2.5
				200	
			<i>Solanaceae</i>	84	42
			<i>Citrus</i>	72	36
M054	Marrón claro	1395	<i>Lamiaceae</i>	21	10.5
			<i>Areaceae</i>	20	10
			<i>Mimosa sp.</i>	3	1.5
				200	
			<i>Mimosa sp.</i>	80	40
M055	Marrón claro	154	Tricolporado	70	35
			<i>Solanaceae</i>	50	25
				200	

Leyenda: CR: Color referencial. GP: Código asignado de acuerdo a la guía universal de color PANTONE.

c) Localidad de Lamas

Se identificaron 16 taxones, de los cuales seis fueron registrados como familia y uno con la forma palinológica Mor-Urt. En la Figura 33, se muestran los taxones predominantes del polen corbicular analizado; en la Figura 28, los cúmulos de polen corbicular y en la Tabla 25, el color referencial, el código asignado de acuerdo con la guía Pantone y el porcentaje de polen encontrado.

M058; corresponde a la tonalidad negro verduzco, se registraron cuatro taxones; donde *Anacardium sp.* fue el más predominante con el 98,5% de granos de polen.

M059; corresponde a la tonalidad negro rojizo, se registraron cinco taxones, de los cuales Poaceae representa el 91,5% del total de granos de polen presentes en la muestra.

M060; corresponde a la tonalidad crema, se registraron tres taxones, de los cuales *Leucaena sp.* representa el 98,5% del total de granos de polen presentes en la muestra.

M061; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron cinco taxones; de los cuales *Leucaena sp.* fue el más predominante con el 98% de granos de polen presentes en la muestra.

M062; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron ocho taxones; de los cuales *Ricinus sp.* representa el mayor porcentaje con el 85% de granos de polen presentes en la muestra.

M063; corresponde a la tonalidad marrón, se registraron cuatro taxones; donde las especies predominantes fueron *Commelina sp.* con el 69,5% y *Mimosa sp.* con el 23% de granos de polen presentes en la muestra.

M064; corresponde a la tonalidad marrón, se registraron seis taxones, donde *Commelina sp*, fue la especie predominante con el 95,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M065; corresponde a la tonalidad crema, se registraron dos taxones, de los cuales Vitaceae fue la especie predominante con el 82% de granos de polen presentes en la muestra.

M066; corresponde a la tonalidad crema, se registraron dos taxones, donde la especie predominante fue *Vitaceae* con el 81% de granos de polen presentes en la muestra.

M067; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron diez taxones, donde la especie predominante fue *Croton sp*, con el 88,5% de granos de polen presentes en la muestra.

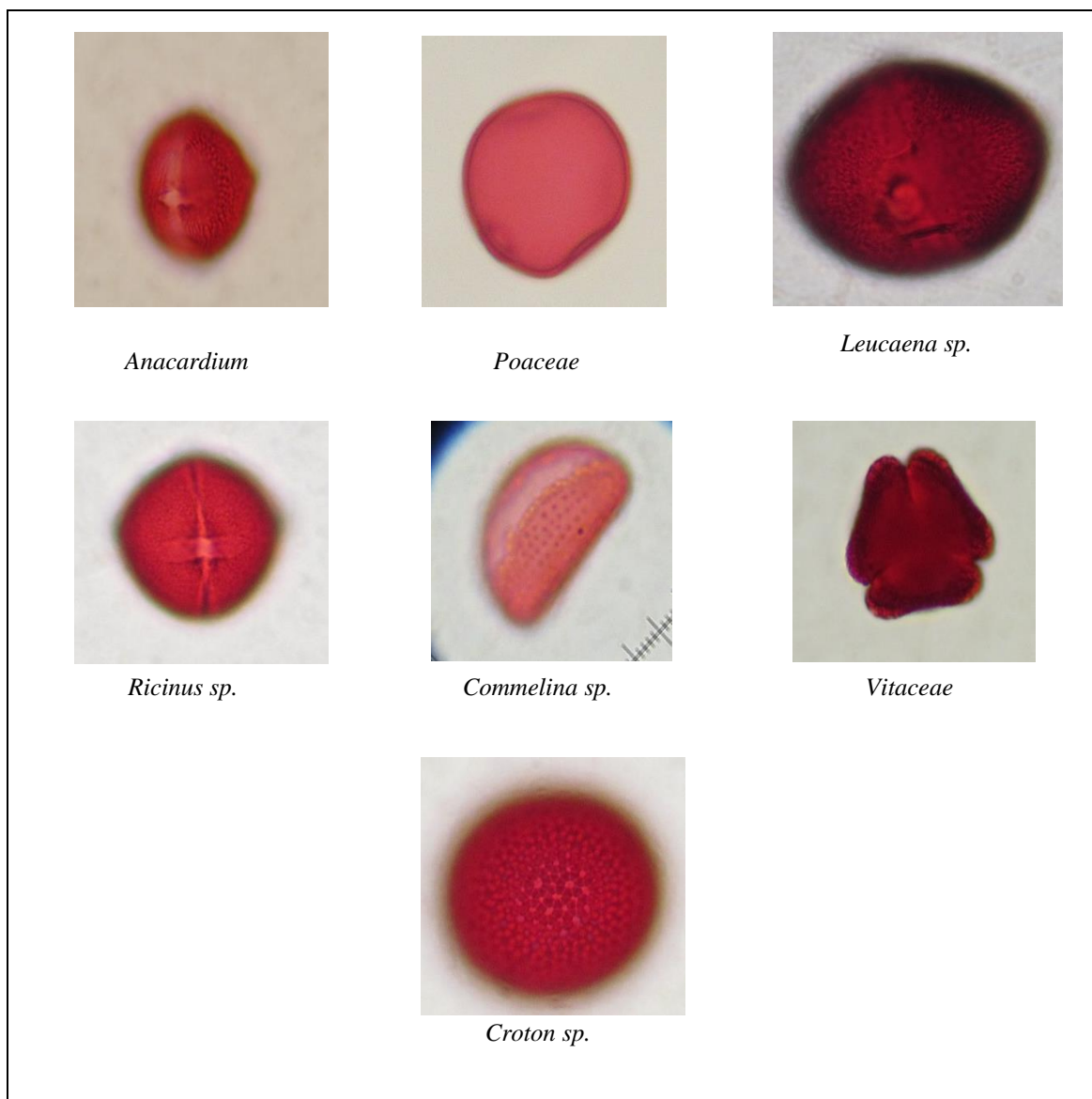


Figura 33. Taxones predominantes en las muestras de polen corbicular de la localidad de Lamas.

Tabla 25
Taxones encontrados en los cúmulos de polen corbicular de la Localidad Lamas

CÓDIGO LADA	COLOR		TAXÓN	CONTEO	PORCENTAJE (%)
	CR	GP			
M058	Negro verduzco	2M	<i>Anacardium</i>	197	98.5
			<i>Asteraceae I</i>	1	0.5
			<i>Leucaena</i>	1	0.5
			<i>Poaceae</i>	1	
			200		
M059	Marrón rojizo	4625M	<i>Poaceae</i>	183	91.5
			<i>Leucaena</i>	13	6.5
			<i>Ricinus</i>	2	1
			<i>Anacardium</i>	1	0.5
			<i>Asteraceae I</i>	1	0.5
200					
M060	Crema	7407M	<i>Leucaena</i>	197	98.5
			<i>Ricinus</i>	2	1
			<i>Vitaceae</i>	1	0.5
			200		
M061	Marrón claro	464M	<i>Leucaena</i>	196	98
			<i>Arecaceae I</i>	1	0.5
			<i>Melastomataceae</i>	1	0.5
			<i>Mimosa</i>	1	0.5
			<i>Mort-Urc</i>	1	0.5
			200		
M062	Marrón claro	464M	<i>Ricinus</i>	170	85
			<i>cf. Psychotria</i>	19	9.5
			<i>Mimosa</i>	4	2
			<i>Arecaceae I</i>	2	1
			<i>Croton</i>	2	1
			<i>Asteraceae I</i>	1	0.5
			<i>Commelina</i>	1	0.5
<i>Zea mays</i>	1	0.5			
200					

.....Continúa Tabla 25

CÓDIGO LADA	COLOR		TAXÓN	CONTEO	PORCENTAJE (%)
	CR	GP			
M063	Marrón	1545M	<i>Commelina</i> sp	139	69.5
			<i>Mimosa</i> sp	46	23
			<i>Polygonum</i> sp	14	7
			<i>Leucaena</i> sp	1	0.5
			200		
M064	Marrón	476M	<i>Commelina</i> sp	191	95.5
			<i>Leucaena</i> sp	4	2
			<i>Ricinus</i> sp	2	1
			<i>Asteraceae 1</i>	1	0.5
			<i>Arecaceae 1</i>	1	0.5
			<i>Mimosa</i> sp	1	0.5
200					
M065	Crema	465M	<i>Vitaceae</i>	164	82
			<i>Arecaceae 1</i>	36	18
200					
M066	Crema	465M	<i>Vitaceae</i>	163	81.5
			<i>Leucaena</i> sp	37	18.5
200					
M067	Marrón claro	464M	<i>Croton</i> sp	177	88.5
			<i>Leucaena</i> sp	7	3.5
			<i>Asteraceae 2</i>	6	3
			<i>Anacardium</i> sp	3	1.5
			<i>Ricinus</i> sp	2	1
			<i>Arecaceae 1</i>	1	0.5
			<i>Asteraceae 1</i>	1	0.5
			<i>Commelina</i> sp	1	0.5
			<i>Mimosa</i> sp	1	0.5
<i>Polygonum</i> sp	1	0.5			
200					

Leyenda: CR: Color referencial. GP: Código asignado de acuerdo con la guía universal de color PANTONE.

d) Localidad de Juan Guerra

Se identificaron 15 taxones, cinco de los cuales quedaron registrados como familia. Los taxones predominantes en las muestras de polen corbicular se muestran en la Figura 34, los cúmulos de polen corbicular en la Figura 29 y en la Tabla 26 se muestra el color referencial y el código asignado de acuerdo con la guía Pantone, y el porcentaje de polen encontrado.

M068; corresponde a la tonalidad crema, se registró un taxón, cf. *Schefflera*.

M069; corresponde a la tonalidad crema, se registraron seis taxones, donde las especies predominantes fueron *Arecaceae* 2 con el 44,5% y *Cordia sp*, con el 42% de granos de polen presentes en la muestra.

M070; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron 10 taxones, donde las especies predominantes fueron *Portulaca sp*, con el 51%, *Croton sp*, con el 16% y cf. *Schefflera sp*, con el 16% de granos de polen presentes en la muestra.

M071; corresponde a la tonalidad ámbar, se registraron cuatro taxones, donde la especie predominante fue *Leucaena sp*, con el 94% de granos de polen presentes en la muestra.

M072; corresponde a la tonalidad ámbar, se registraron siete taxones, donde las especies predominantes fueron *Leucaena sp*, con el 61,5% y cf. *Psychotria sp*, con el 28,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M073; corresponde a la tonalidad ámbar, se registraron dos taxones, donde la especie predominante fue *Anacardium sp*, con el 96% de granos de polen presentes en la muestra.

M074; corresponde a la tonalidad ámbar, se registraron tres taxones, donde la especie predominante fue *Anacardium sp*, con el 74,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M075; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron cuatro taxones, donde la especie predominante fue *Anacardium sp*, con el 83,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M076; corresponde a la tonalidad marrón, se registraron seis taxones, donde la especie predominante fue *Portulaca sp*, con el 79,5% de granos de polen presentes en la muestra.

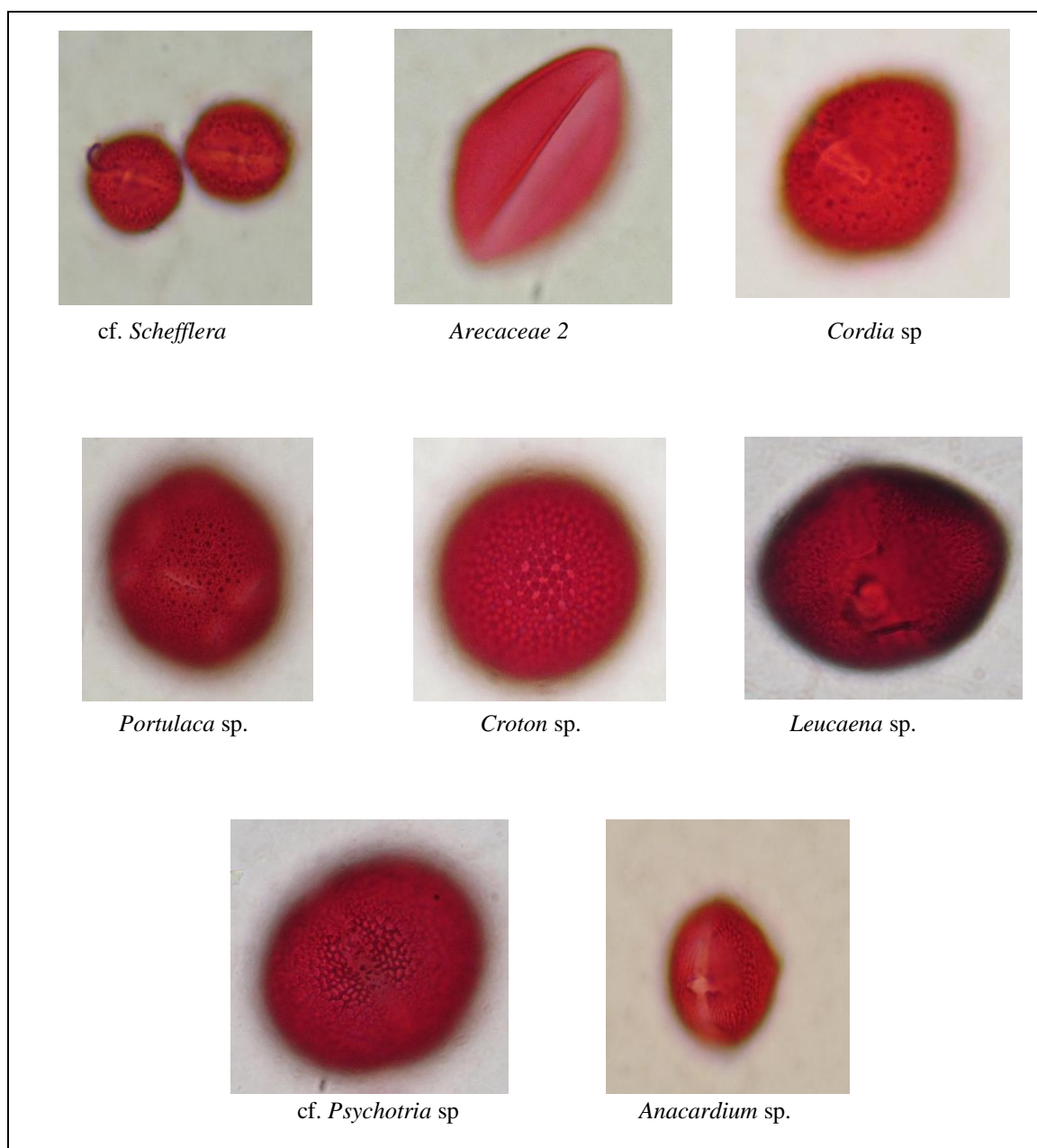


Figura 34. Taxones predominantes en las muestras de polen corbicular de Localidad de Juan Guerra.

Tabla 26

Taxones encontrados en los cúmulos de polen corbicular de la Localidad Juan Guerra.

CÓDIGO LADA	COLOR		TAXÓN	CONTEO	PORCENTAJE (%)
	CR	GP			
M068	Crema	466M	cf. <i>Schefflera</i> sp.	200	100
			200		
			<i>Areaceae</i> 2	89	44.5
			<i>Cordia</i> sp.	84	42
M069	Crema	46M	cf. <i>Schefflera</i> sp.	19	9.5
			<i>Scrophulariaceae</i>	4	2
			<i>Anacardium</i> sp.	3	1.5
			<i>Mimosa</i> sp.	1	0.5
			200		
			<i>Portulaca</i> sp.	102	51
			<i>Croton</i> sp.	32	16
M070	Marrón claro	463M	cf. <i>Schefflera</i> sp.	32	16
			<i>Anacardium</i> sp.	24	12
			<i>Cordia</i> sp.	2	1
			<i>Leucaena</i> sp.	2	1
			cf. <i>Luehea</i> sp.	2	1
			<i>Scrophulariaceae</i>	2	1
			<i>Asteraceae</i> 2	1	0.5
			<i>Poaceae</i>	1	0.5
			200		
			<i>Leucaena</i> sp.	188	94
M071	Ámbar		cf. <i>Schefflera</i> sp.	7	3.5
			<i>Anacardium</i> sp.	4	2
			<i>Asteraceae</i> 3	1	0.5
200					
M072	Ámbar	146M	<i>Leucaena</i> sp.	123	61.5
			cf. <i>Psychotria</i> sp.	57	28.5
			cf. <i>Schefflera</i> sp.	14	7
			<i>Anacardium</i> sp.	2	1
			<i>Portulaca</i> sp.	2	1
			<i>Cordia</i> sp.	1	0.5
			<i>Scrophulariaceae</i>	1	0.5
			200		

Leyenda: CR: Color referencial. GP: Código asignado de acuerdo con la guía universal de color PANTONE.

... Continua Tabla 26

CÓDIGO LADA	COLOR		TAXÓN	CONTEO	PORCENTAJE (%)
	CR	GP			
M073	Ámbar		<i>Anacardium</i> sp.	192	96
			<i>cf. Schefflera</i> sp.	8	4
			200		
M074	Ámbar	146M	<i>Anacardium</i> sp.	149	74.5
			<i>Leucaena</i> sp.	49	24.5
			<i>cf. Schefflera</i> sp.	2	1
			200		
M075	Marrón claro	1395M	<i>Anacardium</i> sp.	167	83.5
			<i>Portulaca</i> sp.	26	13
			<i>cf. Schefflera</i> sp.	6	3
			<i>Cordia</i> sp.	1	0.5
			200		
M076	Marrón	731M	<i>Portulaca</i> sp.	159	79.5
			<i>Anacardium</i> sp.	26	13
			<i>Cordia</i> sp.	8	4
			<i>cf. Schefflera</i> sp.	4	2
			<i>Scrophulariaceae</i>	2	1
			<i>Commelina</i> sp.	1	0.5
			200		

e) Localidad de Las Palmas

Se identificaron 10 taxones, tres de los cuales quedaron registrados como familia. Los taxones predominantes en las muestras de polen corbicular se muestran en la Figura 35, los cúmulos de polen corbicular en la Figura 30 y en la Tabla 27 se muestra el color referencial y el código asignado de acuerdo con la guía Pantone, y el porcentaje de polen encontrado.

M077; corresponde a la tonalidad crema, se registraron cinco taxones, donde las especies predominantes fueron *Arecaceae* 2 con el 57,5% y *Ludwigia sp*, con el 40% de granos de polen presentes en la muestra.

M078; corresponde a la tonalidad marrón, se registraron dos taxones, donde la especie predominante fue *Asteraceae* 2 con el 88% de granos de polen presentes en la muestra.

M079; corresponde a la tonalidad marrón oscuro, se registraron cinco taxones, donde la especie predominante fue *Commelina sp*, con el 74% de granos de polen presentes en la muestra.

M080; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron dos taxones, donde la especie predominante fue *Asteraceae 2* con el 99% de granos de polen presentes en la muestra.

M081; corresponde a la tonalidad marrón claro, se registraron tres taxones, donde la especie predominante fue *Asteraceae 2* con el 78,5% de granos de polen presentes en la muestra.

M082; corresponde a la tonalidad marrón, se registraron cuatro taxones, donde las especies predominantes fueron *Mimosa sp.*, con el 45%, *Commelina sp.*, con el 27,5% y *Ludwigia sp.*, con el 25,5% de granos de polen presentes en la muestra.

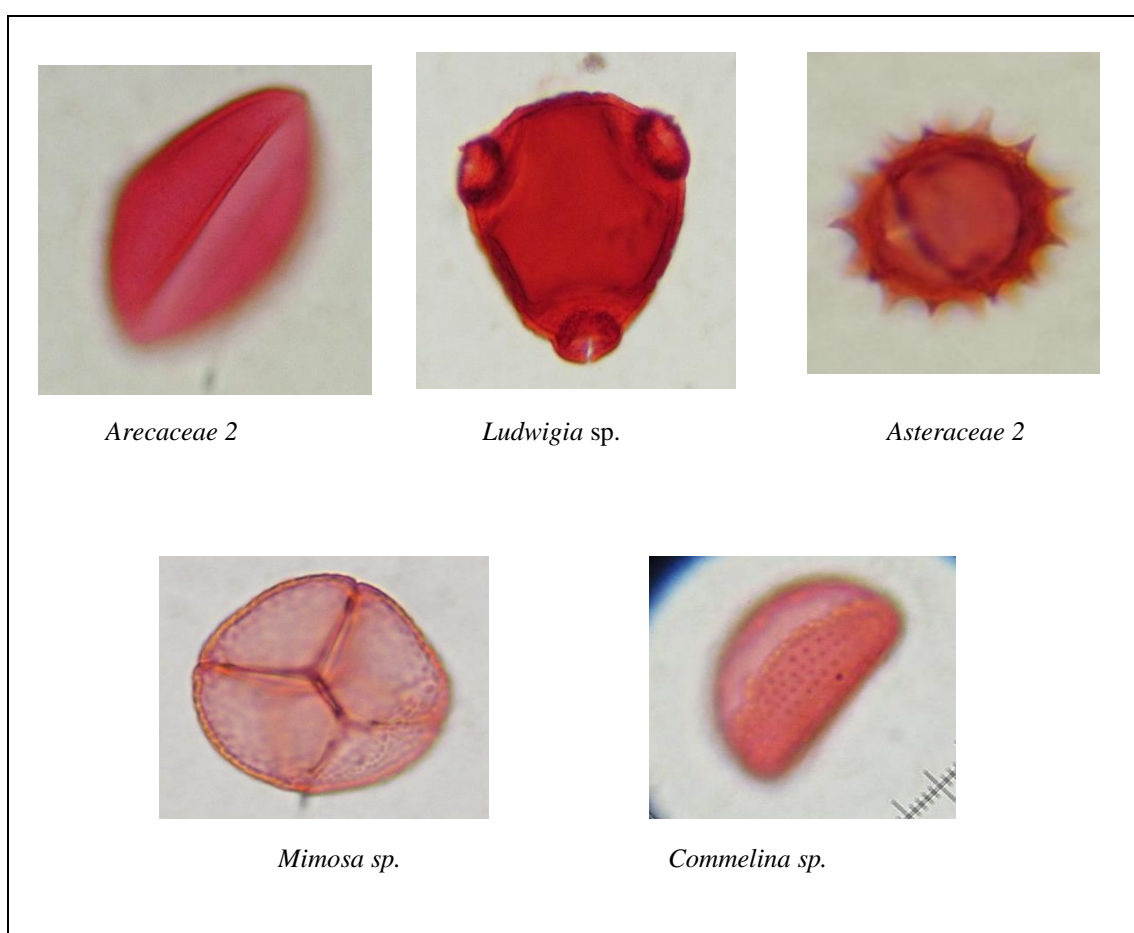


Figura 35. Taxones predominantes en las muestras de polen corbicular de la localidad Las Palmas.

Tabla 27
Taxones encontrados en los cúmulos de polen corbicular de la Localidad Las Palmas

CÓDIGO LADA	COLOR		TAXÓN	CONTEO	PORCENTAJE (%)
	CR	GP			
M077	Crema	7470M	<i>Arecacea 2</i>	115	57.5
			<i>Ludwigia</i>	80	40
			<i>Asteraceae 2</i>	3	1.5
			<i>Leucaena</i>	1	0.5
			<i>Mimosa</i>	1	0.5
			200		
M078	Marrón	731M	<i>Asteraceae 2</i>	176	88
			<i>Croton</i>	24	12
			200		
M079	Marrón oscuro	4625M	<i>Commelina</i>	148	74
			<i>Mimosa</i>	25	12.5
			<i>Poaceae</i>	22	11
			<i>Asteraceae 2</i>	4	2
			<i>cf. Psychotria</i>	1	0.5
			200		
M080	Marrón claro	1395M	<i>Asteraceae 2</i>	198	99
			<i>Inga</i>	2	1
			200		
M081	Marrón claro	464M	<i>Asteraceae 2</i>	157	78.5
			<i>Arecaceae 2</i>	41	20.5
			<i>Inga</i>	2	1
			200		
M082	Marrón	731M	<i>Mimosa</i>	90	45
			<i>Commelina</i>	55	27.5
			<i>Ludwigia</i>	51	25.5
			<i>Leucaena</i>	4	2
			200		

Leyenda: CR: Color referencial. GP: Código asignado de acuerdo con la guía universal de color PANTONE.

3.2. Variación por tonalidades según la Escala Internacional de Colores para miel

Según la Tabla 28 sobre escala internacional de colores, para la muestra de miel de la Banda de Shilcayo según el colorímetro digital se obtuvo el valor de 111,55 que asigna el color ambar; y para la Localidad de Zapatero el valor es 30,50 que asigna el color blanco (Figuras 36 y 37).

Las mieles de Lamas obtuvieron la calificación de ámbar extra claro y de Las Palmas obtuvo el valor de 150 mm Pfund que asigna el color ámbar oscuro (Figura 38). Y la miel del distrito de Juan Guerra, obtuvo el valor de 124 mm que indica el color ámbar oscuro (Figura 38).



Figura 36. Tonalidad de miel, ámbar de Banda de Shilcayo. **Figura 37.** Tonalidad blanco de Zapatero



Figura 38. Tonalidad ámbar extra claro de Lamas y ámbar oscuro de Las Palmas y Juan Guerra.

Tabla 28

Escala internacional de colores para mieles (en mm Pfund).

COLORES	mm Pfund
Blanco agua	0 a 8
Extra blanco	9 a 17
Blanco	18 a 34
Ámbar extra claro	35 a 48
Ámbar claro	49 a 83
Ámbar	84 a 114
Ámbar oscuro	Mayor a 114

3.2.1. Índice de cromaticidad

Según los valores de índice de cromaticidad de las mieles de las Palmas (IC=156,13) y Juan Guerra (IC=126,43) ambos se caracterizan como ambar oscuro; sin embargo, las muestras del distrito de Zapatero obtuvo una miel blanca (IC=28,94), de Lamas (IC=45,74) obtuvo una miel ámbar extra claro y del distrito de la Banda de Shilcayo (IC=110,12) obtuvo una miel ámbar, según las Tablas 29, 30, 31, 32 y 33.

Tabla 29

Índice de cromaticidad para mieles de las Palmas

	Longitud de onda, tono y cromaticidad					Valor Promedio	IC
L	23,28	24,87	22,9	23,13	20,67	22,97	
a	4,90	5,50	5,46	5,99	5,82	5,530	156,13
b	1,4	1,29	1,28	1,73	2,01	1,542	

Tabla 30

Índice de cromaticidad para mieles del distrito de Juan Guerra

	Longitud de onda, tono y cromaticidad					Valor Promedio	IC
L	23.21	25.34	23.04	23.36	20.3	23.05	
a	4.37	4.53	4.39	4.74	4.38	4.482	126,43
b	1.32	1.43	1.22	1.69	2.03	1.538	

Tabla 31

Índice de cromaticidad para mieles del distrito de Zapatero

	Longitud de onda, tono y cromaticidad					Valor Promedio	IC
L	23,26	23,00	22,93	22,90	22,84	22,986	
a	4,76	5,04	4,59	4,79	4,89	4,814	28,94
b	7,26	7,25	7,21	7,30	7,16	7,236	

Tabla 32

Índice de cromaticidad para mieles del distrito de Lamas

	Longitud de onda, tono y cromaticidad					Valor Promedio	IC
L	24,34	24,26	22,19	22,00	19,8	22,518	
a	4,00	4,10	4,59	3,95	4,04	4,136	45,74
b	3,48	4,34	4,6	3,96	3,70	4,016	

Tabla 33
 Índice de cromaticidad para mieles del distrito de Banda de Shilcayo

	Longitud de onda, tono y cromaticidad					Valor	IC
						Promedio	
L	24,34	24,26	22,19	22,00	19,80	22,518	
a	4,00	4,10	4,59	3,95	4,04	4,136	110,12
b	1,26	1,25	1,61	1,50	2,72	1,668	

3.3. Valoraciones mellitopalínológicas

a) Origen botánico de miel de la Localidad de Zapatero

Se identificaron 23 taxones distribuidos en 16 familias botánicas, de las cuales nueve quedaron descritos con sus características palinológicas. En esta localidad se caracterizó una miel bifloral compuesta predominantemente por las familias *Moraceae-Urticaceae* (87,83%). Registrándose 14 tipos polínicos distribuidos en ocho familias botánicas (Figura 39).

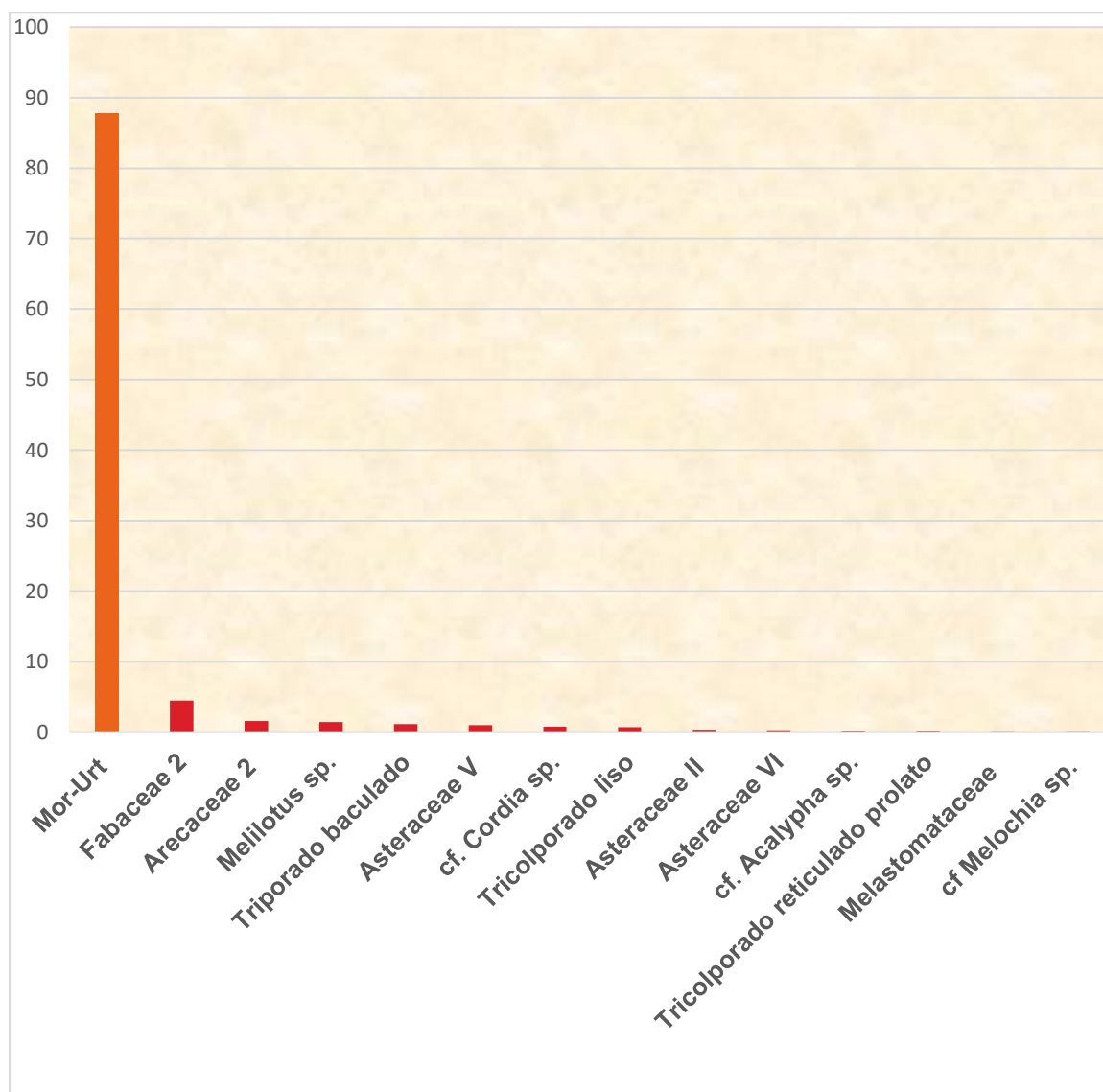


Figura 39. Porcentajes de taxones identificados en la muestra de miel de la Localidad de Zapatero.

b) Origen botánico de miel de la Localidad Banda de Shilcayo

En esta localidad se caracterizó una miel multifloral compuesta predominantemente por *Solanaceae* (40,42%) y *Arecaceae* (10,33%). Se registraron 14 tipos polínicos distribuidos en 12 familias botánicas (Figura 40).

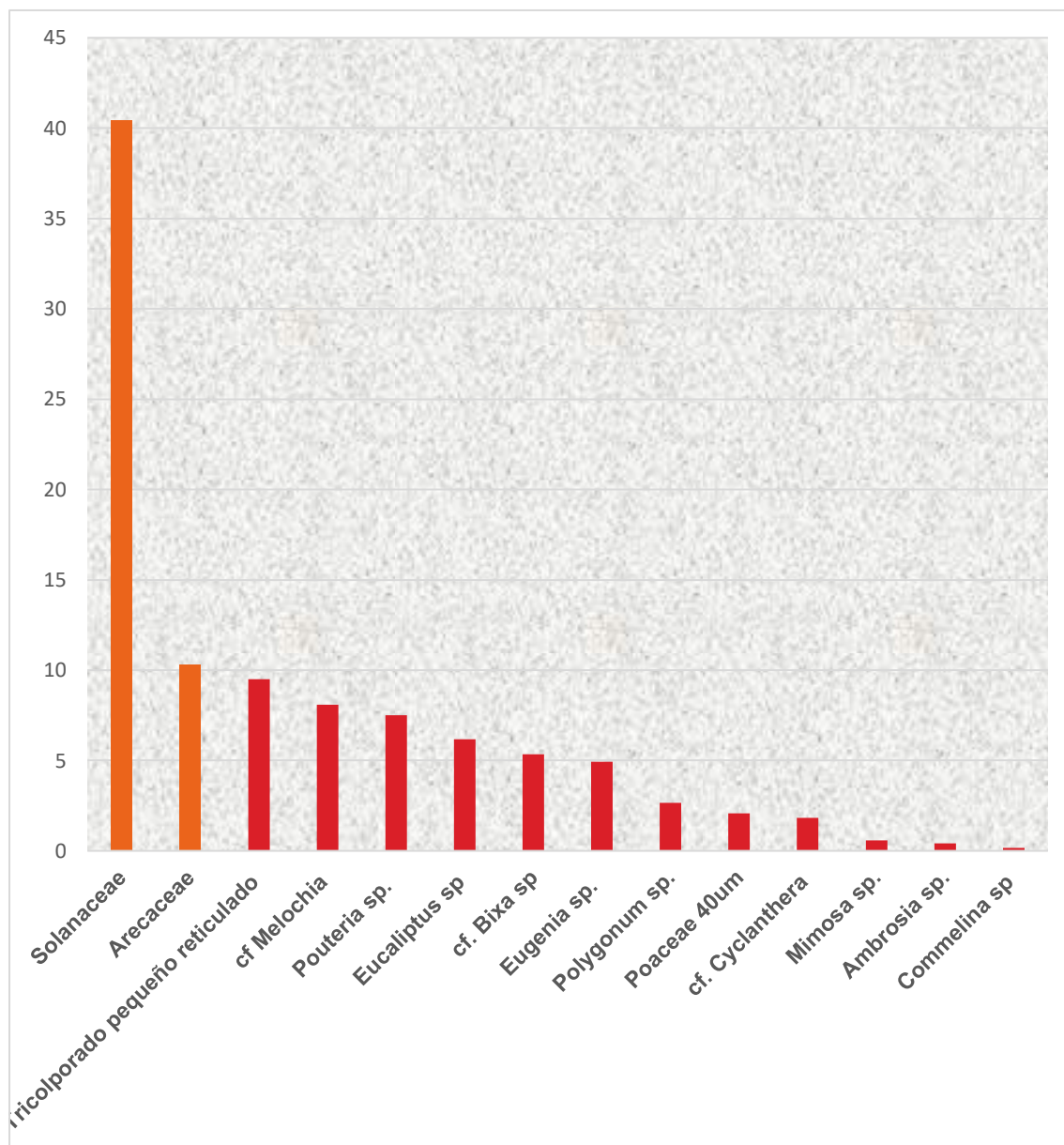


Figura 40. Porcentajes de taxones identificados en muestra de miel Localidad Banda de Shilcayo.

En las Figuras 39 y 40 se confirma la presencia de taxones predominantes en las muestras, relacionándose con la visita por las abejas y el recojo de carga de néctar y polen de las especies tipificadas como flora apícola, prueba de ello se tiene familias y especies como; *Moraceae-Urticaceae*, *Fabaceae*, *Solanaceae*, *Arecaceae*, *cf Melochia*, *Pouteria sp*, *Eucaliptus sp*, *Bixa sp* y *Eugenia sp*; varios taxones se repiten en ambas localidades, Banda de Shilcayo y Zapatero.

Tabla 34

Taxones encontrados en muestras de miel y polen corbicular de las localidades de Zapatero y Banda Shilcayo

Familia	Tipo Polínico	Miel	Polen Corbicular
<i>Arecaceae</i>	<i>Arecaceae</i>	X	X
	<i>Arecaceae 2</i>	X	
	<i>Ambrosia sp.</i>	X	
<i>Asteraceae</i>	<i>Asteraceae I</i>		X
	<i>Asteraceae II</i>	X	X
	<i>Asteraceae IV</i>		X
	<i>Asteraceae V</i>	X	
	<i>Asteraceae VI</i>	X	
<i>Bixaceae</i>	<i>cf. Bixa sp.</i>	X	
<i>Bombacaceae</i>	<i>cf. Bombax</i>		X
<i>Boraginaceae</i>	<i>cf. Cordia sp.</i>	X	
<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelina sp.</i>	X	X
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>cf. Cyclanthera</i>	X	
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>cf. Acalypha sp.</i>	X	
	<i>Acacia sp.</i>		X
	<i>Fabaceae</i>		X
<i>Fabaceae</i>	<i>Fabaceae 2</i>	X	
	<i>Faboideae</i>		X
	<i>Inga sp.</i>		X
	<i>Melilotus sp.</i>	X	
	<i>Mimosa sp.</i>	X	X
<i>Lamiaceae</i>	<i>cf. Senna sp</i>		X
	<i>Lamiaceae</i>		X
<i>Malvaceae</i>	<i>cf. Melochia sp.</i>	X	
	<i>cf. Bombax sp.</i>		X
<i>Melastomataceae</i>	<i>Melastomataceae</i>	X	
<i>Moraceae-Urticaceae</i>	<i>Mor-Urt 15um</i>	X	X
<i>Myrtaceae</i>	<i>Eucaliptus sp.</i>	X	X
	<i>Eugenia sp.</i>	X	
<i>Oleaceae</i>	<i>Oleaceae</i>		X
<i>Poaceae</i>	<i>Poaceae 40um</i>	X	
	<i>Zea mays</i>		X
<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum sp.</i>	X	
<i>Portulacaceae</i>	<i>Portulacaceae</i>		X
<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus sp.</i>		X
<i>Sapotaceae</i>	<i>Pouteria sp.</i>	X	
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanaceae</i>	X	X
	<i>Solanum sp.</i>		X
	Tricolpado reticulado		X
	Tricolporado		X
	Tricolporado liso	X	

Tricolporado pequeño reticulado	X	
Tricolporado reticulado prolato	X	
Triporado baculado	X	
Indeterminado		X

c) Origen botánico de miel de la Localidad de Lamas

Se identificaron 41 taxones distribuidos en 30 familias botánicas. En esta localidad se caracterizó una miel multifloral compuesta predominantemente por *Pouteria sp.* (32,17%), *Faboideae* (14,1%), *Moracea-Urticaceae* (13,7%), y *Solanaceae 1* (10,33%). Registrándose 21 tipos polínicos distribuidos en 16 familias botánicas (Figura 41).

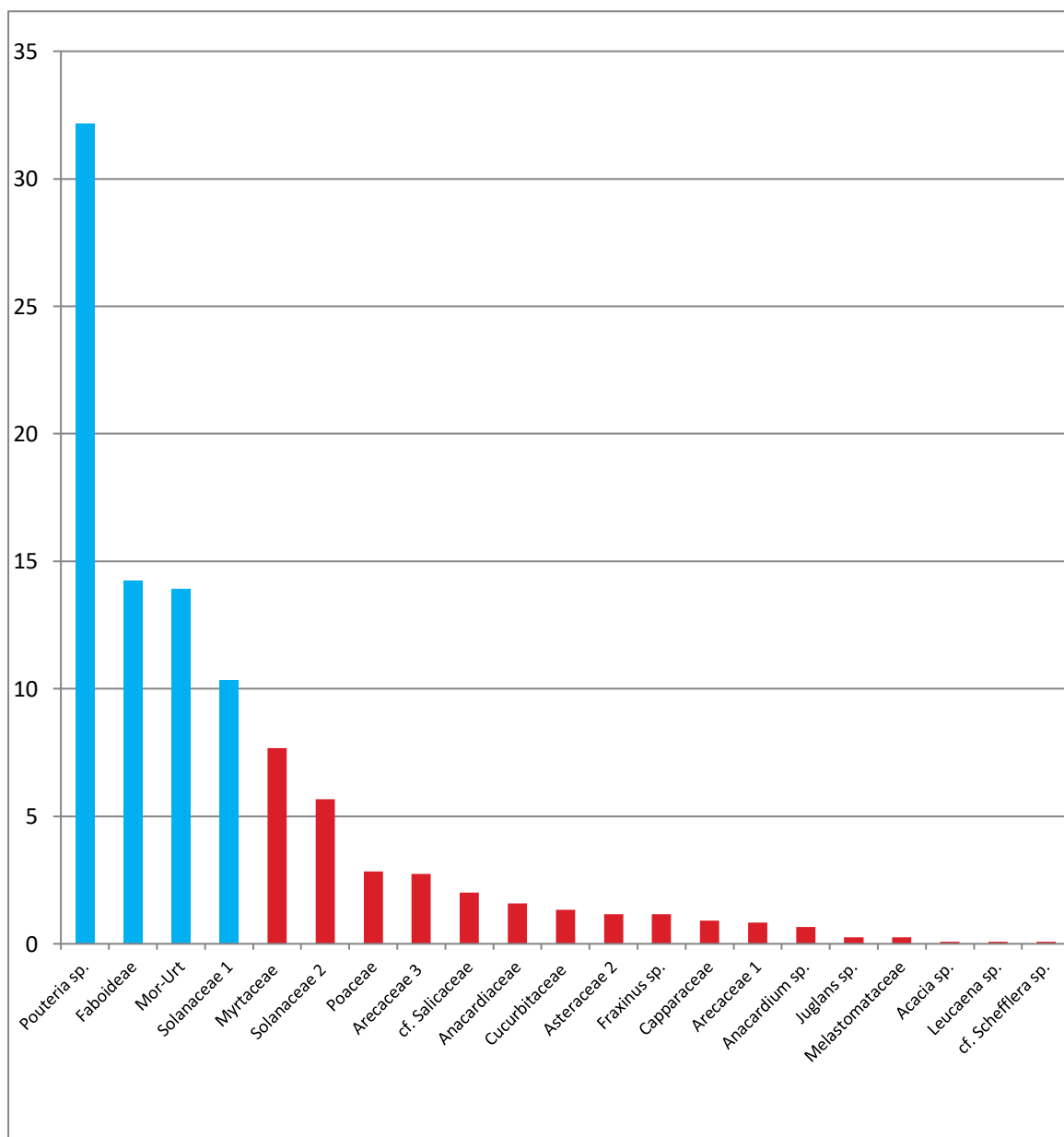


Figura 41. Porcentajes de taxones identificados en la muestra de miel de la Localidad de Lamas.

d) Origen botánico de miel de la Localidad de Juan Guerra

En esta localidad se caracterizó una miel monofloral compuesta predominantemente por *Poaceae* (45,36%), *Escalloniaceae* (32%) y *Vitaceae* (12%); registrándose 22 tipos polínicos distribuidos en 16 familias botánicas (Figura 42).

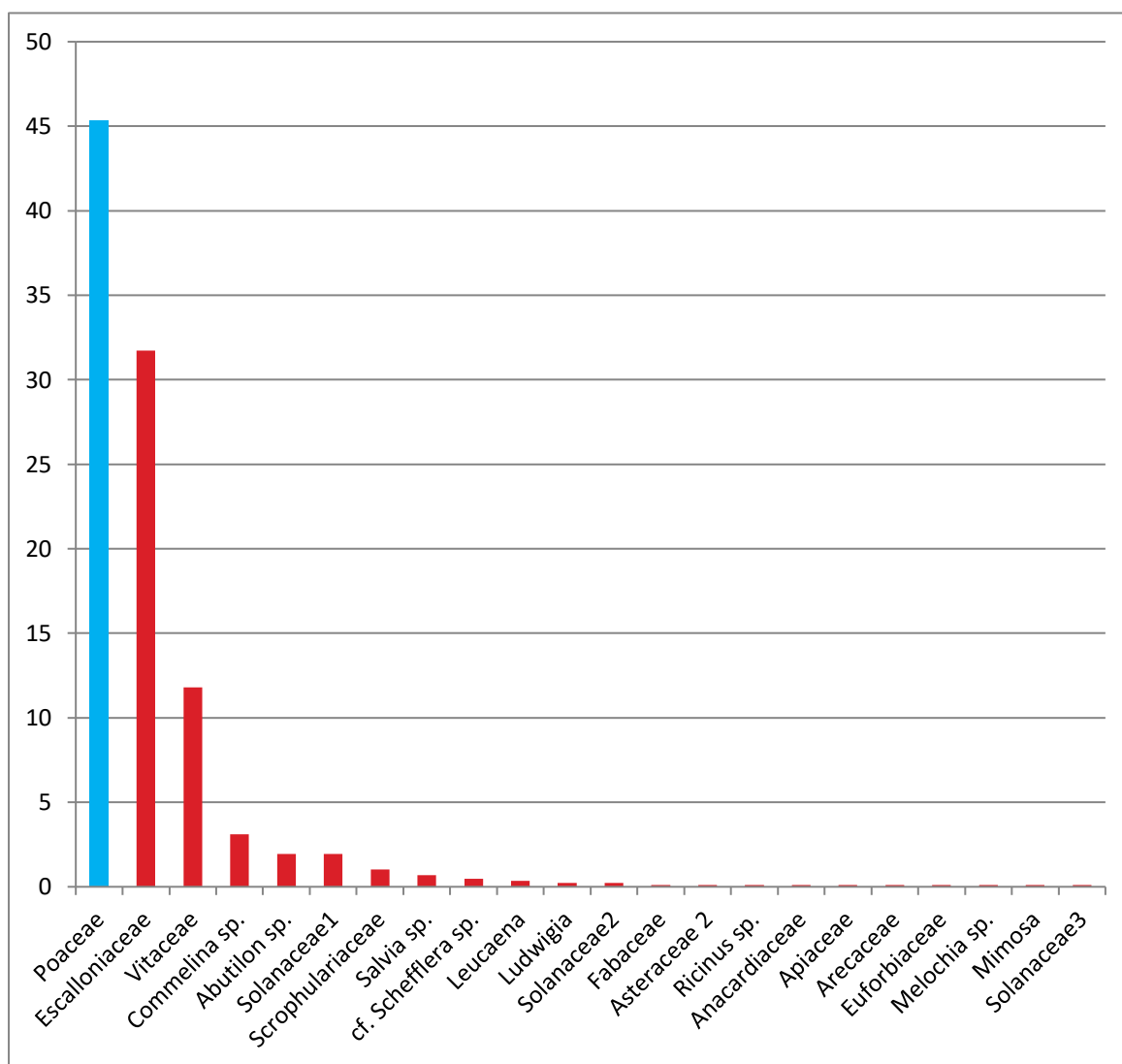


Figura 42. Porcentajes de taxones identificados en la muestra de miel de la Localidad de Juan Guerra.

e) Origen botánico de miel de la Localidad de Las Palmas

En esta localidad se caracterizó una miel multifloral compuesta predominantemente por *Vitaceae* (32,33%), *Anacardium sp.* (23,50%) y *Poaceae* (16,33%). Registrándose 21 tipos polínicos distribuidos en 13 familias botánicas (Figura 43).

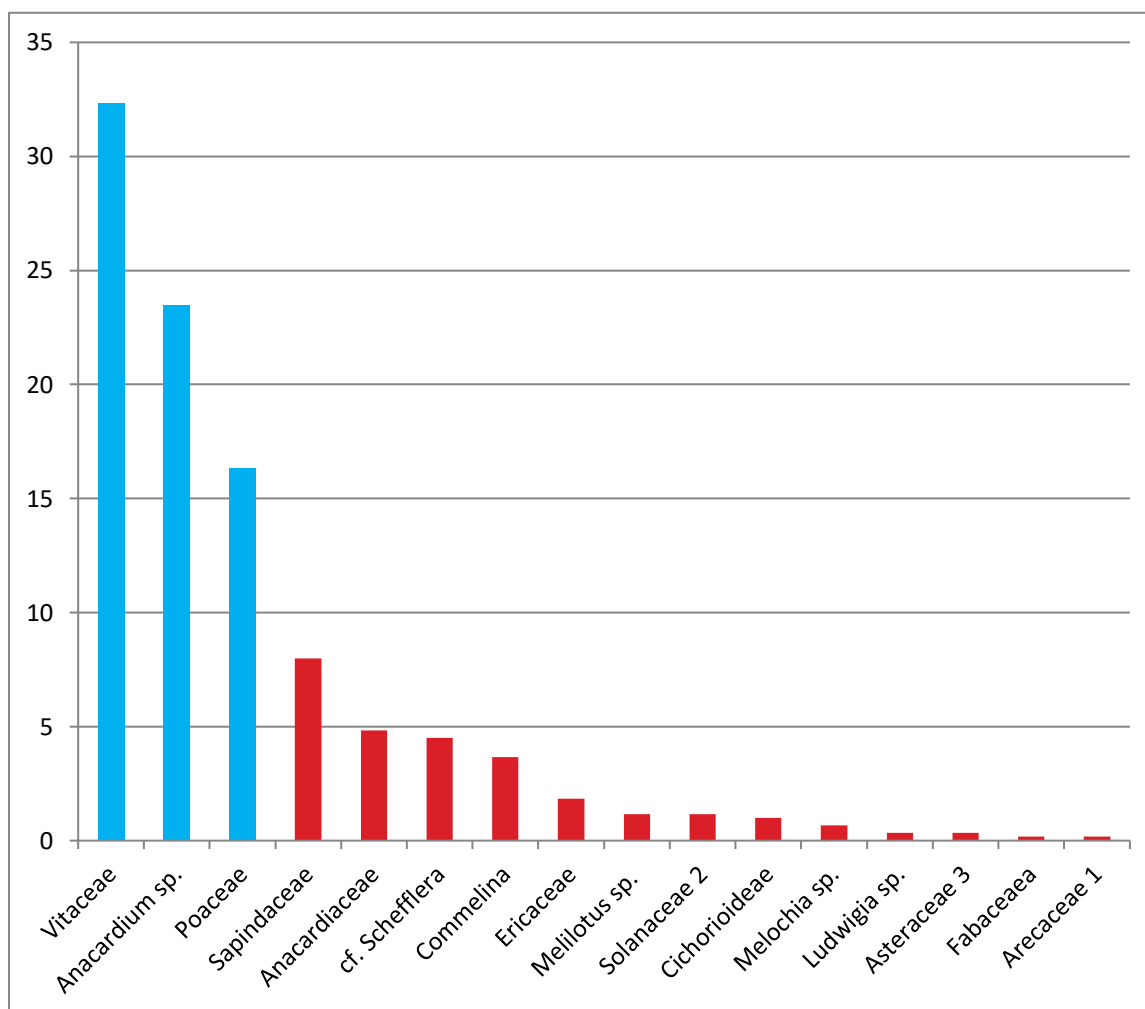


Figura 43. Porcentajes de taxones identificados en la muestra de miel de la Localidad Las Palmas.

Según la Tabla 35, en las localidades de Lamas, Juan Guerra y Las Palmas, se aprecia que la presencia de taxones predominantes en las muestras se relaciona con la visita por las abejas consecuentemente el recojo de carga de néctar y polen, indicándonos que existe diferencias en la preferencia por las plantas entre una localidad y otra, implica por tanto, que las especies tipificadas como flora apícola en el primer semestre de la cosecha de miel y polen de 2016 es propio de cada zona en estudio, con esta información se califica a las especies si tienen importancia melífera o polínifera o la producción de ambos insumos.

Tabla 35

Taxones encontrados en muestras de miel y polen corbicular de las localidades de Lamas, Juan Guerra y Las Palmas

Familia	Tipo Polínico	Miel	Polen Corbicular
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Anacardiaceae</i>	X	
	<i>Anacardium sp.</i>	X	X
<i>Apiaceae</i>	<i>Apiaceae</i>	X	
<i>Araliaceae</i>	<i>cf. Schefflera sp.</i>	X	X
	<i>Arecaceae</i>	X	
<i>Arecaceae</i>	<i>Arecaceae 1</i>	X	X
	<i>Arecaceae 2</i>		X
	<i>Arecaceae 3</i>	X	
<i>Asteraceae</i>	<i>Asteraceae 1</i>		X
	<i>Asteraceae 2</i>	X	X
	<i>Asteraceae 3</i>	X	X
	<i>Cichorioideae</i>	X	
<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia sp.</i>		X
<i>Capparaceae</i>	<i>Capparaceae</i>	X	
<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelina sp.</i>	X	X
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	X	
<i>Ericaceae</i>	<i>Ericaceae</i>	X	
<i>Escalloniaceae</i>	<i>Escalloniaceae</i>	X	
	<i>Croton sp.</i>		X
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	X	
	<i>Ricinus sp.</i>	X	X
	<i>Acacia sp.</i>	X	
	<i>Faboideae</i>	X	
<i>Fabaceae</i>	<i>Fabaceae</i>	X	
	<i>Inga sp.</i>		X
	<i>Leucaena sp.</i>	X	X
<i>Juglandaceae</i>	<i>Melilotus sp.</i>	X	
	<i>Mimosa sp.</i>	X	X
<i>Lamiaceae</i>	<i>Juglans sp.</i>	X	
	<i>Salvia sp.</i>	X	
<i>Malvaceae</i>	<i>Abutilon sp.</i>	X	
	<i>cf. Luehea sp.</i>		X
	<i>Melochia sp.</i>	X	
<i>Melastomataceae</i>	<i>Melastomataceae</i>	X	X
<i>Moraceae-Urticaceae</i>	<i>Mor-Urt</i>	X	X
<i>Myrtaceae</i>	<i>Myrtaceae</i>	X	

.....Continúa Tabla 35

Familia	Tipo Polínico	Miel	Polen corbicular
<i>Oleaceae</i>	<i>Fraxinus sp.</i>	X	
<i>Onagraceae</i>	<i>Ludwigia sp.</i>	X	X
<i>Poaceae</i>	<i>Poaceae</i>	X	X
	<i>Zea mays</i>		X
<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum sp.</i>		X
<i>Rubiaceae</i>	<i>cf. Psychotria sp.</i>		X
<i>cf. Salicaceae</i>	<i>cf. Salicaceae</i>	X	
<i>Sapindaceae</i>	<i>Sapindaceae</i>	X	
<i>Sapotaceae</i>	<i>Pouteria sp.</i>	X	
<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Scrophulariaceae</i>	X	X
	<i>Solanaceae 1</i>	X	
	<i>Solanaceae 2</i>	X	
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanaceae 3</i>	X	
	<i>Vitaceae</i>	X	X

3.4. Análisis cluster sobre relaciones entre muestras de polen corbicular y miel de las localidades en estudio

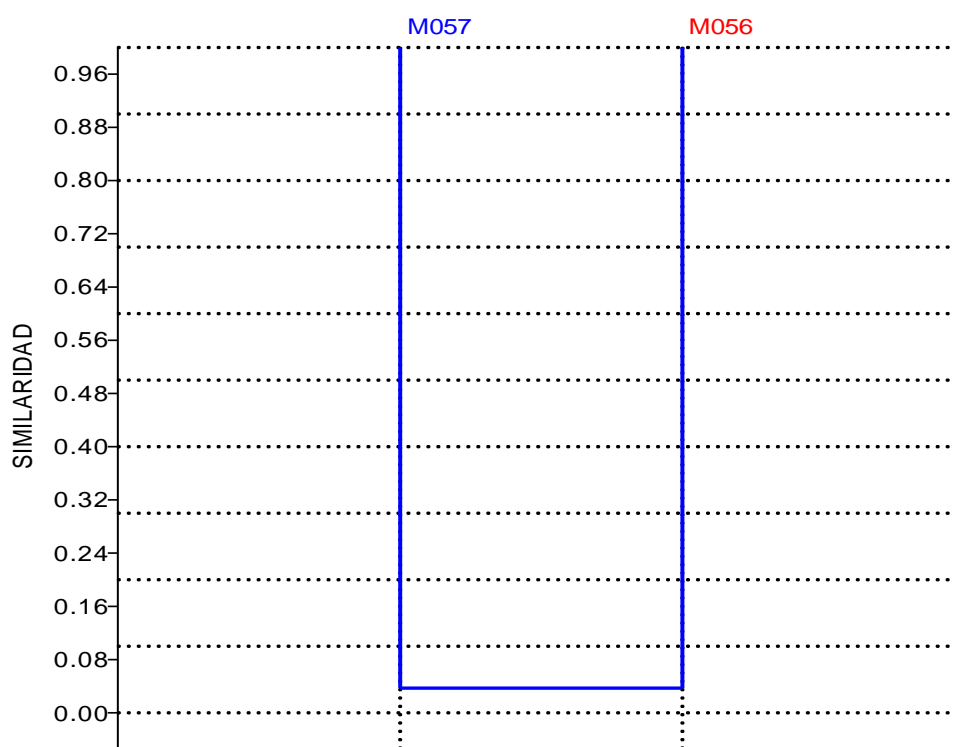


Figura 44. Similitud entre muestras de miel de las localidades de Zapatero (M056) y Banda de Shilcayo (M057).

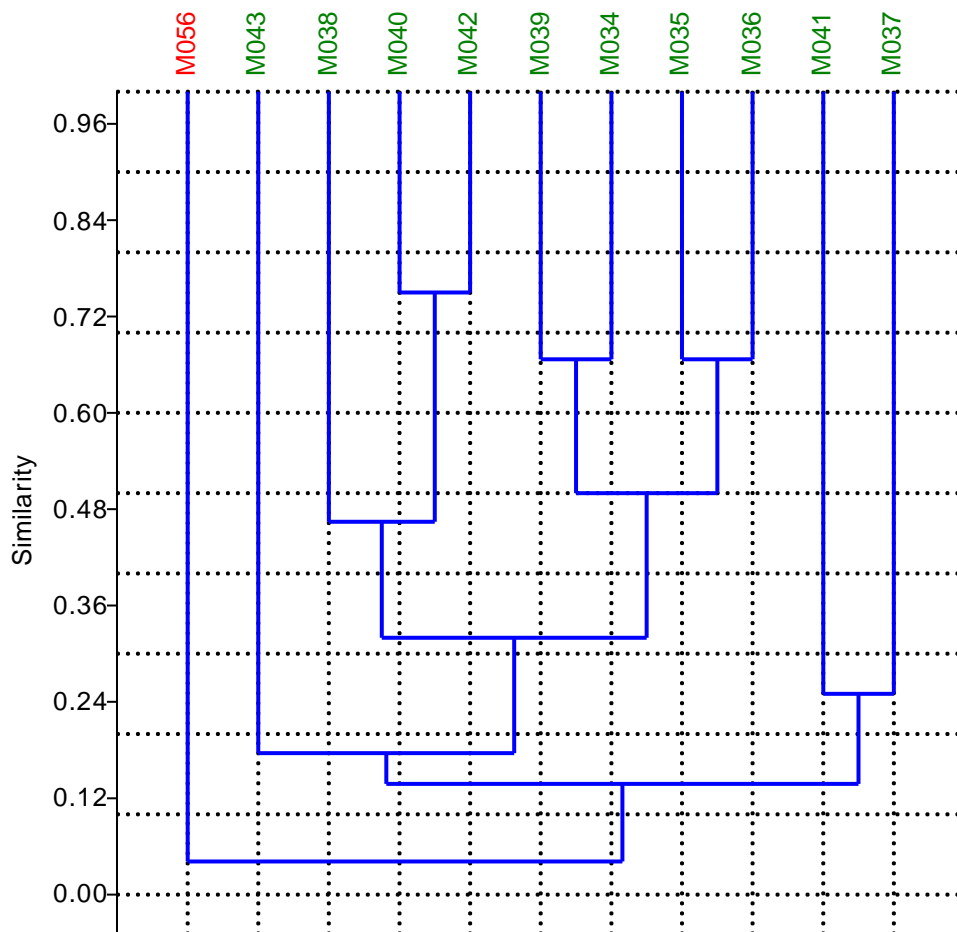


Figura 46. Similitud entre muestras de miel y polen corbicular de la localidad de Zapatero.

De acuerdo a la Figura 44, existe una similitud menor a 8% en las muestras evaluadas, producto del recojo de néctar por las abejas, ello significa, que la miel es típica y diferenciada entre una zona y otra (Banda de Shilcayo y Zapatero) manteniendo sus propios caracteres, como, el origen botánico, aspectos organolépticos y físico-químico.

De igual manera en la Figura 45, se aprecia que existe una similitud menor a 8% en las muestras evaluadas, producto del recojo de carga de polen por las abejas, por ello se puede atribuir que la flora apícola en estudio es propia de cada zona, sin embargo, algunas especies visitadas por las abejas en el entorno del colmenar en la Banda de Shilcayo tienen una similitud mayor a 72%, taxones como las *Solanaceae* y *Mimosa sp*, y similitud mayor a 64% entre los taxones *Arecaceae* y *Solanaceae*.

Algunas especies visitadas por las abejas en el entorno del colmenar en Zapatero tienen una similitud mayor a 64%, taxones como *Zea mays*, *Faboideae*, *Asteraceae*, *Acacia sp*, y *Moraceae-Urticaceae* y similitud mayor a 56% entre los taxones *Zea mays*, *Asteraceae*, *Faboideae* y *Acacia sp*. (Figura 45).

Al relacionarse las muestras de miel y polen obtenido por las abejas en la localidad de Zapatero, se aprecia una similaridad menor a 12%, implica que existe una diferencia marcada para recoger polen y néctar, en diferentes períodos, calificándose a las especies del entorno como melífero y otros poliníferos (Figura 46). De igual manera en la localidad de Banda de Shilcayo, se aprecia una similaridad menor a 18%, implica que existe una diferencia marcada para recoger polen y néctar, en diferentes períodos, calificándose a las especies del entorno como melífero y otros poliníferos (Figura 47).

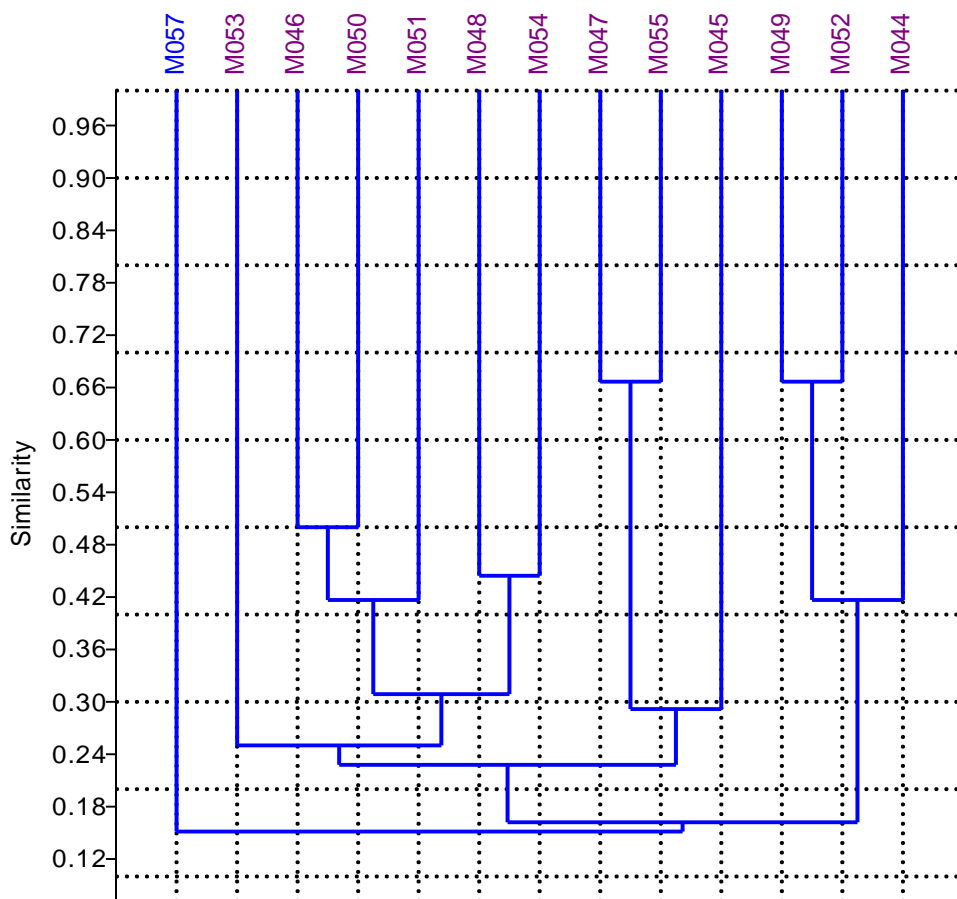


Figura 47. Similitud entre muestras de miel y polen corbicular de la localidad de Banda Shilcayo.

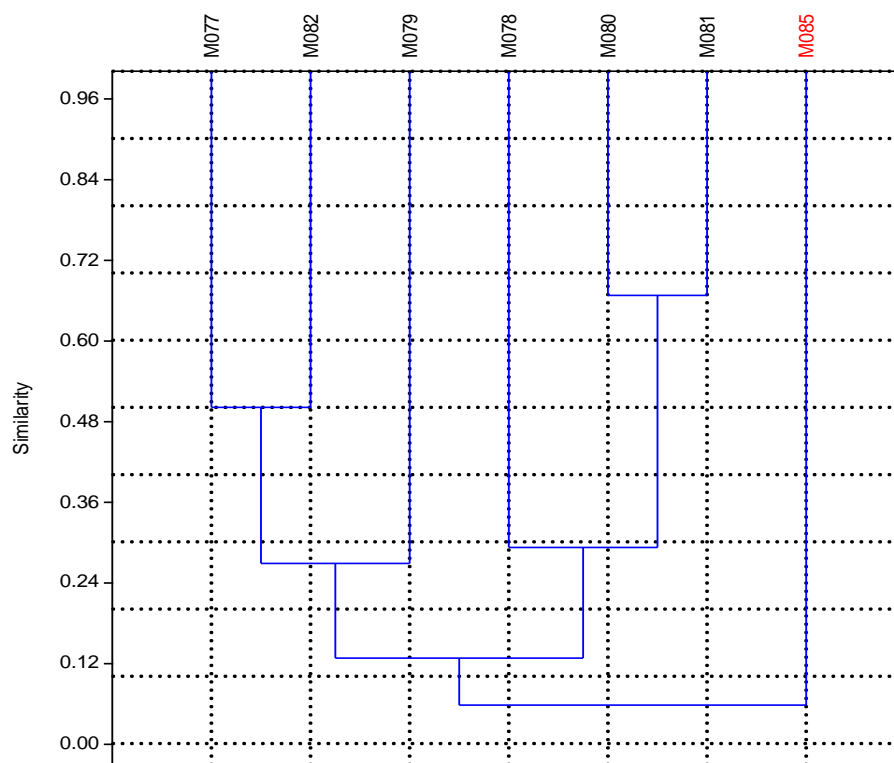


Figura 48. Similitud entre muestras de polen corbicular y miel (M085) de la localidad de Lamas.

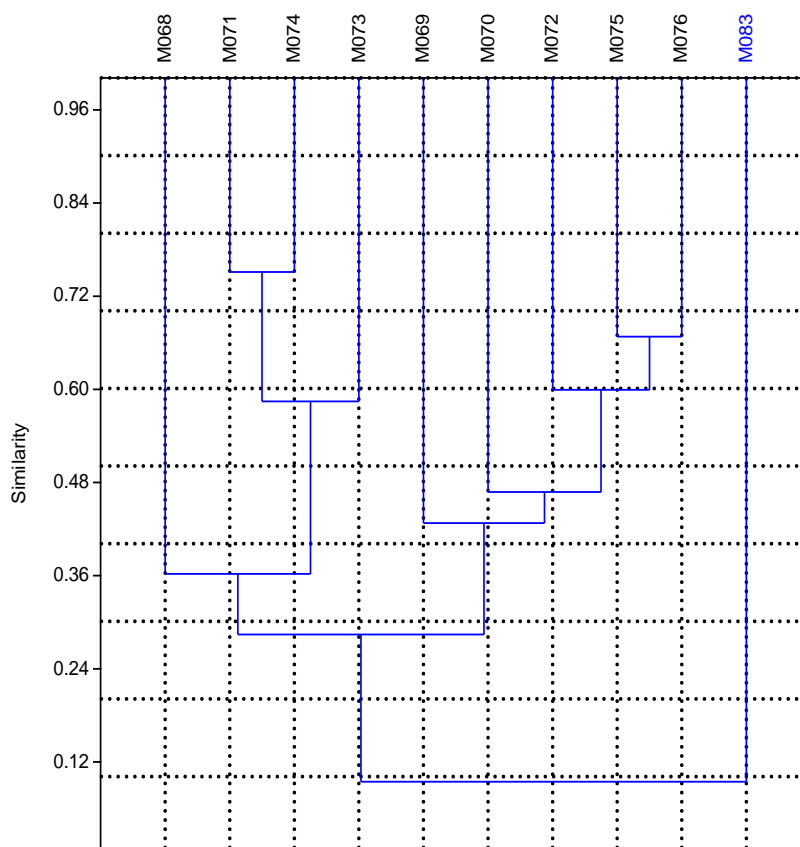


Figura 49. Similitud entre muestras de polen corbicular y miel (M083) de la localidad de Juan Guerra.

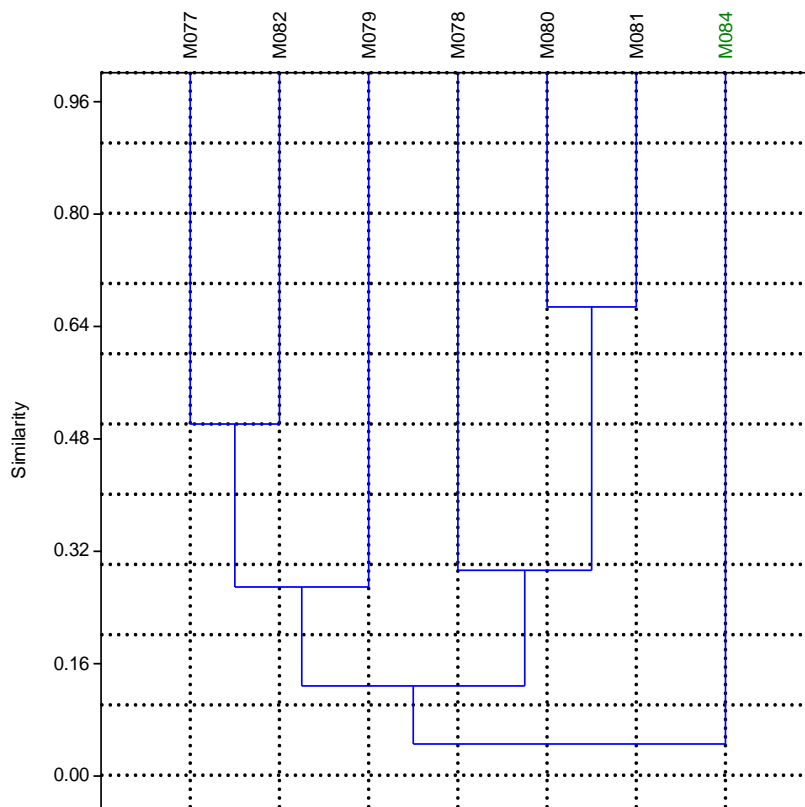


Figura 50. Similitud entre muestras de polen corbicular y miel (M083) de la localidad de Las Palmas.

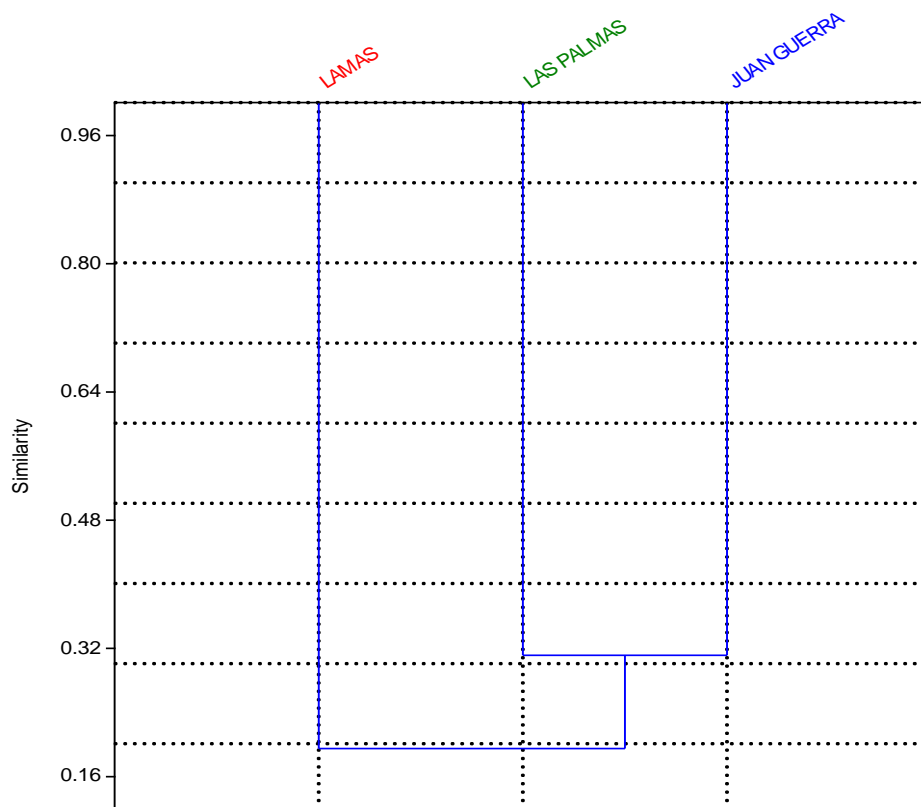


Figura 51. Similitud entre muestras de miel de las localidades Lamas, Juan Guerra y Las Palmas.

En la Figura 48, se aprecia que existe una similaridad menor a 12% en las muestras evaluadas, producto del recojo de carga de néctar y polen por las abejas, por ello se puede atribuir que la flora apícola en estudio es propia de cada zona, sin embargo, algunas especies visitadas por las abejas en el entorno del colmenar en Lamas tienen una similaridad mayor a 60% entre las muestras de polen, taxones como las *Solanaceae* y *Mimosa sp*, y similaridad mayor a 64% entre los taxones *Arecaceae* y *Solanaceae*.

De acuerdo a la Figura 51, existe una similaridad menor a 32% en las muestras evaluadas, producto del recojo de néctar por las abejas, ello significa, que la miel es típica y diferenciada de la localidad de Lamas, manteniendo sus propios caracteres, como, el origen botánico, aspectos organolépticos y físico-químico; sin embargo, entre Juan Guerra y Las Palmas existe una estrecha relación de caracteres, que se asemejan por el acceso geográfico.

La similaridad del polen corbicular de las tres localidades es menor al 12%. Asimismo, en la Localidad de Lamas existe similaridad mayor a 80% entre los taxones *Anacardium sp*, con 98,5% y *Poaceae* con 91,5% de granos de polen presentes en la muestra, mayor al 72% entre los taxones *Leucaena sp*, con 99% y *Anacardium sp*, con 74,5% (Juan Guerra).

Semejanza mayor a 65% entre las muestras *Asteraceae* con 99% de granos de polen presente en la muestra (Las Palmas), *Anacardium sp*, con 83,5% y *Portulaca sp* con 79,5% de granos de polen presente en las muestras (Juan Guerra); *Leucaena sp*, representa el 98,5% y *Vitaceae* con el 81% de granos de polen presente en la muestra (Lamas).

Similaridad mayor a 60% entre los taxones *Commelina sp*, especie predominante con el 95,5% y *Croton sp*, con el 88,5% de granos de polen presente en la muestra (Lamas) y *Commelina sp*, con el 69,5% y *Mimosa sp*, con el 23% en Lamas y 45% en Las Palmas, *Commelina sp*, con el 27,5% y *Ludwigia sp*, con el 25,5% de granos de polen presentes en la muestra (Lamas - Las Palmas respectivamente) (Figura 52).

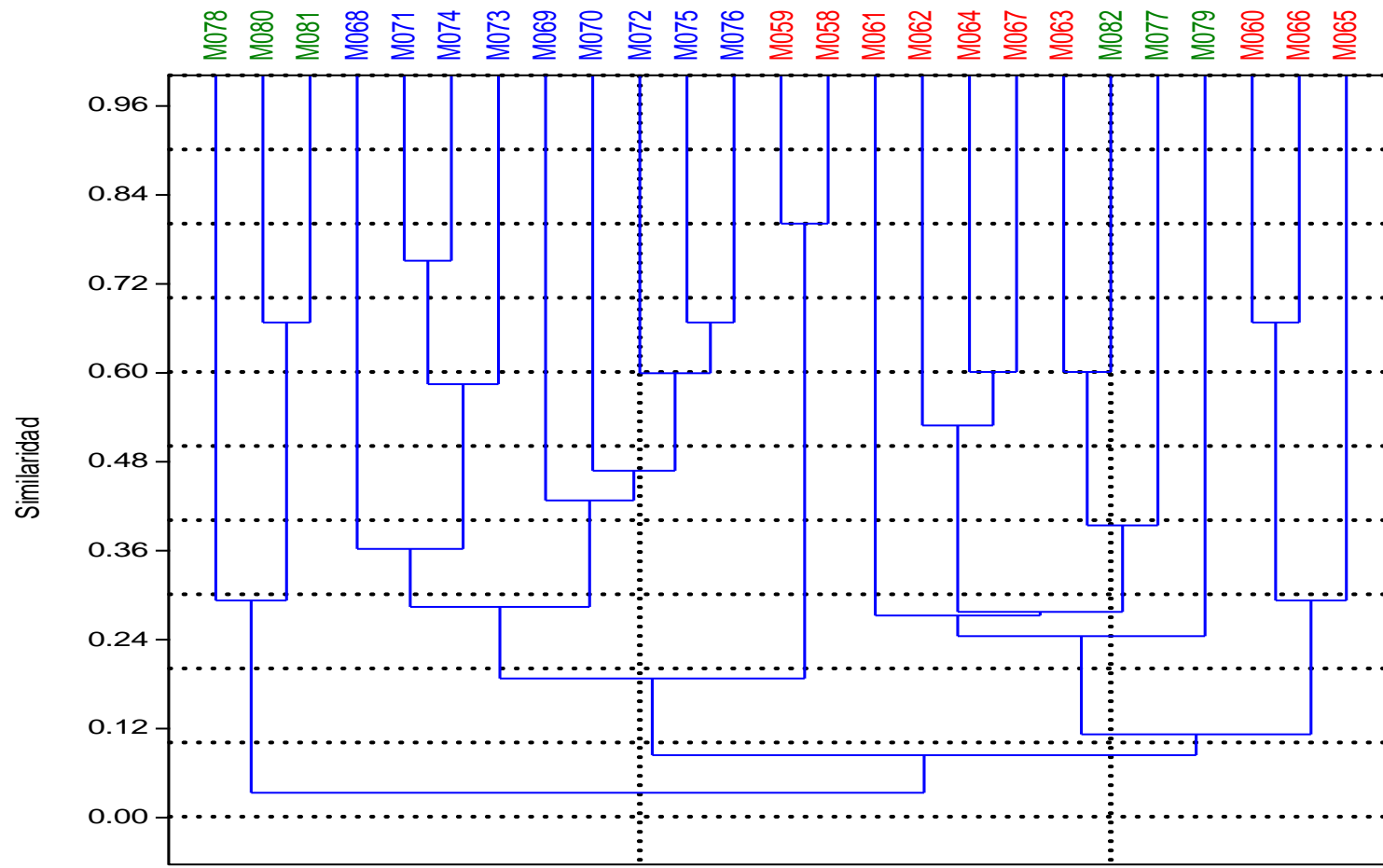


Figura 52. Similitud entre muestras de polen corbicular de las localidades de Lamas, Juan Guerra y Las Palmas.

3.5. Valoraciones físico-químico de miel:

1. Conductividad eléctrica (CE) y pH

En las Tablas 36 y 37, se aprecia los valores promedios de pH y conductividad eléctrica de en muestras de miel de las localidades en estudio; los resultados muestran algunas diferencias entre las cinco zonas y con mayor variabilidad para el pH en la Banda de Shilcayo (c.v=9,04%) y con variación muy significativa en conductividad eléctrica en Lamas (c.v=34,03%).

Tabla 36

Dispersión de pH en muestras de miel de las localidades

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coefficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	3,5266	±0,0252	3,498 – 3,551	0,71
Banda de Shilcayo	5	3,4900	±0,3155	3,26 – 3,91	9,04
Las Palmas	5	3,5740	±0,0336	3,53 – 3,62	0,94
Lamas	5	4,0880	±0,2124	3,91 – 4,33	5,20
Zapatero	5	3,94400	±0,1238	3,81 – 4,08	3,14

N=número de muestras.

Tabla 37

Dispersión de conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{Cm}$) en muestras de miel de las localidades

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coefficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	212,2600	±27,26	193,9 – 260,0	12,84
Banda de Shilcayo	5	133,3400	±9,53	117,4 – 138,6	7,15
Las Palmas	5	159,6600	±5,03	154,9 – 166,4	3,15
Lamas	5	165,2600	±56,24	110,2 – 230,1	34,03
Zapatero	5	501,0800	±22,07	466,1 – 520,1	4,40

Los resultados del ANOVA (Tablas 38 y 39) muestran diferencias altamente significativas entre las medias de las cinco localidades con p-valor <0,0001, coeficiente de determinación $R^2=80,9\%$ y c.v=4,28%, $R^2=97\%$ y c.v=12,65%, resultados que se ratifican al someter a la prueba de tukey (p=0,05%) se puede apreciar que el pH de las zonas de Juan Guerra, Las Palmas y Banda de Shilcayo es estadísticamente similar y el de Lamas y Zapatero varía de 4,088 y 3,944 respectivamente.

Tabla 38
ANOVA del pH en muestras de miel del Bajo Mayo

Fuente	G.L	S.C	C.M	F valor	P valor
Localidades	4	1,48677600	0,37169400	14,58	< 0,0001**
Repeticiones	4	0.23905600	0.05976400	2.34	
Error	16	0,40798400	0,025499		
Total	24	2,13381600			

Tabla 39
ANOVA de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{Cm}$) en muestras de miel del Bajo Mayo

Fuente	G.L	S.C	C.M	F valor	P valor
Localidades	4	460939,5040	115234,8760	131,25	<0,0001**
Repeticiones	4	3988,3720	997,0930	1,14	
Error	16	14048,0440	878,0028		
Total	24	478975,9200			

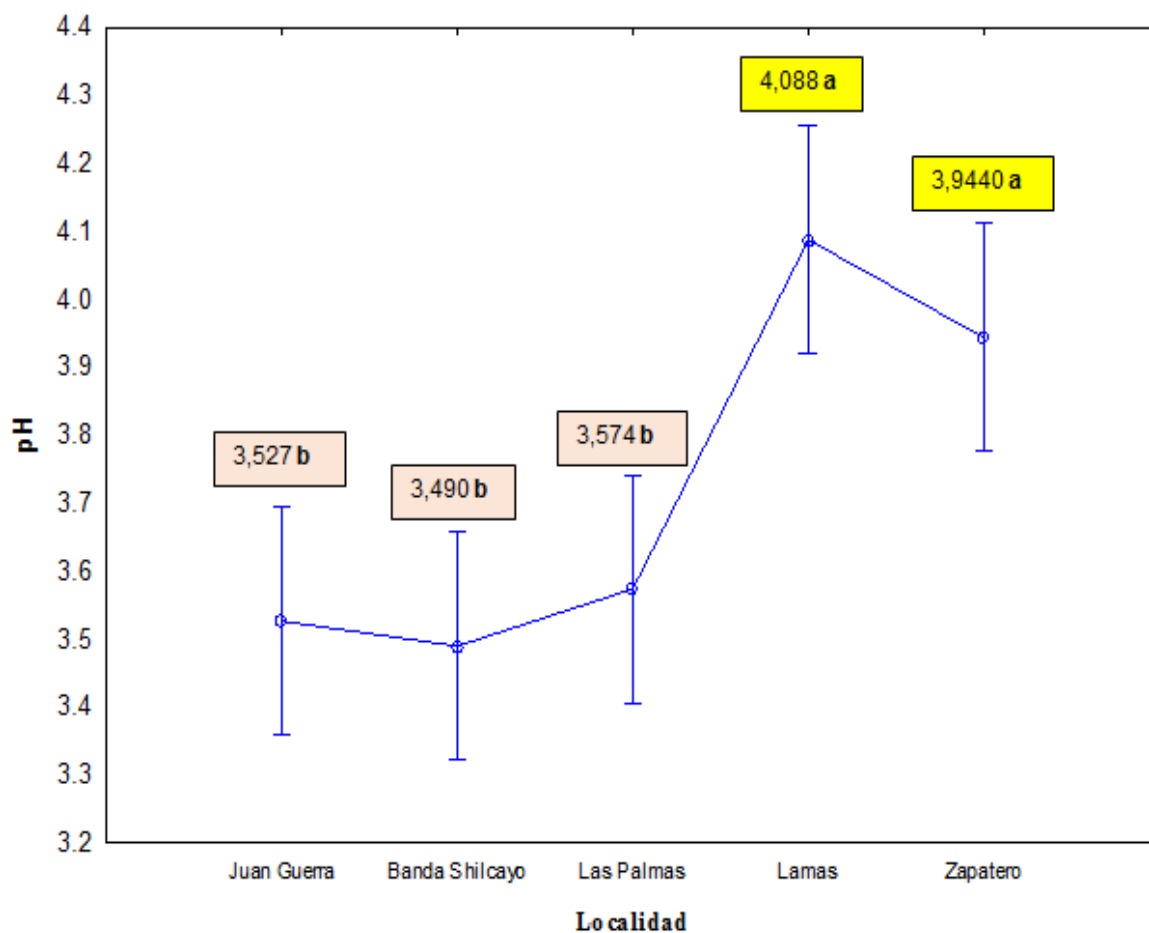


Figura 53. Prueba de tukey para medias de pH ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

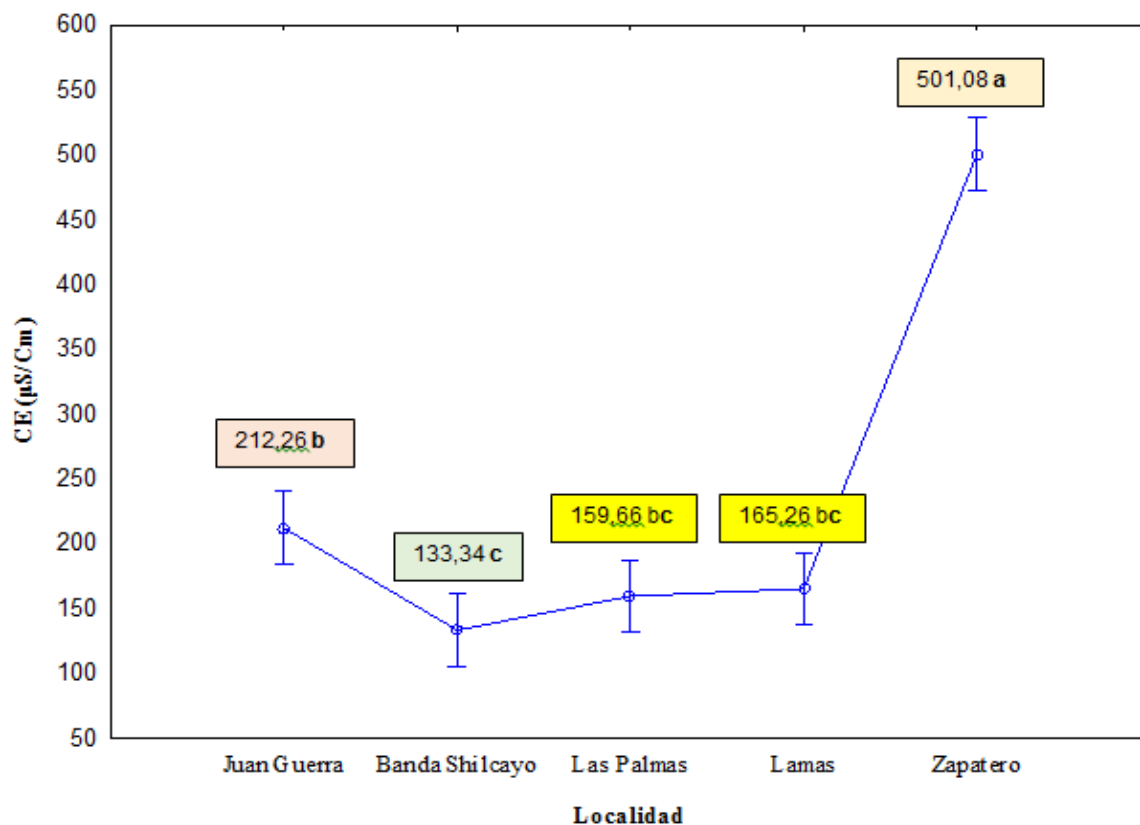


Figura 54. Prueba de tukey para medias de CE ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

2. Actividad de agua (AA)

Los resultados de la actividad de agua de miel muestran que los valores son similares en las cinco localidades y con ligera variación en la Banda de Shilcayo que presentó valores superiores al resto ($x=0,6382\%$).

Tabla 40

Dispersión de actividad de agua (%) en muestras de miel de las localidades

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coefficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	0,616	$\pm 0,012900$	0,601 – 0,630	2,09
Banda de Shilcayo	5	0,6382	$\pm 0,025100$	0,610 – 0,673	3,93
Las Palmas	5	0,567	$\pm 0,039600$	0,500 – 0,602	6,98
Lamas	5	0,5282	$\pm 0,004400$	0,522 – 0,534	0,83
Zapatero	5	0,5342	$\pm 0,021300$	0,502 – 0,562	3,99

Los resultados estadísticos del ANOVA (Tabla 41) indican diferencias altamente significativas entre las medias de las cinco localidades cuyo p valor $< 0,0001$, coeficiente de determinación $R^2=84,6\%$ y c.v=4,07%.

Tabla 41
ANOVA de actividad de agua (%) en muestras de miel del Bajo Mayo

Fuente	G.L	S.C	C.M	F valor	P valor
Localidades	4	0,04601600	0,01150400	20,86	<0,0001**
Repeticiones	4	0,00253600	0,00063400	1,15	
Error	16	0,00882400	0,00055150		
Total	24	0,05737600			

Al realizar la prueba de tukey $p < 0,05\%$, (Figura 55) se aprecia que la actividad de agua en las cinco localidades difiere estadísticamente, sin embargo, estas diferencias no implica una variación extrema para la composición normal de la miel, se puede atribuir a un efecto del contenido de humedad originado por las condiciones ambientales del entorno.

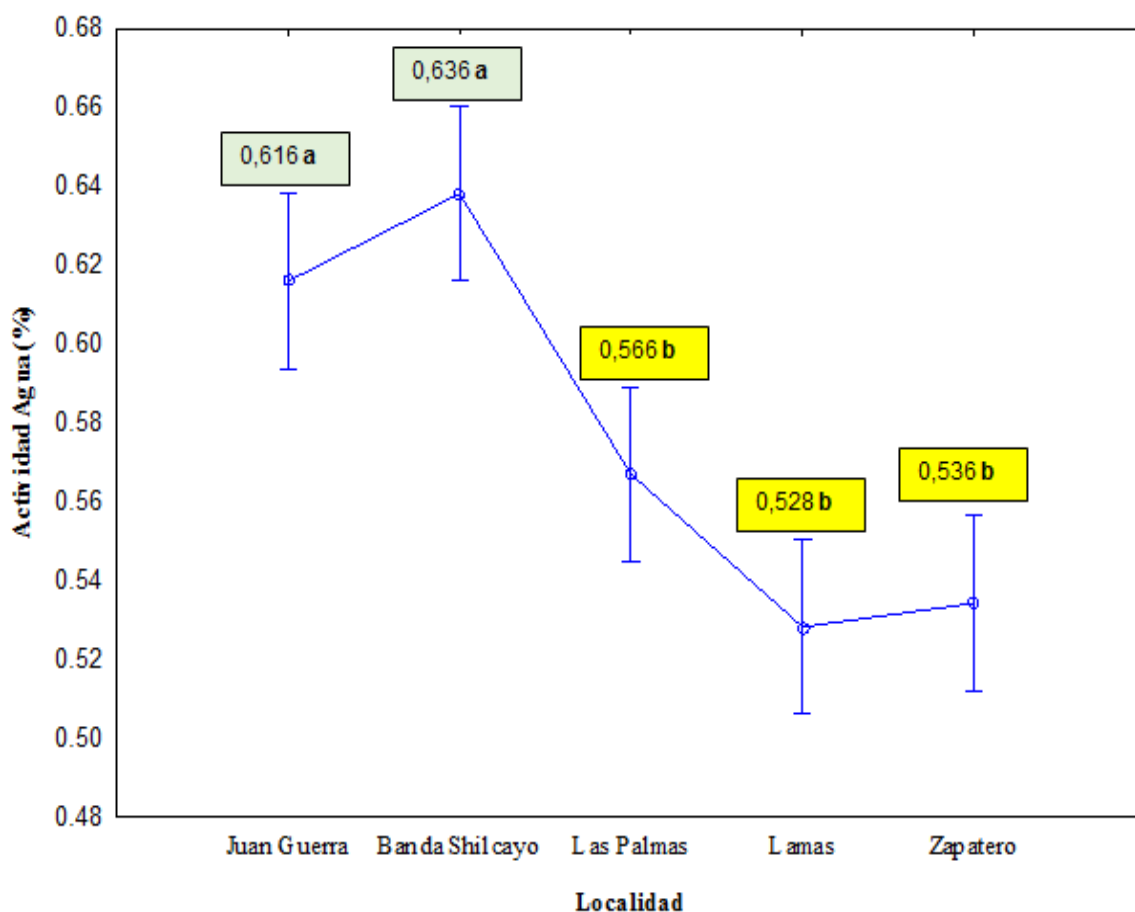


Figura 55. Prueba de tukey para medias de actividad de agua ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

3. Actividad diastásica (AD)

Los valores medios de índice de diastasa muestran diferencias entre las cinco localidades y con mayor variabilidad en Lamas. Un total de 15 muestras (60%) de tres localidades Juan Guerra, Banda de Shilcayo y Las Palmas presentaron valores ligeramente inferiores de 8

°Gothe, pero al ser superiores a 3 y el HMF de 10 muestras, inferior a 15 mg/Kg, cumple lo estipulado por la norma de calidad (CODEX ALIMENTARIUS, 2008), para mieles con bajo contenido de enzimas. Los resultados estadísticos muestran diferencias significativas entre las zonas ($p=0,0001$, Anexo 7) y el valor de índice de diastasa de Lamas es significativamente superior al resto de las localidades.

Tabla 42

Dispersión de actividad diastásica (°Gothe) en muestras de miel

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coefficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	7,82	±0,37	7,42 – 8,14	4,73
Banda de Shilcayo	5	7,62	±0,46	7,10 – 8,14	6,04
Las Palmas	5	7,97	±0,43	7,32 -8,50	5,40
Lamas	5	13,61	±0,44	12,83 – 13,86	3,23
Zapatero	5	10,42	±0,07	10,30 – 10,43	0,67

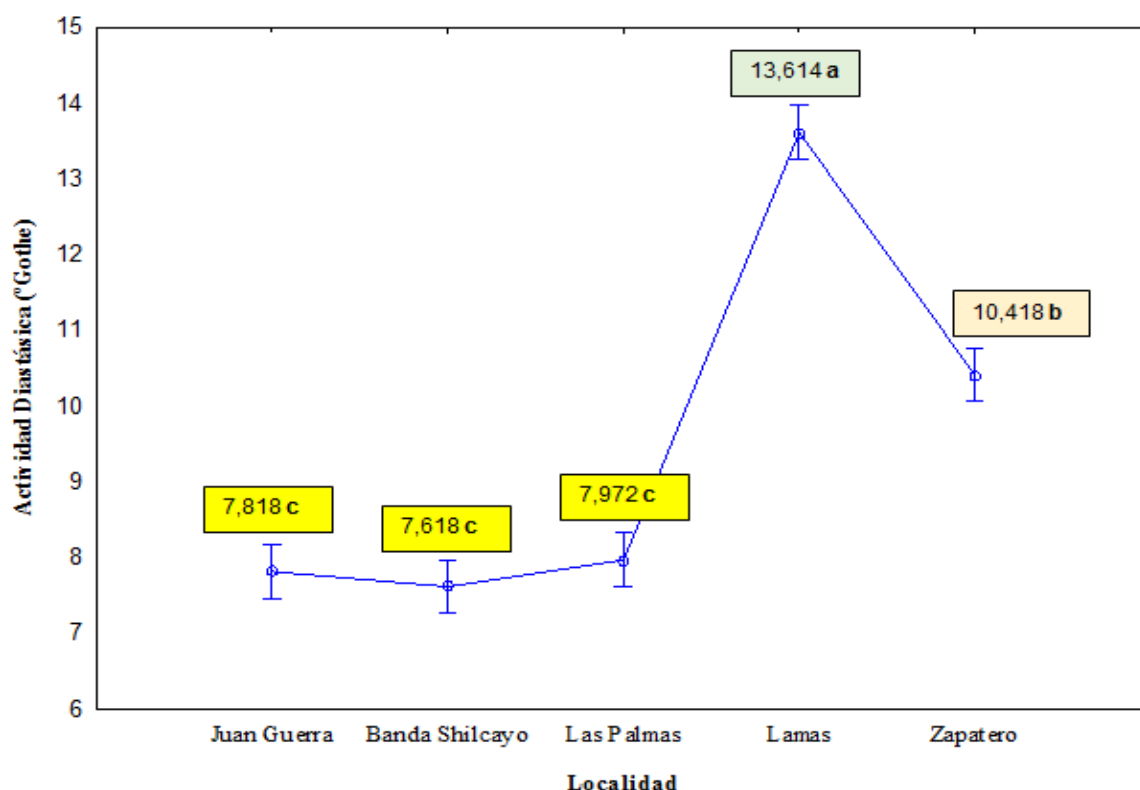


Figura 56. Prueba de tukey para medias de actividad diastásica ($p<0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

4. Índice de refracción (IR)

Los valores medios de índice de refracción muestran ligeras diferencias entre las cinco localidades. Sin embargo, los resultados estadísticos muestran diferencias significativas entre las zonas ($p=0,0001$, Anexo 8) y los valores de índice de refracción de Lamas y Zapatero son significativamente superiores a las otras localidades.

Tabla 43
 Dispersión de índice de refracción en muestras de miel

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coefficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	1,485	±0,0005	1,484 - 1,485	0,03
Banda de Shilcayo	5	1,482	±0,0008	1,481 - 1,483	0,05
Las Palmas	5	1,485	±0,0037	1,481 - 1,488	0,25
Lamas	5	1,495	±0,0008	1,494 - 1,496	0,05
Zapatero	5	1,492	±0,0008	1,491 - 1,493	0,05

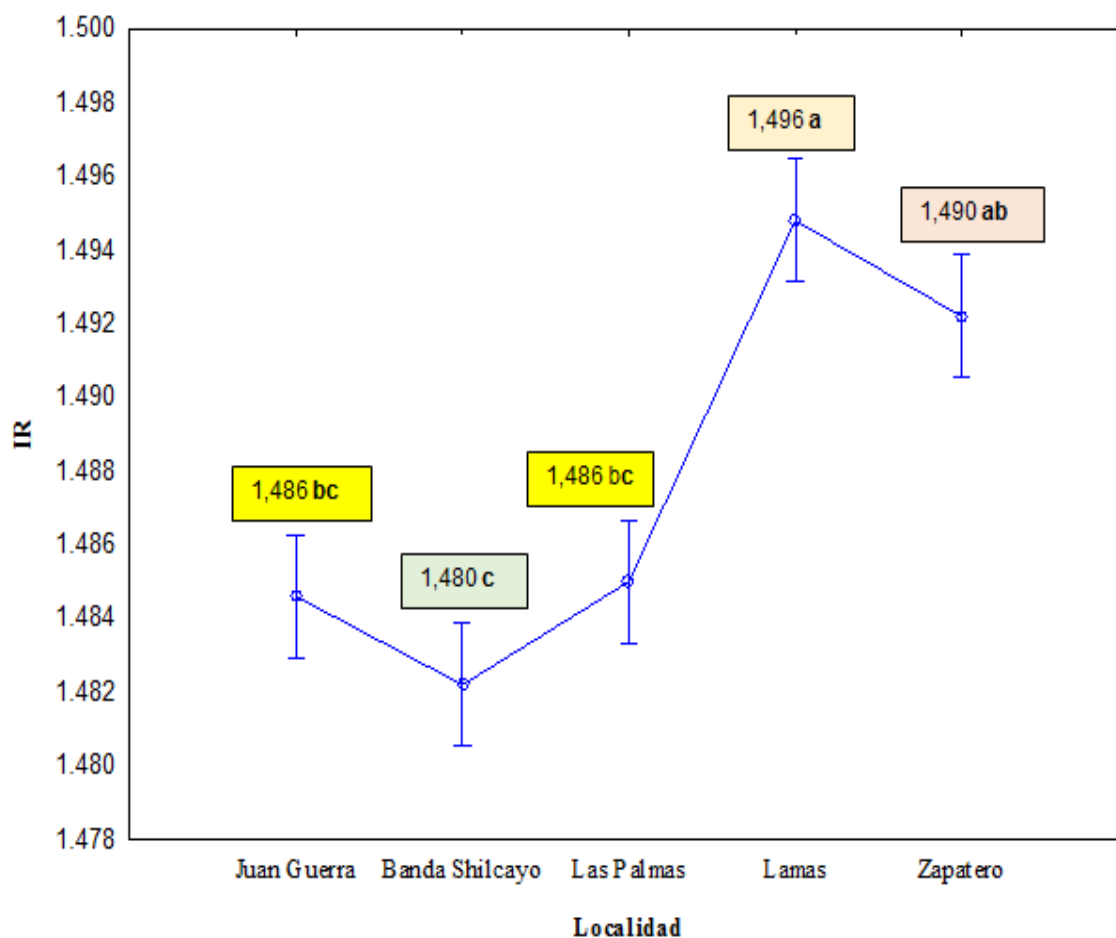


Figura 57. Prueba de tukey para medias de índice de refracción ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

5. Contenido de sólidos totales

Los valores medios de los sólidos totales de la miel son similares entre dos localidades, Banda de Shilcayo y Las Palmas; marcando una ligera variación respecto a Juan Guerra y aún con mayor variabilidad en Lamas y Zapatero, que presenta valores significativamente superiores a las demás zonas.

Tabla 44
Dispersión del contenido de sólidos totales (°Brix) en muestras de miel

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coefficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	76,76	±0,99	76,0 - 77,9	1,29
Banda de Shilcayo	5	78,84	±0,84	78,1 - 79,9	1,07
Las Palmas	5	78,22	±1,09	76,5 - 79,3	1,39
Lamas	5	82,32	±1,31	80,6 - 83,3	1,59
Zapatero	5	82,32	±0,77	81,4 - 83,4	0,94

Los resultados estadísticos del ANOVA (Tabla 45) presenta diferencias altamente significativas entre las medias de las cinco localidades cuyo p valor <0,0001, coeficiente de determinación $R^2=87\%$ y c.v.=1,37% indican que los datos tomados de campo se ajustan al modelo del diseño estadístico y las muestras sometidas al análisis se encuentran dentro del rango de variación permitida para estudios en laboratorio.

Tabla 45
ANOVA del contenido de sólidos totales (°Brix) en muestras de miel del Bajo Mayo

Fuente	G.L	S.C	C.M	F valor	P valor
Localidades	4	126,5104000	31,6276000	26,44	<0,0001**
Repeticiones	4	1,7464000	0,4366000	0,36	
Error	16	19,1416000	1,1963500		
Total	24	147,3984000			

Al realizar la prueba de tukey $p<0,05\%$, (Figura 58) se aprecia que el contenido de sólidos totales en las cinco localidades difiere estadísticamente, sin embargo, estas diferencias se puede atribuir a un efecto de la carga de néctar y polen que procede de la flora del entorno que conllevan a presentar valores ligeramente superiores al valor medio normal de 76° Brix, tal como señala INDECOPI (1999, NTP).

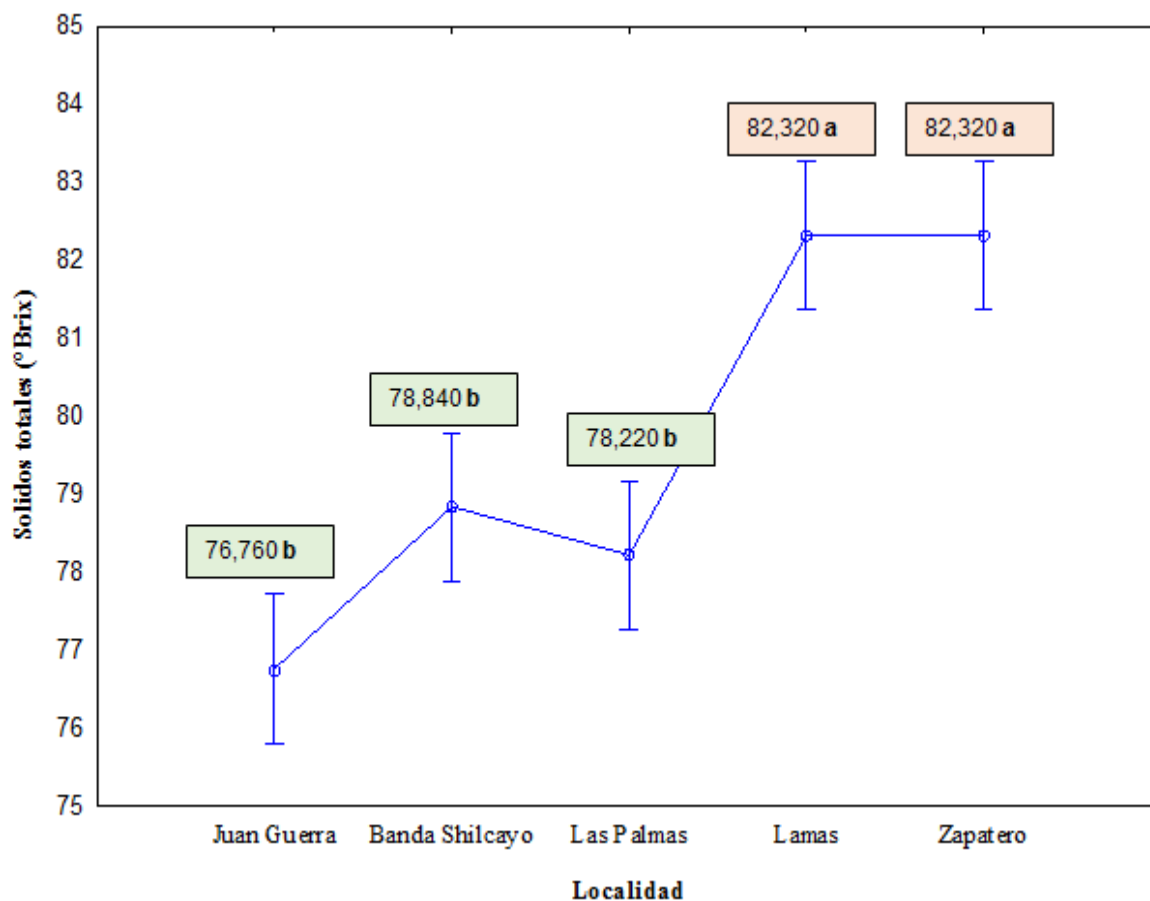


Figura 58. Prueba de tukey para medias del contenido de sólidos totales ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

6. Contenido de acidez total

Todas las muestras analizadas presentaron valores inferiores a 40 meq/Kg, establecidos como límite máximo tanto por INDECOPI (1999, NTP) y CODEX ALIMENTARIUS (Norma Codex Stan 12-2008). El estudio estadístico muestra que el valor de acidez total de Lamas es significativamente superior que los valores de las demás localidades (Tabla 46).

Tabla 46

Dispersión del contenido de acidez total (meq/Kg) en muestras de miel

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coefficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	15,32	$\pm 3,23$	11,4 - 18,9	21,08
Banda de Shilcayo	5	26,24	$\pm 5,30$	18,3 - 29,8	20,20
Las Palmas	5	29,86	$\pm 2,49$	26,0 - 32,2	8,34
Lamas	5	32,38	$\pm 2,93$	28,1 - 36,0	9,05
Zapatero	5	27,70	$\pm 9,59$	17,4 - 41,4	34,62

Los valores medios de acidez total presenta diferencias altamente significativas entre las cinco localidades ($p=0,0008$ Tabla 47), coeficiente de determinación $R^2=71,4\%$ y $c.v=19,30\%$ indican que los datos tomados de campo se ajustan al modelo del diseño estadístico.

Tabla 47

ANOVA del contenido de acidez total (meq/Kg) en muestras de miel del Bajo Mayo

Fuente	G.L	S.C	C.M	F valor	P valor
Localidades	4	860,8200000	215,2050000	8,35	0,0008**
Repeticiones	4	169,5880000	42,3970000	1,64	
Error	16	412,3920000	25,7745000		
Total	24	1442,8000000			

Al realizar la prueba de tukey, se aprecia que las medias de acidez total de Juan Guerra es muy inferior respecto a las otras localidades (Figura 59).

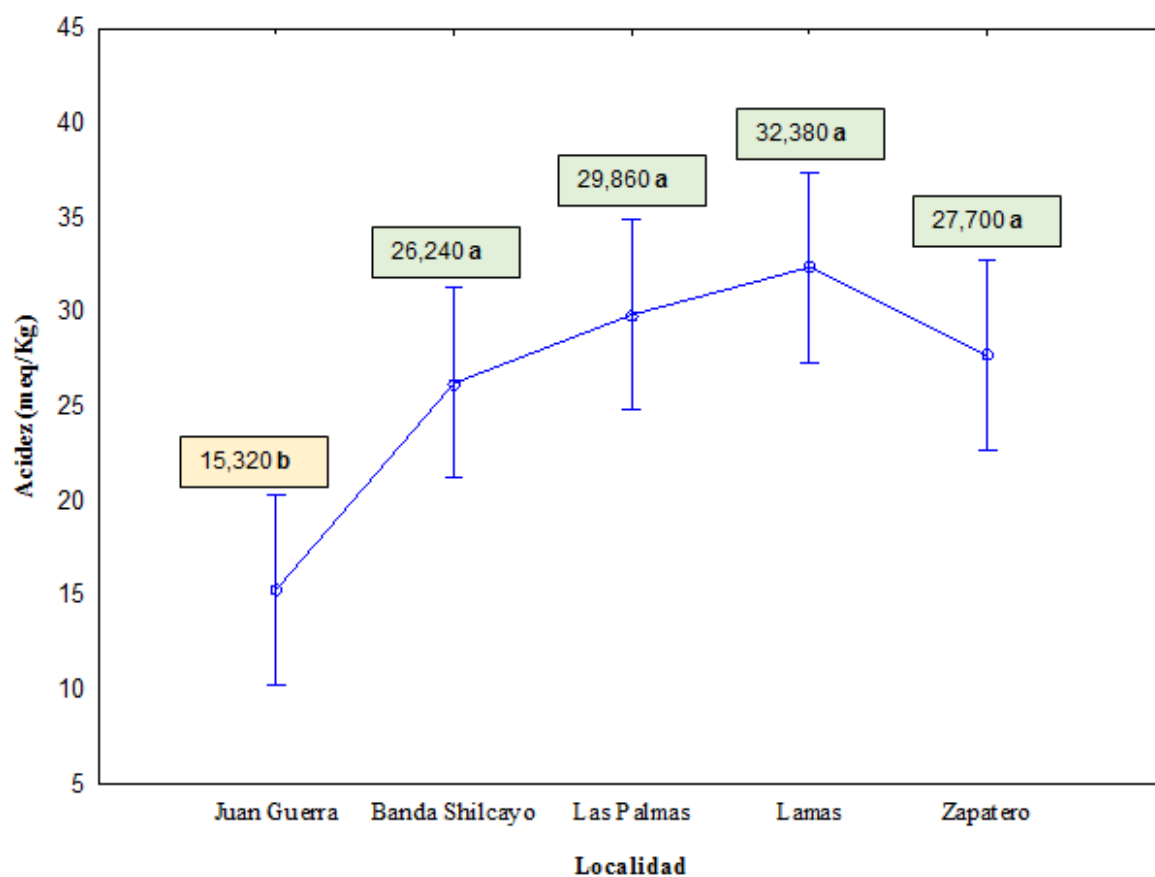


Figura 59. Prueba de tukey para contenido de acidez total ($p<0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

7. Contenido de cenizas

Los resultados del ANOVA muestran diferencias altamente significativas entre las medias de las cinco localidades con $p\text{-valor}=0,0002$, coeficiente de determinación $R^2=74,9\%$ y $c.v=31,96\%$ (Tabla 48).

Las medias del contenido de cenizas en la miel de las diferentes localidades muestran diferencias muy significativas y con mayor variabilidad en Zapatero y Banda de Shilcayo comparativamente con el resto de zonas (Tabla 49). Las muestras de las cinco localidades muestran valores muy inferiores a 1% considerado por INDECOPI (1999, NTP) como límite máximo del valor de cenizas.

Tabla 48

ANOVA del contenido de cenizas (%) en muestras de miel del Bajo Mayo

Fuente	G.L	S.C	C.M	F valor	P valor
Localidades	4	0,00438776	0,00109694	11,15	0,0002**
Repeticiones	4	0,00032056	0,00008014	0,81	
Error	16	0,00157464	0,00009841		
Total	24	0,00628296			

Tabla 49

Dispersión del contenido de cenizas (%) en muestras de miel

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coefficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	0,052	$\pm 0,0016$	0,050 - 0,054	3,08
Banda de Shilcayo	5	0,023	$\pm 0,0039$	0,020 - 0,029	16,96
Las Palmas	5	0,017	$\pm 0,0008$	0,016 - 0,018	4,71
Lamas	5	0,022	$\pm 0,0011$	0,020 - 0,023	5,00
Zapatero	5	0,041	$\pm 0,0213$	0,024 - 0,074	51,95

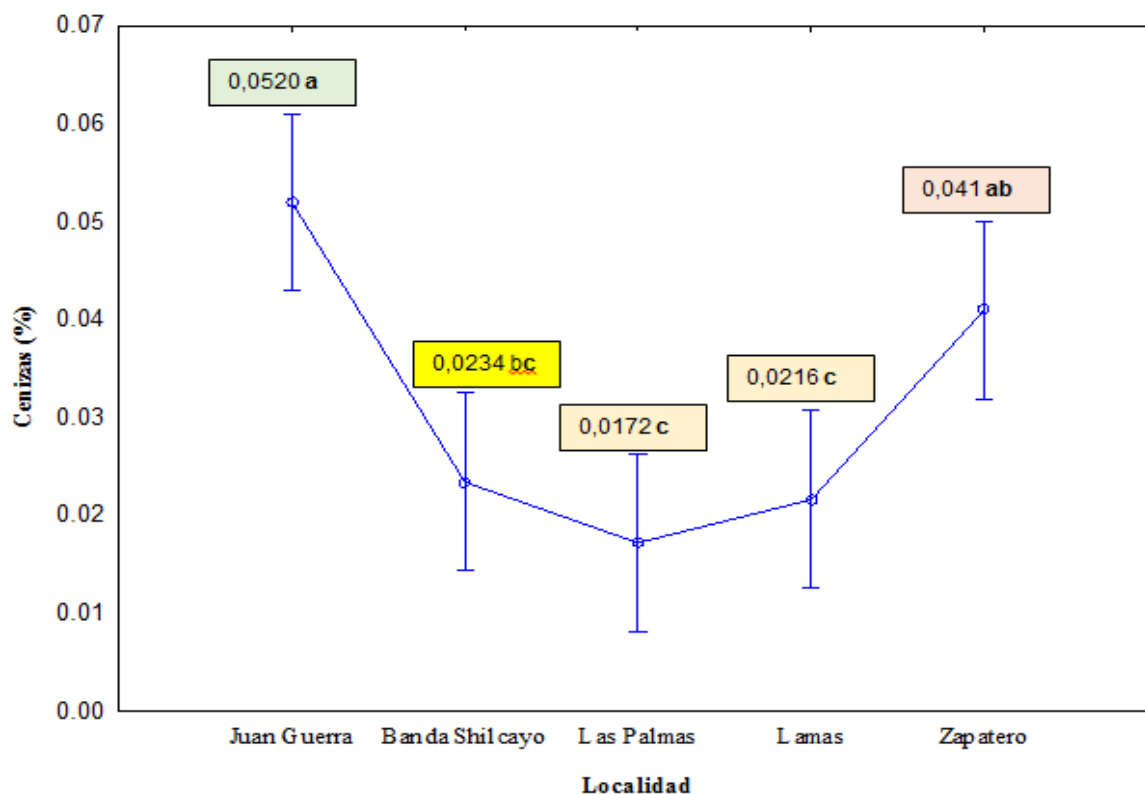


Figura 60. Prueba de tukey para contenido de cenizas ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

8. Contenido de humedad

Los resultados de los valores medios de humedad de miel muestran una ligera semejanza entre las localidades de Juan Guerra, Banda de Shilcayo y Las Palmas, y el otro grupo conformado por Lamas y Zapatero con resultados que se asemejan numéricamente. Del total de muestras el 60% presentaron valores entre 21,92% y 23,20% de humedad, considerado como límite máximo establecidos por INDECOPI (1999, NTP) y el 40% estuvieron entre 16,70% y 17,46% de humedad calificado por varios autores como miel de buena calidad (Simal *et al.*, 1983; Flora, 2008).

Tabla 50

Dispersión del contenido de humedad (%) en muestras de miel

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	23,20	$\pm 0,187$	23,0 - 23,5	0,81
Banda de Shilcayo	5	22,46	$\pm 0,230$	22,2 - 22,7	1,02
Las Palmas	5	21,92	$\pm 0,606$	21,3 - 22,8	2,76
Lamas	5	16,70	$\pm 0,058$	16,60 - 16,74	0,35
Zapatero	5	17,46	$\pm 0,270$	17,0 - 17,7	1,55

Los resultados estadísticos del ANOVA (Tabla 51) indican diferencias altamente significativas entre las medias de las cinco localidades con p valor $<0,0001$, coeficiente de determinación $R^2=99,1\%$ y c.v.=1,58%. El coeficiente de variación indica que las medias de las muestras sometidas al análisis se encuentran dentro del rango estadístico normal, debido que las mieles estuvieran frescas de diferentes localidades del Bajo Mayo.

Tabla 51

ANOVA del contenido de humedad (%) en muestras de miel del Bajo Mayo

Fuente	G.L	S.C	C.M	F valor	P valor
Localidades	4	183,5704000	45,8926000	441,83	$<0,0001^{**}$
Repeticiones	4	0,4634800	0,1158700	1,12	
Error	16	1,6619200	0,1038700		
Total	24	185,6958000			

Al realizar la prueba de tukey $p<0,05\%$, (Figura 61) se aprecia que el contenido de humedad de las localidades de Zapatero y Lamas no difieren estadísticamente, de igual manera entre Juan Guerra, Banda de Shilcayo y Las Palmas; se aduce que estas variaciones están relacionadas al proceso de maduración de la miel en el interior de las colmenas influenciadas por los microclimas de cada localidad.

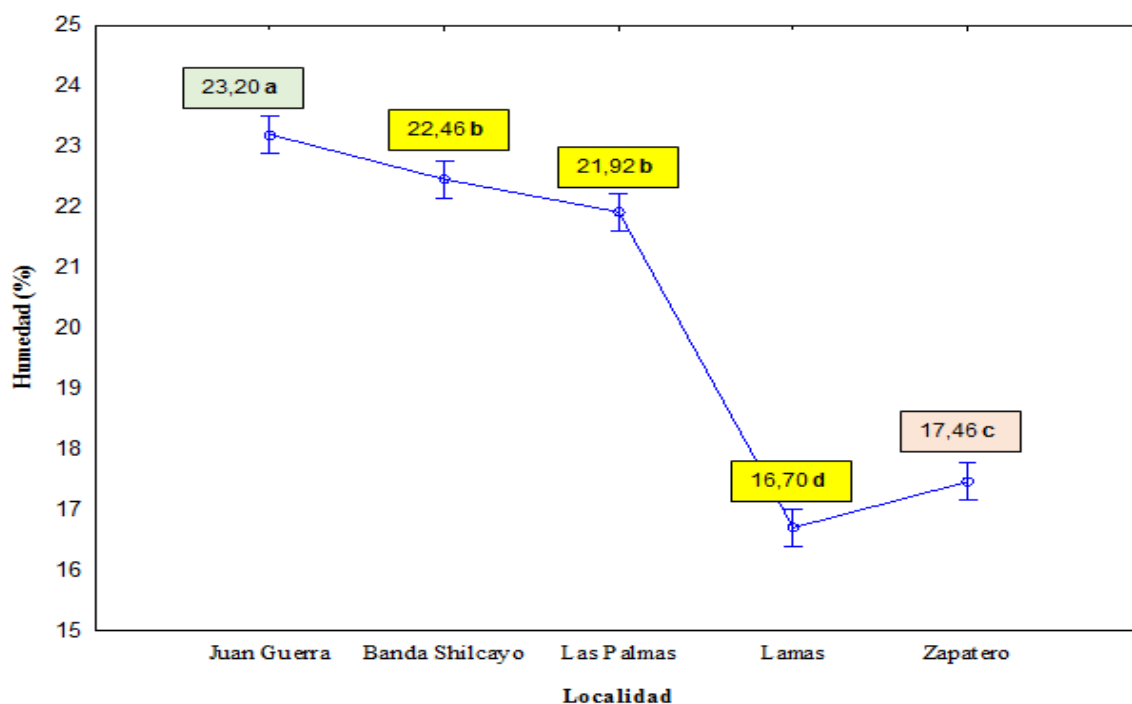


Figura 61. Prueba de tukey para contenido de humedad ($p<0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

9. Densidad

Los resultados de las medias de la densidad en la miel de las diferentes localidades muestran ligeras diferencias y con mayor variabilidad de Lamas comparativamente con el resto de zonas. Las muestras de las cinco localidades muestran resultados en el intervalo de 1,39 y 1,43 Kg/L, que se asemeja a los valores considerado por INDECOPI (1999, NTP).

Tabla 52
Dispersión de la densidad (Kg/L) en muestras de miel

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coefficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	1,39	±0,008	1,38 - 1,40	0,58
Banda de Shilcayo	5	1,41	±0,005	1,40 - 1,41	0,35
Las Palmas	5	1,40	±0,013	1,38 - 1,41	0,93
Lamas	5	1,43	±0,013	1,42 - 1,45	0,91
Zapatero	5	1,42	±0,011	1,41 - 1,44	0,77

Los resultados del ANOVA muestran diferencias altamente significativas entre las medias de las cinco localidades con p-valor <0,0001, coeficiente de determinación $R^2=85,1\%$ y c.v=0,6477%.

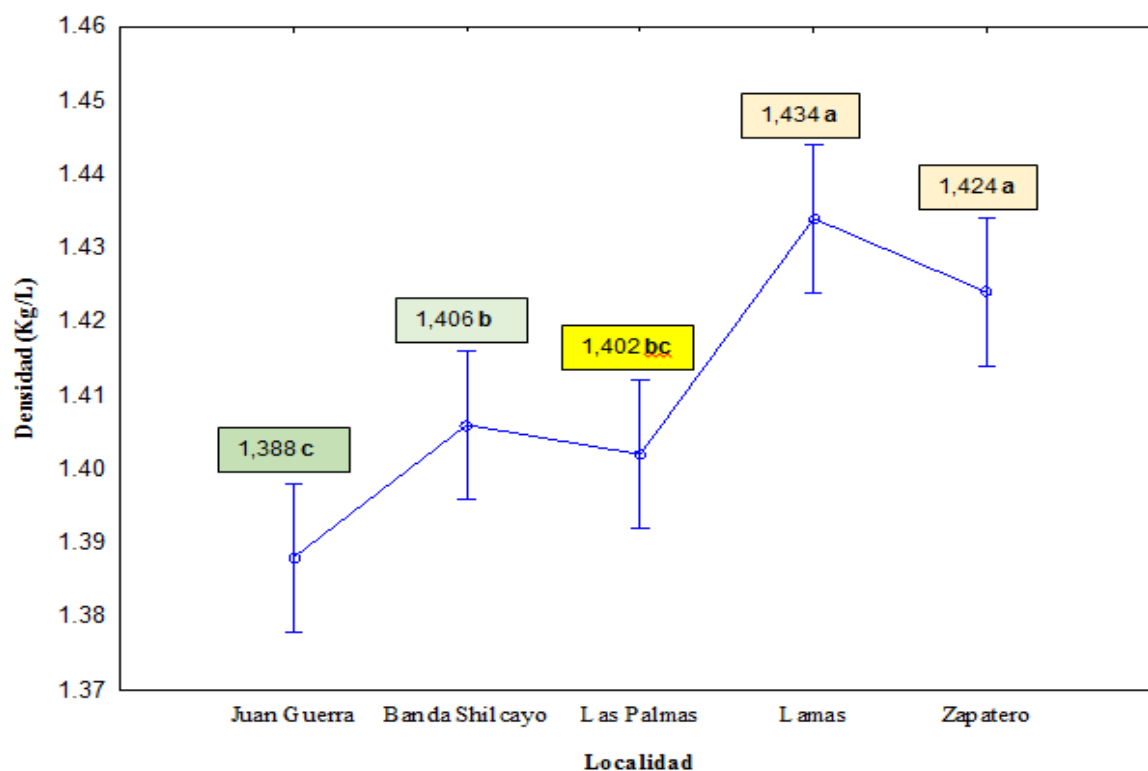


Figura 62. Prueba de tukey para densidad ($p<0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

10. Contenido de hidroximetilfurfural (HMF)

Los resultados de las medias del contenido de HMF en la miel de las diferentes localidades muestran diferencias muy significativas y con mayor variabilidad en Las Palmas, Banda de Shilcayo y Juan Guerra, comparativamente con el resto de zonas. Las muestras de las cinco localidades resultaron valores muy inferiores a 80 mg/Kg considerado por INDECOPI (1999, NTP) como límite máximo del valor de HMF.

Tabla 53

Dispersión del contenido de HMF (mg/Kg) en muestras de miel

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coefficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	11,35	±0,159	11,20 - 11,53	1,40
Banda de Shilcayo	5	11,77	±0,594	11,10 - 12,28	5,05
Las Palmas	5	12,07	±0,081	12,01 - 12,20	0,67
Lamas	5	3,26	±0,138	3,01 - 3,33	4,23
Zapatero	5	5,57	±0,269	5,09 - 5,70	4,83

Los resultados del ANOVA muestran diferencias altamente significativas entre las medias de las cinco localidades con p-valor <0,0001, coeficiente de determinación $R^2=99,6\%$ y $c.v=3,21\%$; estos datos muestran que existe una respuesta de correlación entre los datos tomados de campo y analizados en laboratorio con el modelo planteado del diseño y las variaciones de las muestras analizadas están dentro del rango permitido para la prueba.

Tabla 54

Dispersión del contenido de HMF (mg/Kg) en muestras de miel

Fuente	G.L	S.C	C.M	F valor	P valor
Localidades	4	335,6403600	83,9100900	1049,89	<0,0001**
Repeticiones	4	0,6276800	0,1569200	1,96	
Error	16	1,2787600	0,0799225		
Total	24	337,5468000			

Al realizar la prueba de tukey $p<0,05\%$, (Figura 63) se aprecia que el contenido de HMF de las localidades de Zapatero y Lamas no difieren estadísticamente, de igual manera entre Juan Guerra, Banda de Shilcayo y Las Palmas; se aduce que estas variaciones están relacionadas al proceso de cosecha, poscosecha y tratamiento poscosecha de miel que fueron en óptimas condiciones siguiendo las Buenas Practicas de Manejo Apícola.

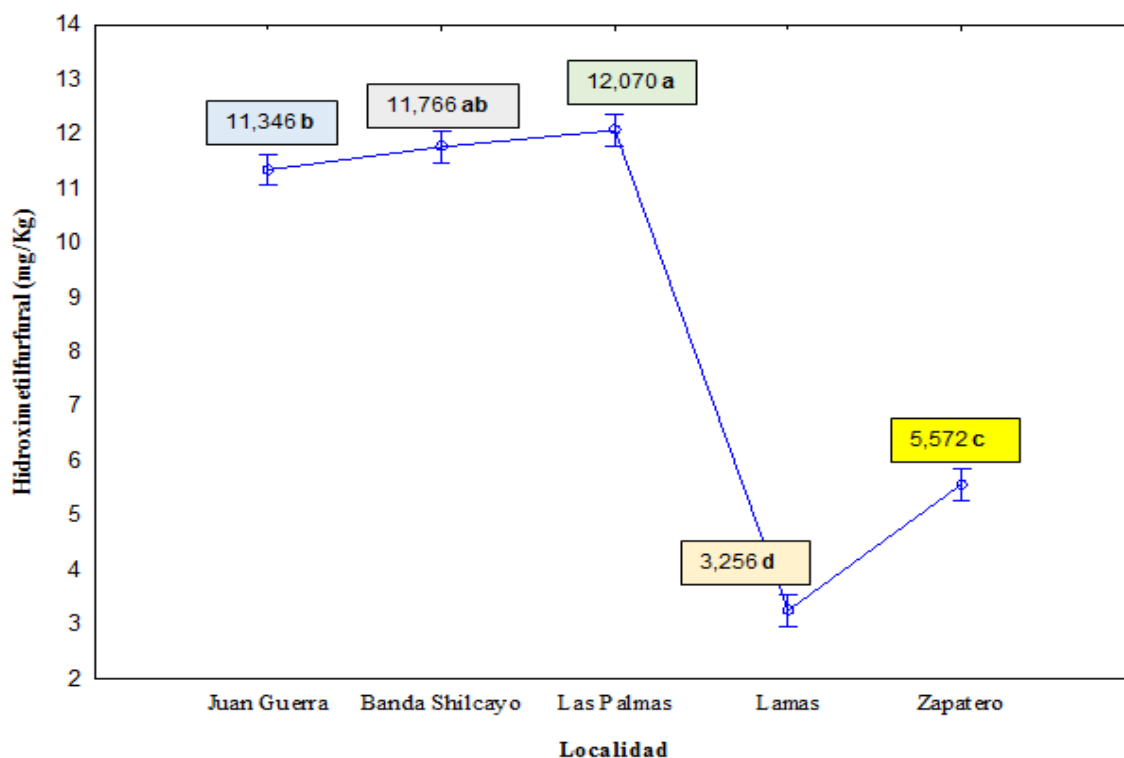


Figura 63. Prueba de tukey para contenido de hidroximetil furfural ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

11. Contenido de fructosa

Los resultados de las medias de fructosa de la miel de las diferentes localidades muestran que los valores son similares con pocas diferencias y con ligera variación en la Banda de Shilcayo; todas las muestras analizadas presentan valores comprendidos entre 26 y 28% de contenido de fructosa, que difiere significativamente de 38% de fructosa obtenido en un estudio analítico de mieles en zonas apícolas de los departamentos de Boyacá y Tolima, Colombia (Salamanca, 2010).

Tabla 55

Dispersión del contenido de fructosa (%) en muestras de miel

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coefficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	26,024	$\pm 0,069$	25,91 - 26,09	0,27
Banda de Shilcayo	5	26,998	$\pm 0,088$	26,86 - 27,09	0,33
Las Palmas	5	27,834	$\pm 0,046$	27,78 - 27,88	0,17
Lamas	5	27,946	$\pm 0,042$	27,90 - 28,01	0,15
Zapatero	5	27,480	$\pm 0,066$	27,40 - 27,58	0,24

Los resultados estadísticos del ANOVA (Tabla 56) indican diferencias altamente significativas entre las medias de las cinco localidades con p valor <0,0001, coeficiente de determinación $R^2=99,4\%$ y c.v.=0,24%.

Tabla 56

ANOVA del contenido de fructosa (%) en muestras de miel del Bajo Mayo

Fuente	G.L	S.C	C.M	F valor	P valor
Localidades	4	12,22373600	3,05593400	713,75	<0,0001**
Repeticiones	4	0,01493600	0,00373400	0,87	
Error	16	0,06850400	0,00428150		
Total	24	12,30717600			

Al someter a la prueba de tukey $p<0,05\%$, (Figura 64) se aprecia que el contenido de fructosa en las cinco localidades difieren estadísticamente, sin embargo, estas variaciones no implican una composición extremadamente separada del contenido normal para azúcares reductores, se puede atribuir a un efecto de la carga de néctar procedente de la flora del entorno.

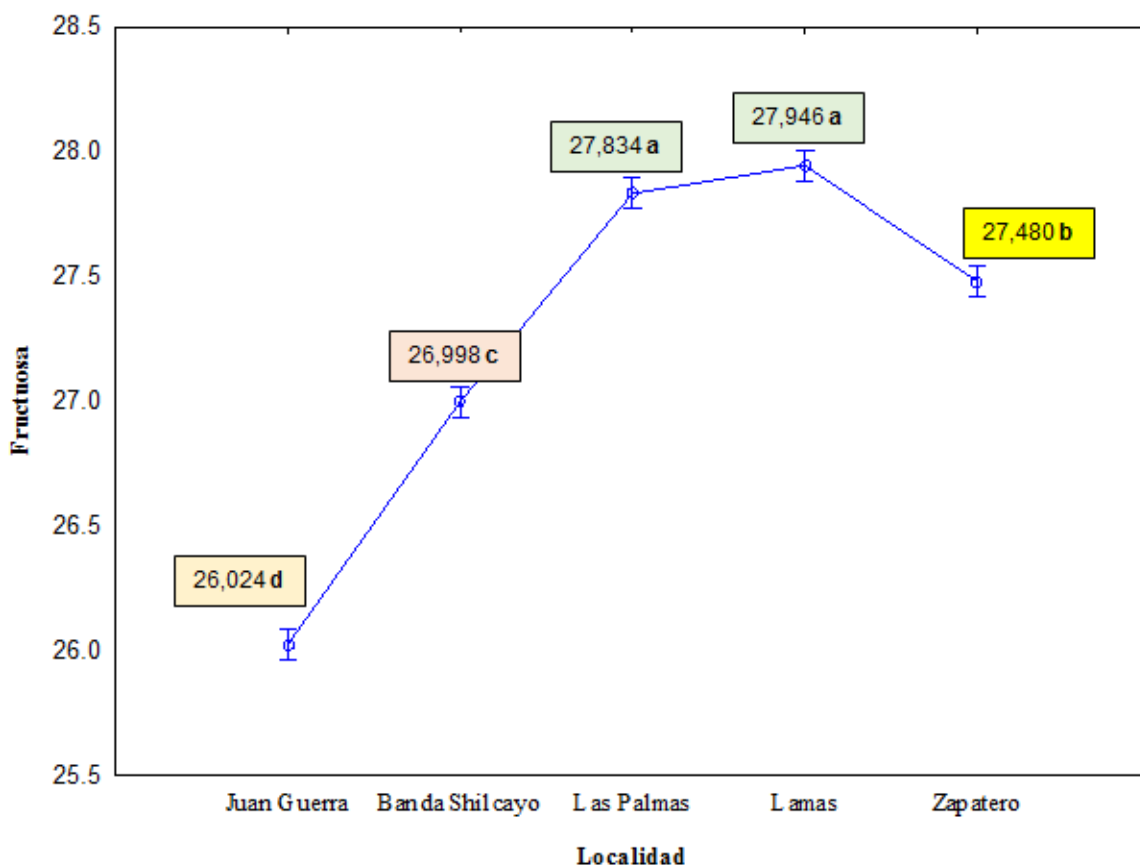


Figura 64. Prueba de tukey para contenido de fructosa ($p<0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

12. Contenido de glucosa

Los resultados de las medias de glucosa de la miel de las diferentes localidades muestran que los valores son estadísticamente muy diferentes, con variaciones muy importantes entre las localidades de Lamas (26,074%) y Las Palmas (19,908%); las muestras analizadas no superan el 26,074%, que difiere significativamente de 31% de glucosa obtenido en un estudio analítico de mieles en zonas apícolas de los departamentos de Boyacá y Tolima, Colombia (Salamanca, 2010).

Tabla 57

Dispersión del contenido de glucosa (%) en muestras de miel

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coefficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	21,152	±0,020	21,13 - 21,17	0,09
Banda de Shilcayo	5	25,558	±0,057	25,50 - 27,65	0,22
Las Palmas	5	19,908	±0,037	19,86 - 19,95	0,19
Lamas	5	26,074	±0,068	26,05 - 26,97	0,26
Zapatero	5	24,878	±0,138	24,10 - 24,90	0,55

Los resultados estadísticos del ANOVA (Tabla 58) indican diferencias altamente significativas entre las medias de las cinco localidades con p valor <0,0001, coeficiente de determinación $R^2=99,94\%$ y c.v.=0,321%.

Tabla 58

ANOVA del contenido de glucosa (%) en muestras de miel del Bajo Mayo

Fuente	G.L	S.C	C.M	F valor	P valor
Localidades	4	155,8715600	38,9678900	6839,47	<0,0001**
Repeticiones	4	0,0236800	0,0059200	1,04	
Error	16	0,0911600	0,0056975		
Total	24	155,9864000			

Al someter a la prueba de tukey $p<0,05\%$, (Figura 65) se aprecia que el contenido de fructosa en las cinco localidades difieren estadísticamente, sin embargo, estas variaciones no implican una composición extremadamente diferente del contenido normal para azúcares reductores; la composición química de la miel varía dependiendo de la especie de abeja, origen floral del néctar, métodos de recolección y posibles alteraciones (Correa, 2015).

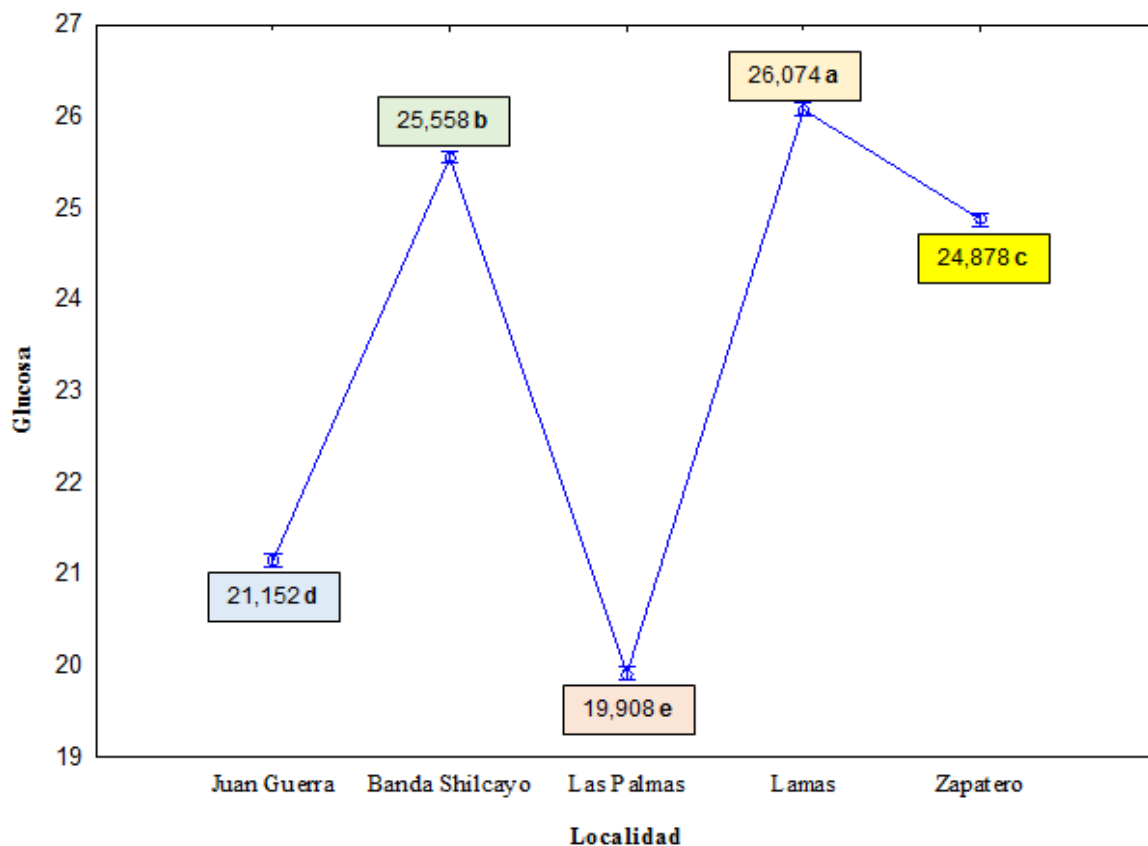


Figura 65. Prueba de tukey para contenido de glucosa ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

13. Contenido de sacarosa

Los resultados de las medias de sacarosa de la miel de las diferentes localidades muestran que los valores son estadísticamente muy diferentes, con variaciones muy importantes entre las localidades de Las Palmas (0,6920%) y Zapatero (0,0025%); las muestras analizadas no superan el 0,6920%, que difiere significativamente de 2,3% de glucosa como valor medio de la composición principal de miel obtenido por (Follegati, 2014).

Tabla 59

Dispersión del contenido de sacarosa (%) en muestras de miel

Localidades	N	Valor medio	Error Estándar	Rango	Coefficiente de Variación (%)
Juan Guerra	5	0,1600	$\pm 0,0548$	0,1 - 0,2	34,25
Banda de Shilcayo	5	0,2520	$\pm 0,0164$	0,23 - 0,27	6,51
Las Palmas	5	0,6920	$\pm 0,0228$	0,67 - 0,72	3,29
Lamas	5	0,1800	$\pm 0,0235$	0,15 - 0,2	13,06
Zapatero	5	0,0025	$\pm 0,0000$	0,0000 - 0,0025	0,00

Los resultados estadísticos del ANOVA (Tabla 60) indican diferencias altamente significativas entre las medias de las cinco localidades con p valor $<0,0001$, coeficiente de determinación $R^2=98,96\%$ y c.v.=11,55%. El coeficiente de variación indica que las medias de las muestras sometidas al análisis se encuentran dentro del rango estadístico normal, debido que se trata de mieles cosechadas en diferentes localidades del Bajo Mayo.

Tabla 60

ANOVA del contenido de sacarosa (%) en muestras de miel del Bajo Mayo

Fuente	G.L	S.C	C.M	F valor	P valor
Localidades	4	1,34678900	0,33669725	381,09	$<0,0001^{**}$
Repeticiones	4	0,00322400	0,00080600	0,91	
Error	16	0,01413600	0,00088350		
Total	24	1,36414900			

Al someter a la prueba de tukey $p<0,05\%$, (Figura 66) se aprecia que el contenido de sacarosa en las cinco localidades difieren estadísticamente, sin embargo, estas variaciones no implican una composición extremadamente diferente del contenido normal para azúcares reductores; la composición química de la miel varía dependiendo de la especie de abeja, origen floral del néctar, métodos de recolección y posibles alteraciones (Correa, 2015).

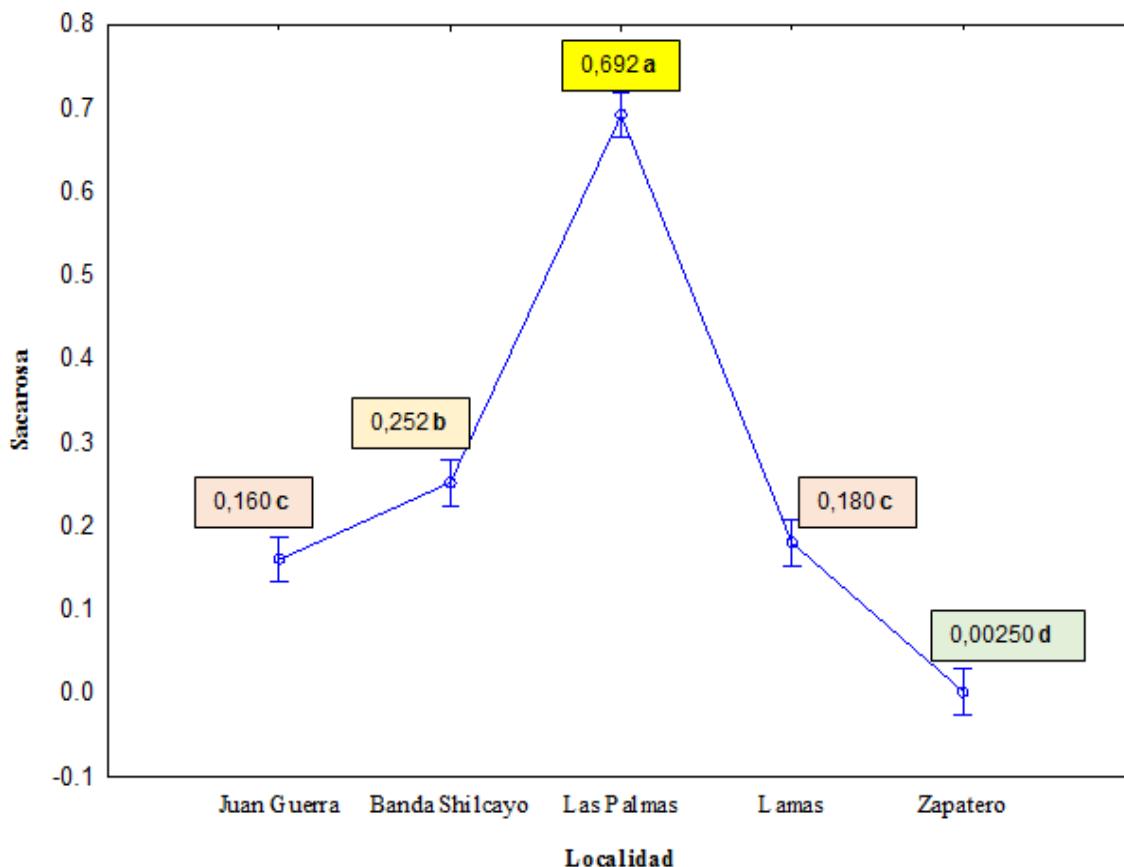


Figura 66. Prueba de tukey para contenido de sacarosa ($p < 0,05\%$) en mieles del Bajo Mayo. Los valores son expresados como el promedio \pm el desvío estándar.

3.6. Relación de transmitancia

En las Figuras 67, 68, 69, 70, 71 y 72 sobre la curva de longitud de onda en función de la transmitancia para mieles de las localidades de Banda de Shilcayo, Las Palmas, Juan Guerra, Zapatero, Lamas y San Antonio de Rio Mayo, se aprecia que existe una marcada relación entre el estímulo sometido por longitud de onda y porcentaje de transmitancia de las mieles típicas de zonas de vida de bosque seco tropical. Cuando se someten a estimular las muestras a diferentes longitudes de onda desde el azul (422,2 nm) al rojo (645,9 nm) se observa un incremento en los valores de transmitancia de las mieles. El porcentaje de transmitancias observadas en las muestras de miel de *A. mellifera*, en ningún caso es lineal como ocurre en el caso de las soluciones de azúcares comunes; la presencia de grupos y sistemas policondensados, hacen del producto un sistema complejo de características particulares (White, 1975).

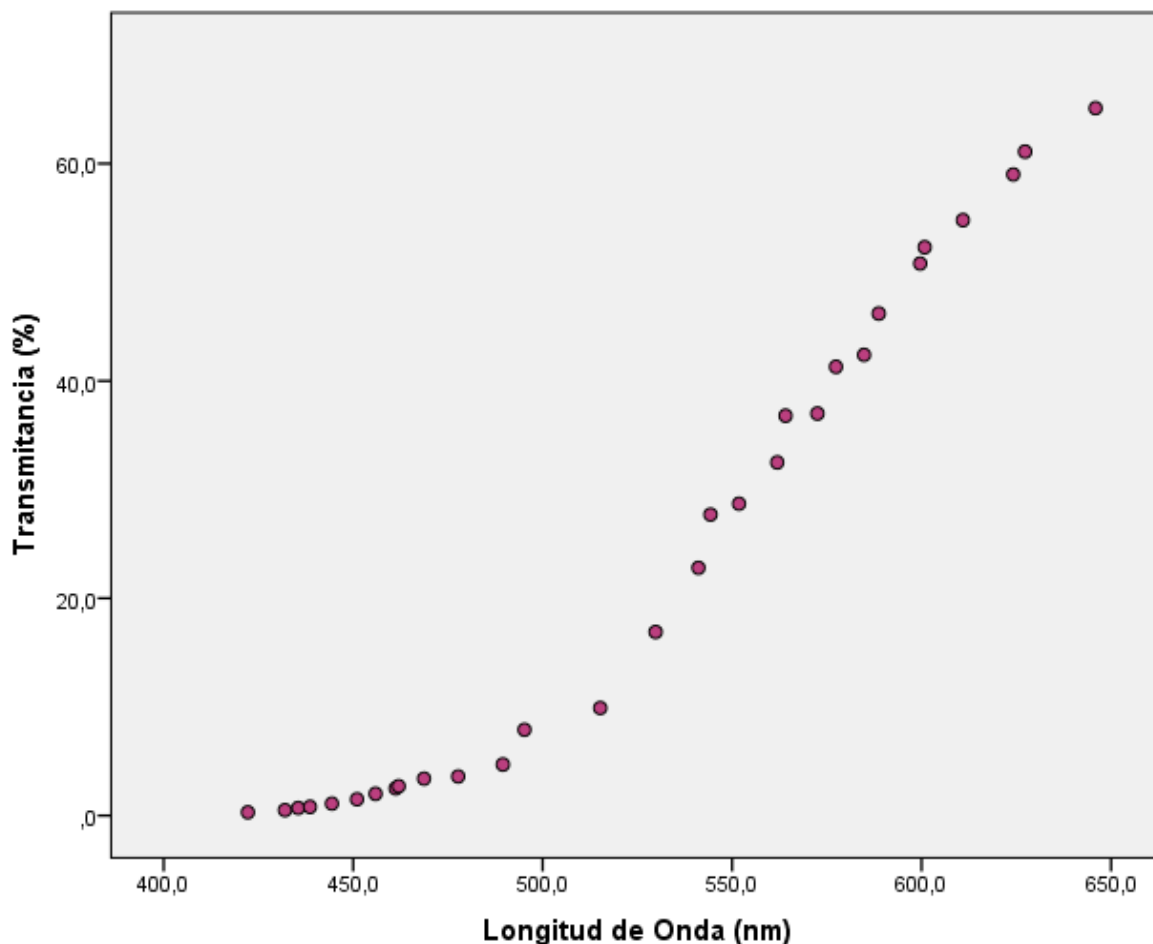


Figura 67. Curva típica de longitud de onda en función de la transmitancia para mieles de la Banda de Shilcayo.

En la Figura 67, de la Banda de Shilcayo, se observa que existe una marcada relación entre el estímulo sometido por longitud de onda y porcentaje de transmitancia de las mieles tomadas de áreas reforestadas y purmas antiguas ubicadas a una altitud de 350 msnmm, las muestras a diferentes longitudes de onda desde el azul (422,2 nm) al rojo (645,9 nm) indican una variación significativa de valores de transmitancia, entre los intervalos menor y mayor de 422,2 nm a 0,3% y 645,9 nm a 63,7%.

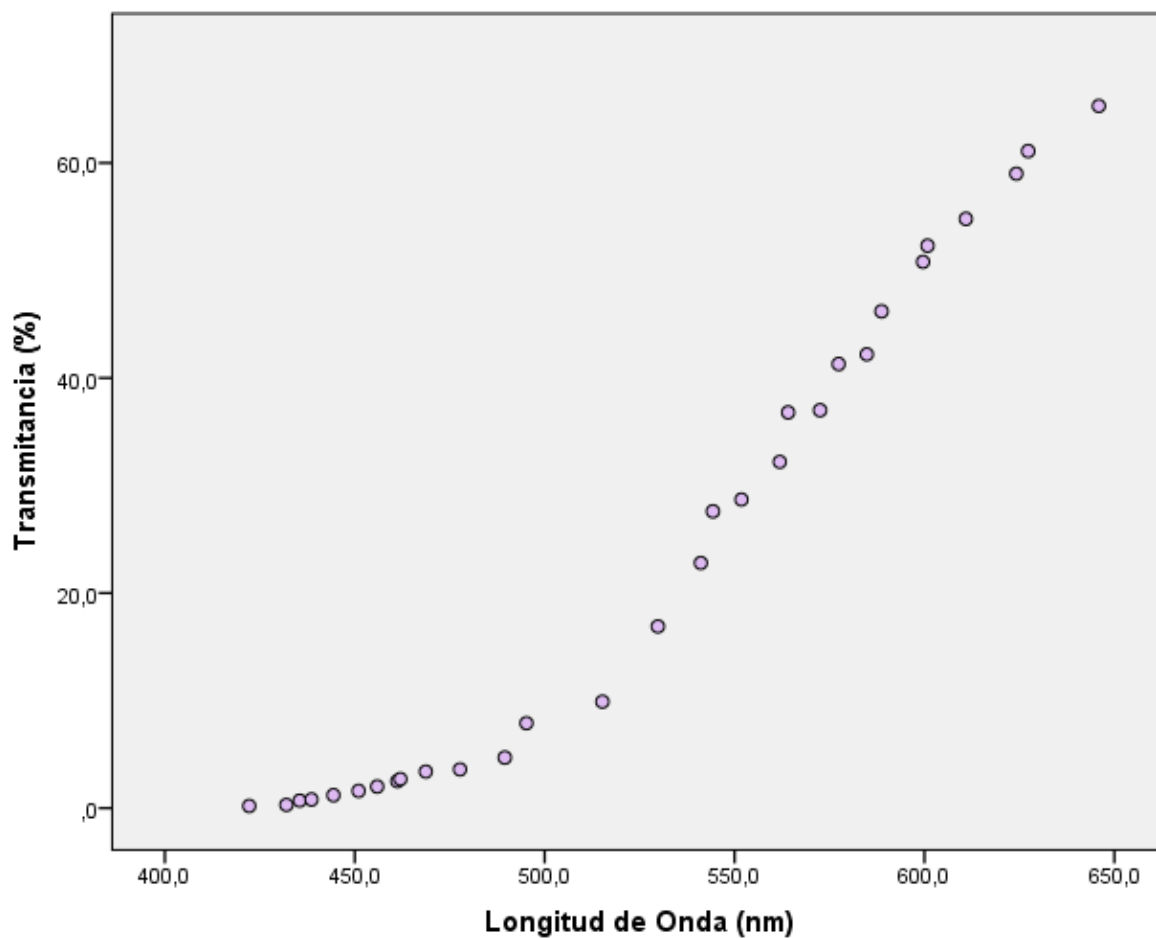


Figura 68. Curva típica de longitud de onda en función de la transmitancia para mieles de las Palmas.

En la Figura 68, Localidad de Las Palmas, se observa una semejanza con la Figura 67, existe una marcada relación entre el estímulo sometido por longitud de onda y porcentaje de transmitancia de las mieles tomadas de áreas reforestadas, parcelas en pequeña escala y purmas ubicadas a una altitud de 350 msnmm, las muestras a diferentes longitudes de onda desde el azul (422,2 nm) al rojo (645,9 nm) indican una variación significativa de valores de transmitancia, entre los intervalos menor y mayor de 422,2 nm a 0,2% y 645,9 nm a 65,3%.

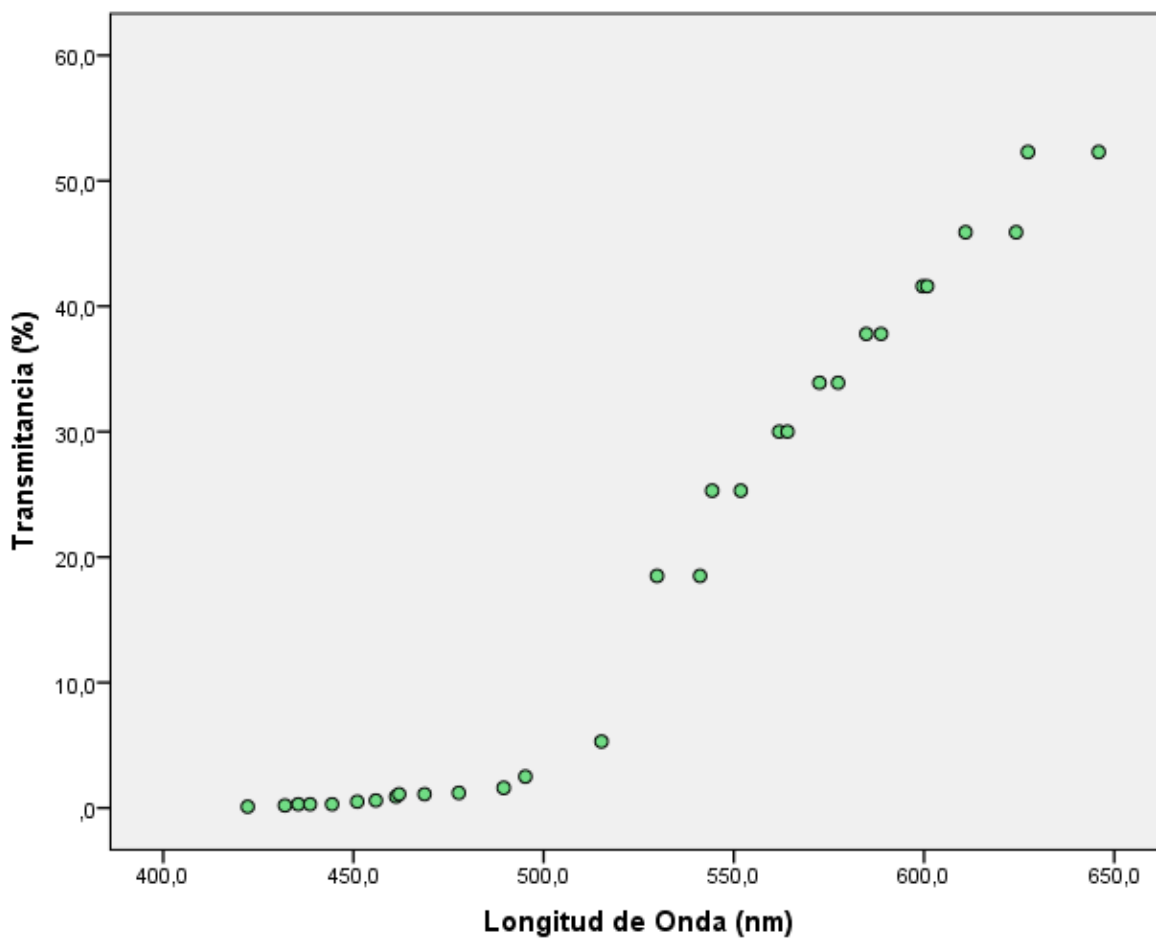


Figura 69. Curva típica de longitud de onda en función de la transmitancia para mieles de Juan Guerra.

En la Figura 69, de Juan Guerra, se observa que existe una marcada relación entre el estímulo sometido por longitud de onda y porcentaje de transmitancia de las mieles tomadas de cultivos anuales y permanentes y purmas antiguas ubicadas a una altitud de 230 msnmm, las muestras a diferentes longitudes de onda desde el azul (422,2 nm) al rojo (645,9 nm) indican una variación significativa de valores de transmitancia, entre los intervalos menor y mayor de 422,2 nm a 0,1% y 645,9 nm a 52,3%.

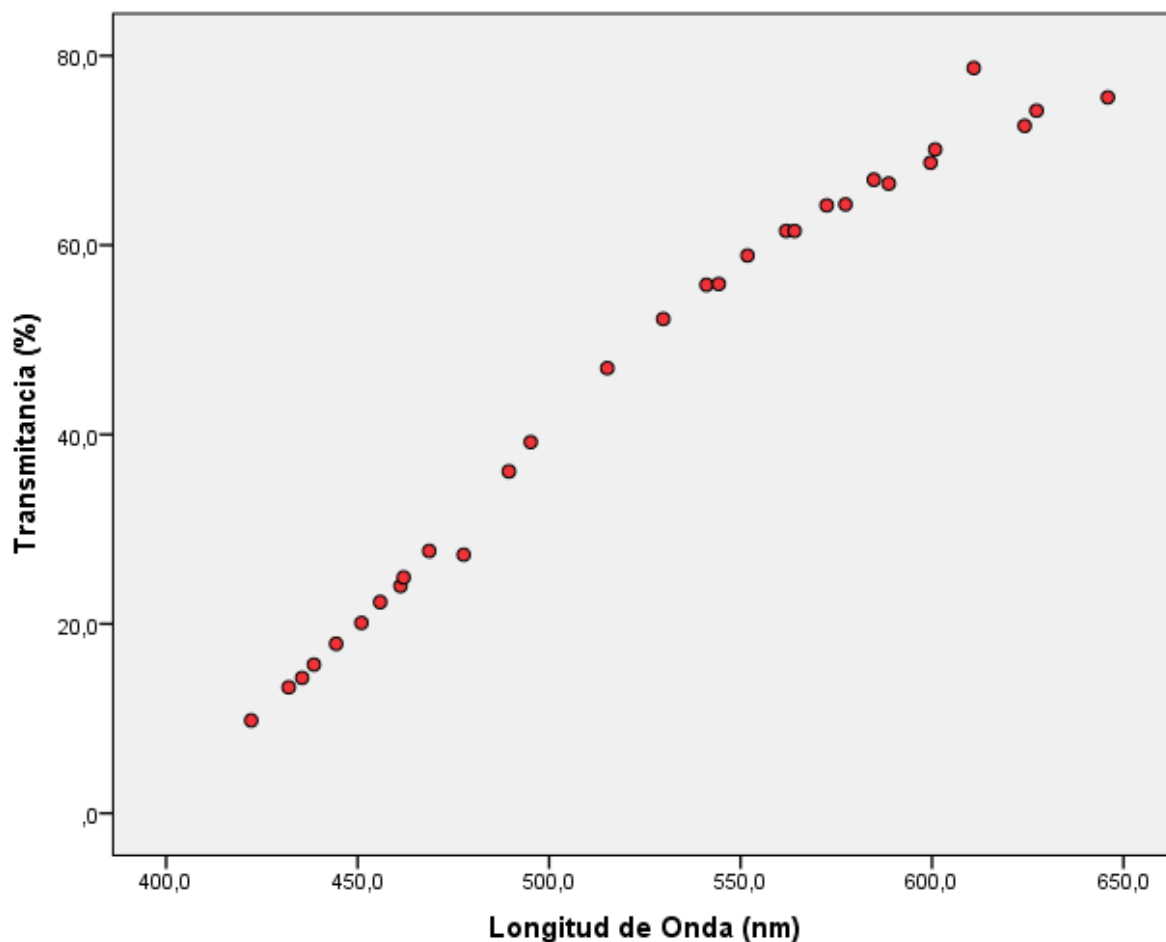


Figura 70. Curva típica de longitud de onda en función de la transmitancia para mieles de Zapatero.

En la Figura 70, de Zapatero, se aprecia que existe una marcada relación entre el estímulo sometido por longitud de onda y porcentaje de transmitancia de las mieles tomadas de cultivos anuales y permanentes, pastos y purmas antiguas ubicadas a una altitud de 286 msnmm, las muestras a diferentes longitudes de onda desde el azul (422,2 nm) al rojo (645,9 nm) indican una variación significativa de valores de transmitancia, entre los intervalos menor y mayor de 422,2 nm a 9,8% y 645,9 nm a 75,6%.

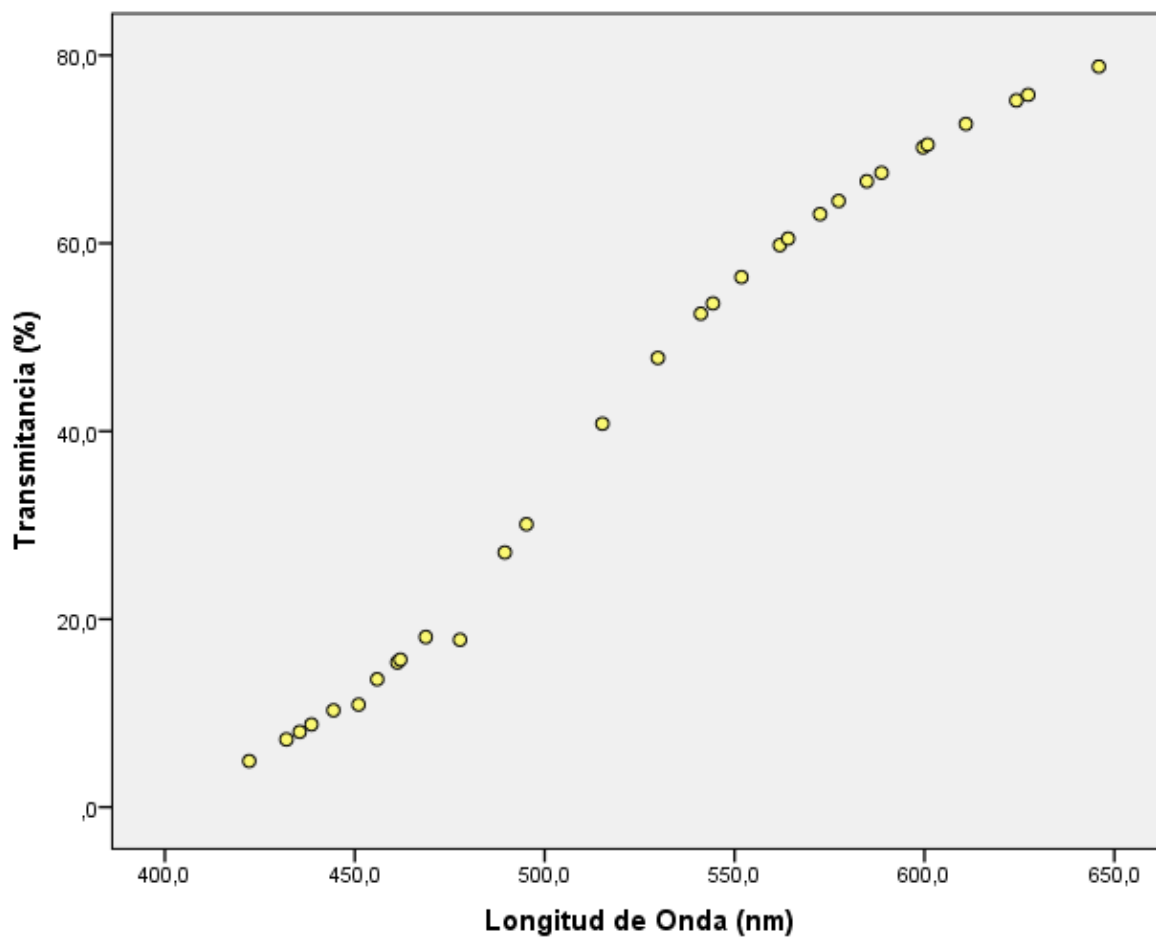


Figura 71. Curva típica de longitud de onda en función de la transmitancia para mieles de Lamas.

En la Figura 71, de Lamas, se aprecia que existe una marcada relación entre el estímulo sometido por longitud de onda y porcentaje de transmitancia de las mieles tomadas de bosques secundarios, cultivos anuales, permanentes y purmas antiguas ubicadas a una altitud de 596 msnmm, las muestras a diferentes longitudes de onda desde el azul (422,2 nm) al rojo (645,9 nm) indican una variación significativa de valores de transmitancia, entre los intervalos menor y mayor de 422,2 nm a 4,9% y 645,9 nm a 78,8%.

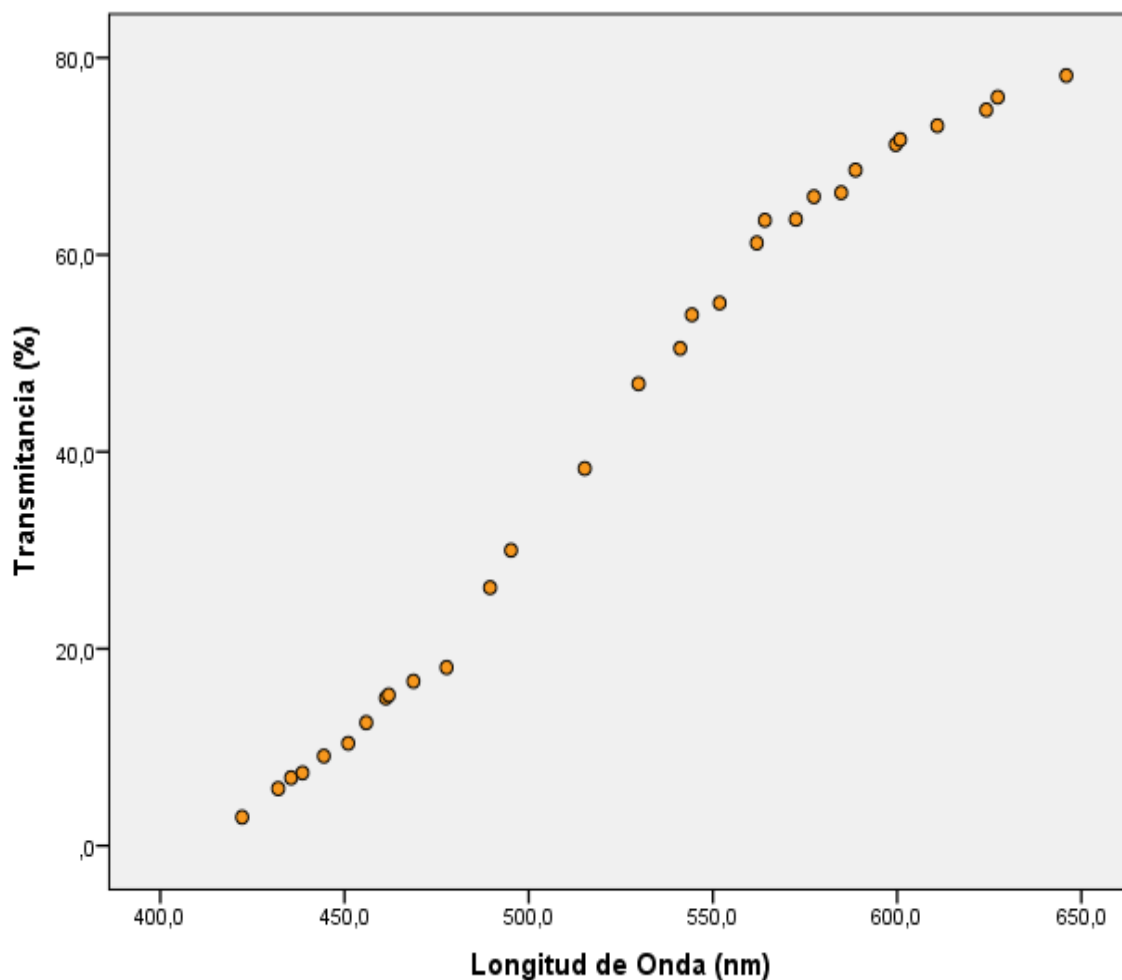


Figura 72. Curva típica de longitud de onda en función de la transmitancia para mieles de San Antonio de rio Mayo.

En la Figura 72, de San Antonio de Rio Mayo, se aprecia que existe una marcada relación entre el estímulo sometido por longitud de onda y porcentaje de transmitancia de las mieles tomadas de bosques secundarios, cultivos anuales, permanentes y purmas antiguas ubicadas a una altitud de 560 msnmm, las muestras a diferentes longitudes de onda desde el azul (422,2 nm) al rojo (645,9 nm) indican una variación significativa de valores de transmitancia, entre los intervalos menor y mayor de 422,2 nm a 2,9% y 645,9 nm a 78,2%.

Al agrupar las seis curvas típicas de las localidades de Banda de Shilcayo, Las Palmas, Juan Guerra, Zapatero, Lamas y San Antonio de Rio Mayo sobre el comportamiento de longitud de onda en función de la transmitancia, se aprecia que existe una marcada relación entre el grado de absorbancia y porcentaje de transmitancia de las mieles típicas de zonas cuyos microclimas están asociados a bosque seco tropical; sin embargo, la tendencia de transmitancia de las muestras de las localidad Banda de Shilcayo y Las Palmas tienen una tendencia muy semejante, de igual manera ocurre con las mieles de Lamas y San Antonio de Rio Mayo (*bh-PM*), sin embargo, las mieles de Zapatero y Juan Guerra muestran curvas muy diferenciadas respecto las otras localidades, según Figura 73.

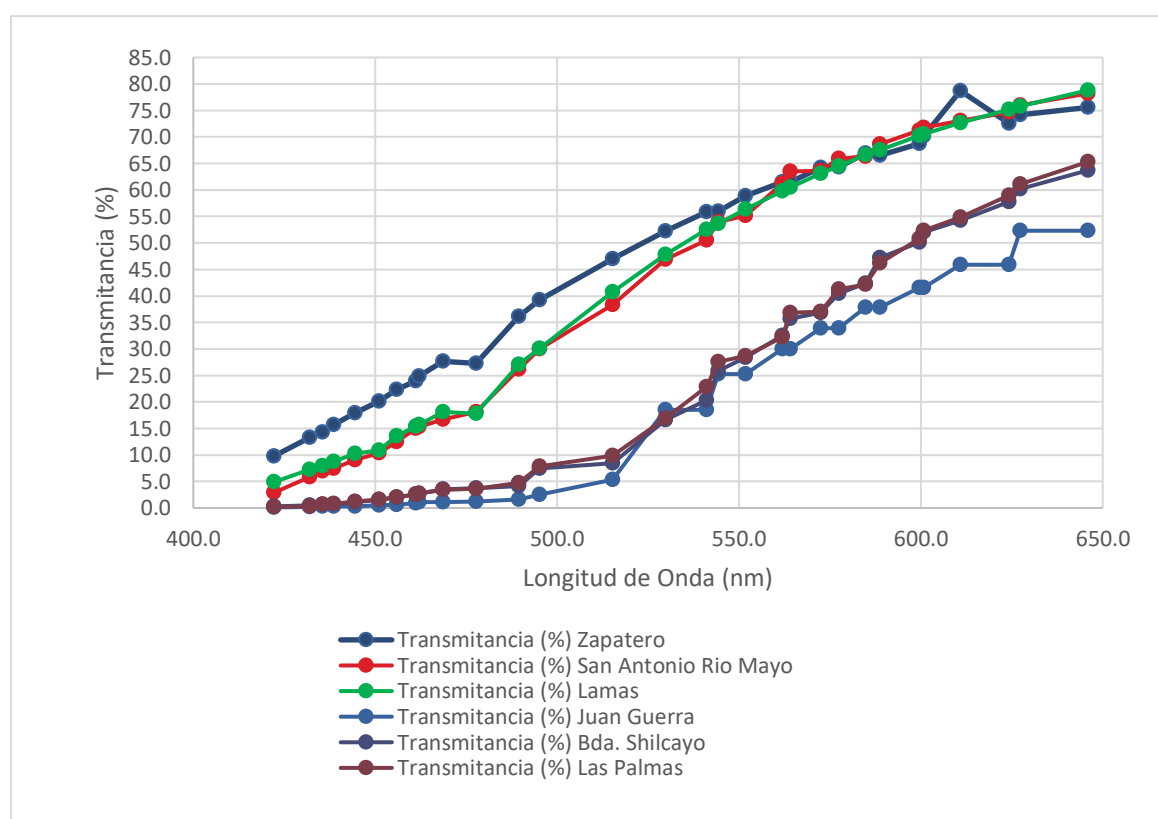


Figura 73. Curva típica de longitud de onda en función de transmitancia para mieles de seis localidades en estudio.

3.7. Análisis de Componentes Principales

Sobre las muestras se determinaron un conjunto de variables físico-químicas cosechadas por diferentes localidades; el primer objetivo consistió en analizar si es posible representar apropiadamente esta información con un número menor de variables construidas como combinaciones lineales de las originales; por tanto, se ha intentado reducir la dimensionalidad de los datos. En la Figura 74 se muestran las proyecciones de los casos en el plano factorial (1x2) referente al origen geográfico para la clasificación de las mieles y

en el segundo caso, Figura 75, es la proyección de las variables en el plano factorial, para cada componente de las propiedades físico-químicas.

En la Figura 74 se puede apreciar que las muestras tomadas de miel se agrupan por el acceso más próximo entre las localidades del Bajo Mayo, esto se ratifica que la Banda de Shilcayo y Las Palmas son agrupaciones muy íntimas para todas las variables de análisis físico-químicas estudiadas, como CE, pH, humedad, densidad, sólidos totales, índice de refracción, actividad diastásica, acidez, cenizas, HMF y actividad de agua; sin embargo, las otras localidades como Lamas, Zapatero y Juan Guerra sostienen una agrupación propia respecto a estas dos localidades indicadas.

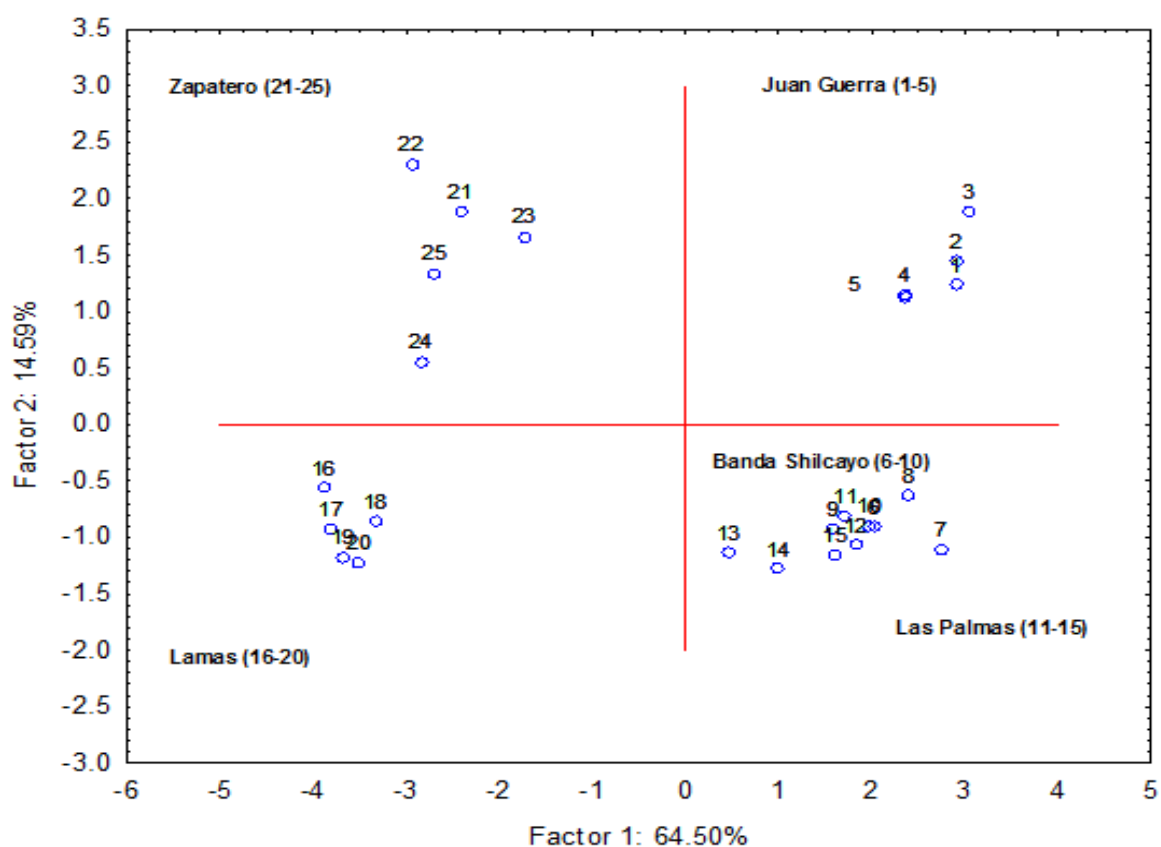


Figura 74. Proyección factorial (1x2) de los análisis físico-químico en la clasificación de las mieles del Bajo Mayo.

En la Figura 75 se puede apreciar que en el plano factorial para las agrupaciones de variables de análisis físico-químicos, que los análisis sobre índice de refracción, pH, sólidos totales, actividad diastásica, densidad y acidez muestran una estrecha correlación respecto a las cinco localidades en estudio del Bajo Mayo.

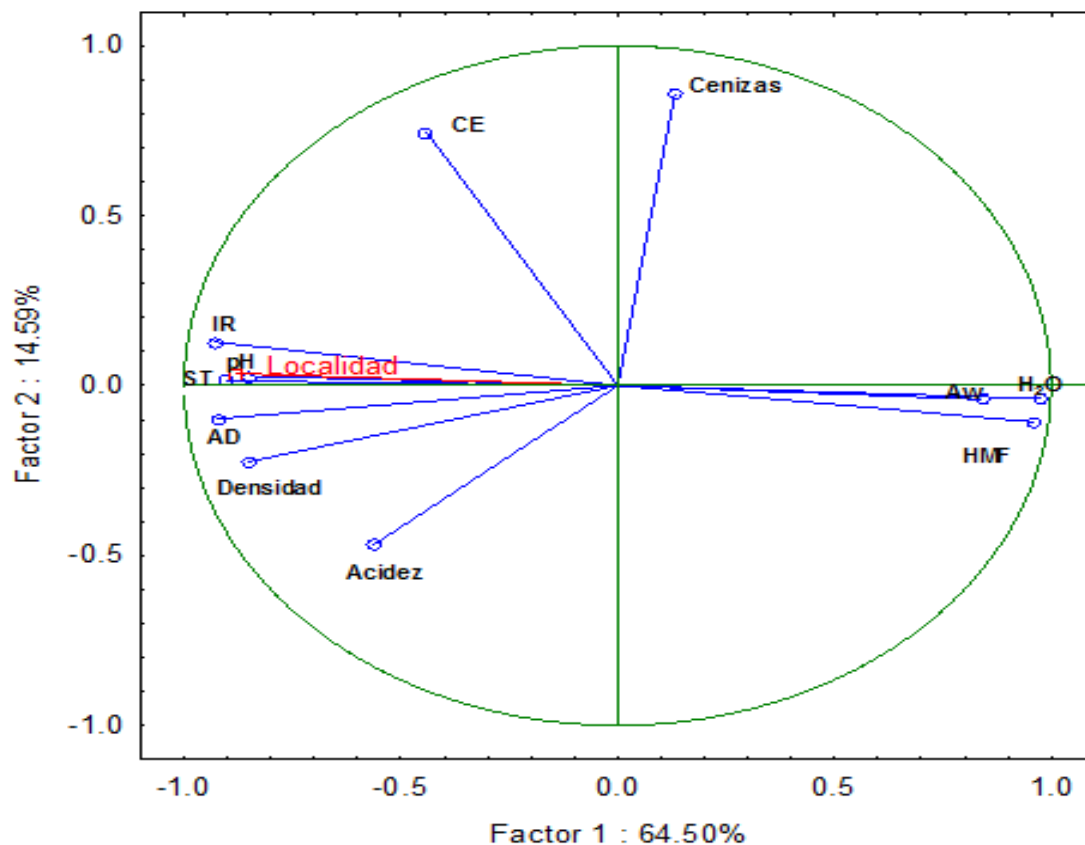


Figura 75. Gráfica de las variables activas estudiadas.

3.8. Valorización sensorial de muestras de miel

Las mieles del Bajo Mayo por lo general son multiflorales, debido que generalmente contienen dos, tres o más sabores que varían conforme al origen biogeográfico (zona y origen floral), así, en la Figura 76 se puede definir que en la miel de Zapatero prevalecen tres valores sensoriales como intensidad de aroma (64,2%), gusto (60,45%) y aroma retronasal (74,37%), estos atributos le confieren una calificación específica para esta zona.

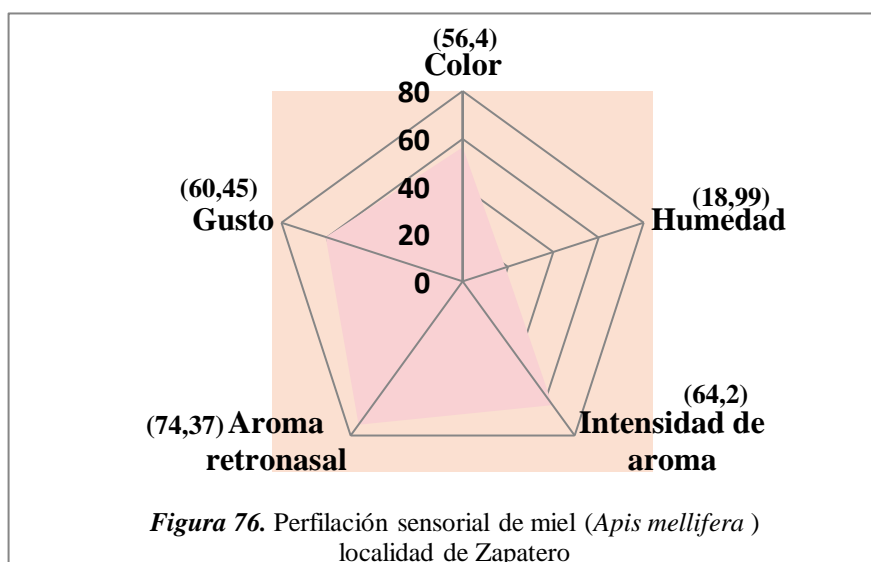
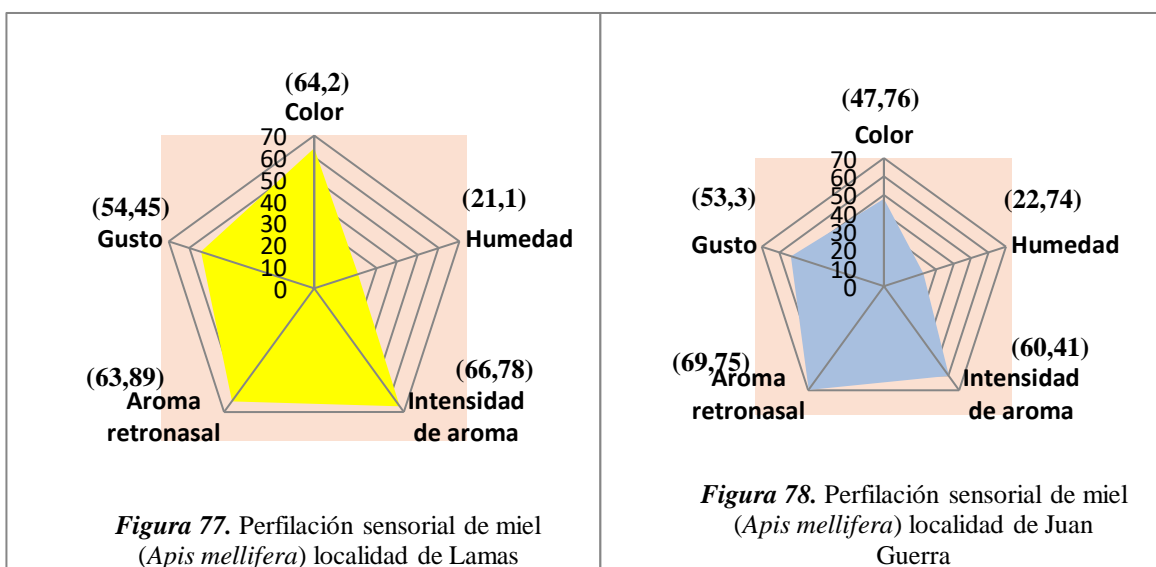


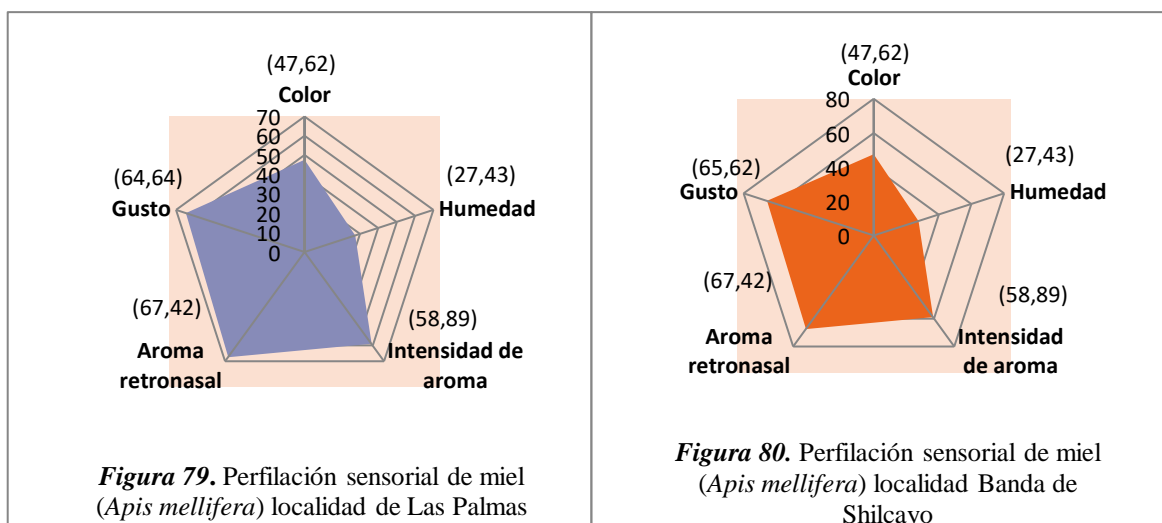
Figura 76. Perfilación sensorial de miel (*Apis mellifera*) localidad de Zapatero

Las mieles de Lamas Figura 77, predominan tres valores sensoriales como aroma retronasal (63,89%), intensidad de aroma (66,78%) y color (64,2%), estos atributos le confieren una calificación especial de calidad.

Cualidades muy semejantes ocurre con las mieles de Juan Guerra, que se aprecia en la Figura 78, en la misma los atributos sensoriales que prevalecen resultaron de 60,41% de intensidad de aroma y 69,75% de aroma retronasal.



En las localidades de la Banda de Shilcayo y Las Palmas, los resultados de perfilación sensorial son muy semejantes en dos cualidades como gusto y aroma retronasal, estos valores expresan además una agrupación de otros caracteres organolépticos que tipifican una estrecha relación por aspectos ambientales, como clima, suelo y vegetación. Los resultados se aprecian en las Figuras 79 y 80.



3.9. Características microbiológicas

Según la Tabla 61 en las muestras de las localidades en estudio no existe condiciones para la proliferación de microorganismos dañinos para los consumidores, así se verifica en el análisis microbiológico sobre recuento total, coliformes fecales, mohos y levaduras.

Tabla 61

Resultado de análisis microbiológico de muestras de las localidades en estudio

Tipo miel	Nº Muestras	Diluciones	Recuento Total	Coliformes Fecales	Mohos y Levaduras
Zapatero	5	10(-2)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
		10(-3)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
		10(-4)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
		10(-5)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
		10(-6)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
Lamas	5	10(-2)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
		10(-3)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
		10(-4)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
		10(-5)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
		10(-6)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
Banda de Shilcayo	5	10(-2)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
		10(-3)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
		10(-4)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
		10(-5)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
		10(-6)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00UFC/g
Juan Guerra	5	10(-2)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g
		10(-3)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g
		10(-4)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g
		10(-5)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g
		10(-6)	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g	0,00 UFC/g

3.10. Calendario floral apícola

El resultado de la aplicación del método de muestreo para determinar la preferencia de abejas por la flora, se puede apreciar en las Tablas 62, 63, 64, 65 y 66 sobre el calendario floral apícola de las cinco zonas de estudio, existe una riqueza de especies, como es el caso de las localidades de Zapatero y Lamas que se obtuvieron 56 y 50 especies respectivamente, el comportamiento fenológico floral muestra variaciones en la secuencia temporal anual, debido que en algunos años la floración se adelanta y a veces se retrasa, obedece a las variaciones de las condiciones climáticas, básicamente precipitación, temperatura, humedad ambiental y horas sol. Muchas especies son muy comunes entre las cinco zonas de estudio, significa que con el estudio melisopalinológico se ratifica al menos a nivel de familia botánica su denominación melífera.

Tabla 62

Calendario fenológico de especies de flora apícola de la localidad de Juan Guerra

		Tipo de bosque	Bosque seco premontano tropical, con especies de árboles, arbustos y lianas propios de la zona.						
		Sector	Juan Guerra						
		Fechas	19/05/2016	21/07/2016	23/08/2017	10/09/2017			
		Apicultor	Sr. Jorge García Paredes						
Nº	Clave	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Forma de Vida	Floración		Fructificación	
						Inicio	Término	Inicio	Término
1	JG-001	Llambo Pashaco	<i>Acacia sp.</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Julio	Agosto
2	JG-002	Bolaquiuro	<i>Schinopsis peruviana</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
3	JG-003	Rupiña	<i>Miconia sp.</i>	<i>Melastomataceae</i>	Árbol	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
4	JG-004	Hualaja hoja pequeña	<i>Zanthoxylum spp.</i>	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Mayo	Junio	Julio	Agosto
5	JG-005	Garabato casha	<i>Celtis iguanea</i>	<i>Ulmaceae</i>	Liana arbustiva	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
6	JG-006	Maíz	<i>Zea mays</i>	<i>Poaceae</i>	Herbácea	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
7	JG-007	Algarrobo	<i>Prosopis chilensis (Mol)</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Julio	Setiembre
8	JG-008	Tuna	<i>Cereus peruvianus</i>	<i>Cactacea</i>	Cactus	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
9	JG-009	Shimbillo negro	<i>Inga cordatoalata</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
10	JG-010	Ampihuasca	<i>Chondodendron tomentosum</i>	<i>Menispermaceae</i>	Liana	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
11	JG-011	Palo blanco-cuchara caspi	<i>Malarretia sp.</i>	<i>Apocynaceae</i>	Árbol	Mayo	Julio	Abril	Setiembre
12	JG-012	Pashaca negra con espina	<i>Cassia spinescens</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
13	JG-013	Tangarana colorada	<i>Triplaris americana</i>	<i>Polygonaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
14	JG-014	Acho ishanga	<i>Urera laciniata</i>	<i>Urticaceae</i>	Arbusto	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
15	JG-015	Inchahui	<i>Syagrus tessmannii</i>	<i>Arecaceae</i>	Palmera	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
16	JG-016	Naranjilla, naranjo jazmin	<i>Murraya paniculata (L) Jacq.</i>	<i>Rutaceae</i>	Arbusto	Abril	Mayo	Junio	Julio
17	JG-017	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Mayo	Junio	Julio	Agosto
18	JG-018	Bolaina	<i>Guazuma sp.</i>	<i>Malvaceae</i>	Árbol	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre

Tabla 63

Calendario fenológico de especies de flora apícola de la localidad Banda de Shilcayo

		Tipo de bosque	Plantaciones manejadas de diversas especies de árboles, arbustos y herbáceas						
		Sector	Distrito De La Banda de Shilcayo						
		Fecha	19/05/2016	20/08/2016	30/07/2017	10/09/2017			
		Apicultor	Instituto de Educación Superior Tecnológico "Nor Oriental de La Selva"						
Nº	Clave	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Forma de vida	Floración		Fructificación	
						Inicio	Término	Inicio	Término
1	LB-001	Paliperro	<i>Vitex pseudolea</i>	<i>Verbenaceae</i>	Árbol	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
2	LB-002	Swinglea	<i>Swinglea glutinosa</i>	<i>Rutaceae</i>	Arbusto	Marzo	Abril	Mayo	Junio
3	LB-003	Guaba	<i>Inga edulis</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Mayo	Junio	Julio	Agosto
4	LB-004	Cedro rosado de la India	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Julio	Agosto
5	LB-005	Naranjilla, naranjo jazmin	<i>Murraya paniculata (L) Jacq.</i>	<i>Rutaceae</i>	Arbusto	Abril	Mayo	Agosto	Setiembre
6	LB-006	Shapilloja	<i>Zanthoxylum pterote</i>	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Mayo	Julio	Agosto	Octubre
7	LB-007	Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	<i>Myrtaceae</i>	Arbusto	Mayo	Julio	Agosto	Setiembre
8	LB-008	Marupa–cacapana caspi	<i>Simarouba amara</i>	<i>Simaroubaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Julio	Setiembre
9	LB-009	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Meliaceae</i>	Árbol	Abril	Julio	Agosto	Setiembre
10	LB-010	Aceituna fruta dulce	<i>Podocarpus sp</i>	<i>Podocarpaceae</i>	Arbusto	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
11	LB-011	Ocuera negra	<i>Pollalesta sp.</i>	<i>Asteraceae</i>	Arbusto	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
12	LB-012	Gliricidia–mata ratón	<i>Gliricidia sepium (jaq)</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Abril	Julio	Agosto	Setiembre
13	LB-013	Yahuar caspi con espina	<i>Pterocarpus ulei</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Marzo	Abril	Mayo	Junio
14	LB-014	Moena amarilla	<i>Aniba amazónica</i>	<i>Lauraceae</i>	Árbol	Mayo	Junio	Julio	Agosto
15	LB-015	Commelina	<i>Commelina sp.</i>	<i>Commelinaceae</i>	Herbácea	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
16	LB-016	Papaya	<i>Carica papaya</i>	<i>Caricaceae</i>	Herbácea	Junio	Julio	Agosto	Agosto
17	LB-017	Jagua	<i>Genipa americana</i>	<i>Rubiaceae</i>	Árbol	Abril	Mayo	Junio	Julio
18	LB-018	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Junio	Octubre	Noviembre	Diciembre
19	LB-019	Atadijo	<i>Trema micrantha</i>	<i>Ulmaceae</i>	Árbol	Marzo	Abril	Mayo	Junio
20	LB-020	Bolaina negra-estribo caspi	<i>Guazuma sp.</i>	<i>Sterculiaceae</i>	Árbol	Marzo	Abril	Mayo	Junio
21	LB-021	Mango	<i>Mangifera indica</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Diciembre

22	LB-022	Ayac mullaca	<i>Solanum sp.</i>	<i>Solanaceae</i>	Herbácea	Permanente	Julio	Agosto	Setiembre
23	LB-023	Mandarina-limón	<i>Citrus sp.</i>	<i>Rutaceae</i>	Arbusto	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre
24	LB-024	Maleza	<i>Melochia sp.</i>	<i>Malvaceae</i>	Herbácea	Permanente	Setiembre	Octubre	Diciembre
25	LB-025	Cocotero	<i>Cocos nucifera</i>	<i>Arecaceae</i>	Árbol	Mayo	Setiembre	Octubre	Diciembre
26	LB-026	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i>	<i>Arecaceae</i>	Árbol	Mayo	Setiembre	Octubre	Diciembre
27	LB-027	Caimito	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.)	<i>Sapotaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
28	LB-028	Eucalypto	<i>Eucalyptus spp.</i>	<i>Myrtaceae</i>	Árbol	Junio	Setiembre	Octubre	Noviembre

Tabla 64

Calendario fenológico de especies de flora apícola de la localidad de Lamas

		Tipo de bosque	Purma alta, con topografía semi accidentada.						
		Sector	Pucuca (Lamas)						
		Fecha de visitas	02/03/2016	14/06/2016	15/04/2017	07/08/2017			
		Apicultor	Sr. Wilder Ruíz Panduro						
N°	Clave	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Forma de Vida	Floración		Fructificación	
						Inicio	Término	Inicio	Término
1	SP-01	Moena negra	<i>Aniba perutilis</i> Hemsl.	<i>Lauraceae</i>	Árbol	Mayo	Junio	Julio	Agosto
2	SP-02	Sacha copalillo	<i>Protium sp</i>	<i>Burseraceae</i>	Árbol	Marzo	Abril	Mayo	Junio
3	SP-03	Ingaina colorada	<i>Myrsine oligophylla</i> Zahlbruckner	<i>Primulaceae</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre
4	SP-04	Copalillo-anime	<i>Protium Aracouchini</i>	<i>Burseraceae</i>	Árbol	Marzo	Mayo	Junio	Julio
5	SP-05	Amasisa	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F.Cook	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
6	SP-06	Sacha ishanga	<i>NN</i>	<i>NN</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre
7	SP-07	Yanavara, yanavarilla	<i>Acalyha macrostachya</i>	<i>Chrysoblanaceae</i>	Arbusto	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
8	SP-08	Llambo pashaca	<i>Acacia sp.</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Julio	Agosto
9	SP-09	Lagarto pashaco	<i>Stryphnodendron guianense</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Abril	Mayo	Junio	Julio
10	SP-10	Puca pashaco, quillosa pashaco	<i>Cassia multijuga</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Mayo	Junio	Julio	Setiembre
11	SP-11	Jagua, huito	<i>Genipa americana</i> L.	<i>Rubiaceae</i>	Árbol	Abril	Mayo	Junio	Julio
12	SP-12	Bolaina blanca	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	<i>Malvaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Julio	Agosto
13	SP-13	Yarina	<i>Phytelephas macrocarpa</i> Ruiz & Pav.	<i>Areaceae</i>	Palmera	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre

14	SP-14	Atadijo	<i>Trema micrantha</i> (L.) Bl.	<i>Cannabaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Julio	Setiembre
15	SP-15	Anunilla	<i>Annona</i> sp	<i>Anonaceae</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre
16	SP-16	Junjulí	<i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.) Me	<i>Lauraceae</i>	Árbol	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
17	SP-17	Shimbillo, rugindi	<i>Inga peltadenia</i> harms	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
18	SP-18	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Diciembre
19	SP-19	Palto	<i>Persea americana miller</i>	<i>Lauraceae</i>	Árbol	Mayo	Agosto	Setiembre	Octubre
20	SP-20	Zapote	<i>Matisia cordata</i> Humb. & Bonpl	<i>Malvaceae</i>	Árbol	Mayo	Julio	Agosto	Setiembre
21	SP-21	Shica shica	<i>Aiphanes horrida</i> (Jacq.) Burret	<i>Arecaceae</i>	Palmera	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
22	SP-22	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> G. King	<i>Meliaceae</i>	Árbol	Abril	Julio	Agosto	Setiembre
23	SP-23	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	<i>Arecaceae</i>	Palmera	Marzo	Junio	Julio	Agosto
24	SP-24	Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	<i>Rhamnaceae</i>	Árbol	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
25	SP-25	Fapina negra	<i>Cupania cinerea</i> Poepp. & Endl.	<i>Sapindaceae</i>	Árbol	Marzo	Abril	Mayo	Julio
26	SP-26	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Setiembre
27	SP-27	Cedro colorado	<i>Cedrela odorata</i> L.	<i>Meliaceae</i>	Árbol	Abril	Julio	Agosto	Setiembre
28	SP-28	Naranja	<i>Citrus aurantium</i> L.	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Setiembre
29	SP-29	Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	<i>Myrtaceae</i>	Árbol	Marzo	Abril	Mayo	Junio
30	SP-30	Cidra	<i>Citrus medica</i> L.	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Setiembre
31	SP-31	Ciruelo	<i>Spondias purpurea</i> L.	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
32	SP-32	Palo blanco	<i>Calycophyllum multiflorum</i> Griseb.	<i>Rubiaceae</i>	Árbol	Marzo	Abril	Mayo	Julio

33	SP-33	Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	<i>Boraginaceae</i>	Árbol	Junio	Setiembre	Octubre	Octubre
34	SP-34	Caimito	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	<i>Sapotaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
35	SP-35	Cocotero	<i>Cocos nucifera</i> L.	<i>Arecaceae</i>	Palmera	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
36	SP-36	Huayruro	<i>Ormosia coccinea</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Agosto	Setiembre
37	SP-37	Hualaja	<i>Zanthoxylum sprucei</i> Engl.	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Marzo	Mayo	Junio	Agosto
38	SP-38	Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i> (C. Martius) Mez	<i>Lauraceae</i>	Árbol	Mayo	Junio	Julio	Agosto
39	SP-39	Guaba	<i>Inga edulis</i> Mart.	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Mayo	Junio	Julio	Setiembre
40	SP-40	Limón ácido	<i>Citrus limón</i>	<i>Rutaceae</i>	Arbusto	Junio	Agosto	Setiembre	Setiembre
41	SP-41	Shapilloja	<i>Zanthoxylum pterote</i>	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Mayo	Julio	Agosto	Setiembre
42	SP-42	Naranjilla, naranjo jazmin	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jacq.	<i>Rutaceae</i>	Abusto	Abril	Mayo	Agosto	Setiembre
43	SP-43	Pucavarilla	<i>Adenaria floribunda</i>	<i>Loganiaceae</i>	Arbusto	Marzo	Junio	Julio	Agosto
44	SP-44	Insira	<i>Chlorophora</i> sp.	<i>Moraceae</i>	Árbol	Marzo	Abril	Mayo	Julio
45	SP-45	Shapaja	<i>Scheelea cephalotes</i>	<i>Arecaceae</i>	Palmera	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
46	SP-46	Pichirina negra	<i>Vismia</i> sp.	<i>Hypericaceae</i>	Árbol	Abril	Mayo	Junio	Julio
47	SP-47	Pashaca negra con espina	<i>Cassia spinescens</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Marzo	Abril	Mayo	Julio
48	SP-48	Chicharra caspi	<i>Lipia virgata</i>	<i>Verbenaceae</i>	Arbusto	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
49	SP-49	Ocuera negra	<i>Pollalesta</i> sp.	<i>Asteraceae</i>	Arbusto	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
50	SP-50	Sacha anona	<i>Annona hypoglauca</i>	<i>Anonaceae</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre
51	SP-51	Maíz	<i>Zea mays</i>	<i>Poaceae</i>	Herbácea	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre

Tabla 65

Calendario fenológico de especies de flora apícola de la localidad de Las Palmas

		Tipo de bosque	Plantaciones manejadas de diversas especies de árboles, arbustos, lianas, etc.						
		Sector	Las Palmas						
		Fecha	19/05/2016	20/08/2016	30/07/2017	10/09/2017			
		Apicultor	Luis Arévalo Flores						
N°	Clave	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Forma de vida	Floración		Fructificación	
						Inicio	Término	Inicio	Término
1	LP-001	Maracuyá	<i>Passiflora edulis</i>	<i>Passifloraceae</i>	Liana	Julio	Setiembre	Setiembre	Octubre
2	LP-002	Piñón blanco	<i>Jatropha curcas</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Arbusto	Mayo	Julio	Agosto	Octubre
3	LP-003	Atadijo	<i>Trema micrantha</i>	<i>Ulmaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Julio	Octubre
5	LP-005	Carambola	<i>Averrhoa carambola</i>	<i>Oxalidaceae</i>	Árbol	Mayo	Julio	Agosto	Octubre
6	LP-006	Naranja	<i>Citrus aurantium L.</i>	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Junio	Setiembre	Setiembre	Octubre
7	LP-007	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Junio	Setiembre	Setiembre	Octubre
8	LP-008	Noni	<i>Morinda citrifolia</i>	<i>Rubiaceae</i>	Arbusto	Abril	Mayo	Junio	Julio
9	LP-009	Achiote	<i>Bixa orellana</i>	<i>Bixaceae</i>	Arbusto	Abril	Junio	Julio	Setiembre
10	LP-010	Guaba	<i>Inga edulis</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Mayo	Setiembre	Setiembre	Octubre
11	LP-011	Guanábana	<i>Annona muricata L.</i>	<i>Annonaceae</i>	Arbusto	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
12	LP-012	Mango	<i>Mangifera indica</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Mayo	Setiembre	Setiembre	Noviembre
13	LP-013	Pomarrosa	<i>Eugenia jambos</i>	<i>Myrtaceae</i>	Árbol	Marzo	Abril	Mayo	Junio
14	LP-014	Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	<i>Myrtaceae</i>	Arbusto	Junio	Julio	Julio	Agosto
15	LP-015	Cedro colorado	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Meliaceae</i>	Árbol	Abril	Agosto	Setiembre	Noviembre
16	LP-016	Palto	<i>Persea americana</i>	<i>Lauraceae</i>	Árbol	Mayo	Agosto	Setiembre	Noviembre
17	LP-017	Limón ácido	<i>Citrus limon</i>	<i>Rutaceae</i>	Arbusto	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre
18	LP-018	Guinda	<i>Prunus cerasus</i>	<i>Rosaceae</i>	Arbusto	Mayo	Setiembre	Setiembre	Octubre
20	LP-020	Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Boraginaceae</i>	Árbol	Mayo	Julio	Agosto	Setiembre
21	LP-021	Caimito	<i>Pouteria caimito</i>	<i>Sapotaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
22	LP-022	Itil	<i>Astronium graveolens</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
23	LP-023	Papaya	<i>Carica papaya</i>	<i>Caricaceae</i>	Arbustivo	Junio	Julio	Agosto	Agosto

24	LP-024	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Meliaceae</i>	Árbol	Abril	Julio	Agosto	Octubre
25	LP-025	Marupa–cacapana caspi	<i>Simarouba amara</i>	<i>Simaroubaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Julio	Setiembre
26	LP-026	Riwisacha	NN	<i>Solanaceae</i>	Arbusto	Mayo	Junio	Julio	Agosto
27	LP-027	Pucaquiro	<i>Simiria williansii</i>	<i>Rubiaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Julio	Setiembre
28	LP-028	Shapilloja	<i>Zanthoxylum pterote</i>	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Mayo	Julio	Agosto	Octubre
29	LP-029	Anacaspi	<i>Apuleia leiocarpa</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre
30	LP-030	Hualaja	<i>Zanthoxylum sprucei</i>	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Abril	Setiembre	Octubre	Noviembre
31	LP-031	Caracha caspi–sira sira	NN	<i>Melastomataceae</i>	Árbol	Mayo	Setiembre	Octubre	Noviembre
32	LP-032	Shica shica	<i>Aiphanes aculeata</i>	<i>Arecaceae</i>	Palmera	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
33	LP-033	Llambo pashaca	<i>Acacia sp.</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Agosto	Setiembre
34	LP-034	Estribo caspi	<i>Guazuma sp.</i>	<i>Sterculiaceae</i>	Árbol	Marzo	Abril	Mayo	Junio
35	LP-035	Huamanzamana	<i>Jacaranda sp.</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Arbusto	Marzo	Mayo	Junio	Julio
36	LP-036	Yahuar caspi con espina	<i>Pterocarpus ulei</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
37	LP-037	Ciruelo	<i>Spondias purpurea L.</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
38	LP-038	Asnac panga	<i>Croton sp.</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Herbácea	Junio	Julio	Agosto	Agosto
39	LP-039	Ocuera blanca	<i>Vernonia cordifolia</i>	<i>Asteraceae</i>	Arbusto	Mayo	Agosto	Setiembre	Octubre
40	LP-040	Cidra	<i>Citrus medica L.</i>	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Setiembre
41	LP-041	Coco	<i>Nucifera L.</i>	<i>Arecaceae</i>	Palmera	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
42	LP-042	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa L.</i>	<i>Arecaceae</i>	Palmera	Diciembre	Marzo	Abril	Junio
43	LP-043	Pandisho	<i>Artocarpus altilis (Park)</i>	<i>Moraceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Julio	Agosto
44	LP-044	Maleza enredadera	<i>Vitaceae</i>	<i>Vitaceae</i>	Herbácea	Permanente	Setiembre	Octubre	
45	LP-045	Maíz	<i>Zea mays</i>	<i>Poaceae</i>	Herbácea	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre

Tabla 66

Calendario fenológico de especies de flora apícola de la localidad de Zapatero

		Tipo de bosque	Purma semibaja, con topografía accidentada.						
		Sector	Zapatero						
		Fecha de evaluación	14/06/2016	07/08/2017	13/08/2017	23/08/2017			
		Apicultor	Bilder Lozano Sánchez						
Nº	Clave	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Forma de vida	Floración		Fructificación	
						Inicio	Término	Inicio	Término
1	Z-001	Ishpingo	<i>Amburana cearensis</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Abril	Julio	Agosto	Setiembre
2	Z-002	Paliperro	<i>Vitex pseudolea</i>	<i>Verbenaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
3	Z-003	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Meliaceae</i>	Árbol	Abril	Julio	Agosto	Setiembre
4	Z-004	Amasisa	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.)	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
5	Z-005	Limón ácido	<i>Citrus limón</i>	<i>Rutaceae</i>	Arbusto	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre
6	Z-006	Guanabana	<i>Annona muricata</i> L.	<i>Annonaceae</i>	Arbusto	Mayo	Junio	Julio	Agosto
7	Z-007	Naranjilla, naranjo jazmin	<i>Murraya paniculata</i> (L) Jacq.	<i>Rutaceae</i>	Arbusto	Mayo	Junio	Julio	Agosto
8	Z-008	Shapilloja	<i>Zanthoxylum pterote</i>	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
9	Z-009	Bolaina blanca	<i>Guazuma crinita</i>	<i>Sterculiaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
10	Z-010	Leche caspi	<i>Couma Utilis</i> Muell Arg.	<i>Apocynaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
11	Z-011	Sacha anona	<i>Annona hypoglauca</i>	<i>Annonaceae</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre
12	Z-012	Quillo casha	NN	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre
13	Z-013	Chirimoya	<i>Annona cherimola</i> Mill.	<i>Annonaceae</i>	Arbusto	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
14	Z-014	Junjulí	<i>Persea coerulea</i>	<i>Lauraceae</i>	Árbol	Agosto	Octubre	Noviembre	Diciembre
15	Z-015	Moena palta	<i>Persea sp.</i>	<i>Lauraceae</i>	Árbol	Mayo	Junio	Julio	Agosto
16	Z-016	Sangre de grado	<i>Croton draconoides</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Árbol	Junio	Julio	Julio	Agosto
17	Z-017	Huayrurillo forrajero	<i>Rinchosia mñinima</i>	<i>Fabaceae</i>	Liana	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
18	Z-018	Estribo caspi	<i>Guazuma sp.</i>	<i>Sterculiaceae</i>	Árbol	Marzo	Mayo	Junio	Agosto
19	Z-019	Puca varilla	<i>Adenaria floribunda</i>	<i>Loganiaceae</i>	Arbusto	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre
20	Z-020	Chicharra caspi	<i>Lippia Virgata</i>	<i>Verbenaceae</i>	Arbusto	Agosto	Octubre	Noviembre	Diciembre
21	Z-021	Puca pashaca	<i>Cassia multijuga</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre

22	Z-022	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Árbol	Mayo	Junio	Julio	Setiembre
23	Z-023	Tingana	<i>Derris indica bennet.</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
24	Z-024	Yahuar caspi	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
25	Z-025	Taperiba	<i>Spondias cytherea</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
26	Z-026	Toronja	<i>Citrus xparadisii Macf.</i>	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Mayo	Junio	Julio	Agosto
27	Z-027	Mango	<i>Mangífera indica</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Mayo	Setiembre	Setiembre	Noviembre
28	Z-028	Palto	<i>Persea americana miller</i>	<i>Lauraceae</i>	Árbol	Mayo	Agosto	Setiembre	Noviembre
29	Z-029	Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	<i>Myrtaceae</i>	Arbusto	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
30	Z-030	Coco	<i>Nucifera L.</i>	<i>Arecaceae</i>	Palmera	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
31	Z-031	Aguaje	<i>Maurítia flexuosa L.</i>	<i>Arecaceae</i>	Palmera	Diciembre	Marzo	Abril	Junio
32	Z-032	Lluicho vainilla	<i>Samanea tubulosa</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
33	Z-033	Pisho	<i>Crudia sp.</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Julio	Setiembre
34	Z-034	Gliricidia-mata ratón	<i>Gliricidia sepium (jaq)</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre
35	Z-035	Siuca sanango	<i>Tabernaemontana benthamiana</i>	<i>Apocynaceae</i>	Árbol	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
36	Z-036	Asna panga	<i>Cyphomandra hartwegii Dunal</i>	<i>Solanaceae</i>	Herbácea	Junio	Julio	Agosto	Agosto
37	Z-037	Albaca blanca	<i>Ocimum basilicum L.</i>	<i>Lamiaceae</i>	Herbácea	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
38	Z-038	Chiric sanango	<i>Brunfelsia grandiflora</i>	<i>Solanaceae</i>	Arbusto	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
39	Z-039	Huarango	<i>Acacia huarango</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Marzo	Abril	Mayo	Julio
40	Z-040	Huamanzamana	<i>Jacaranda sp.</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Arbusto	Marzo	Mayo	Junio	Julio
41	Z-041	Algarrobo	<i>Prosopis chilensis (Mol)</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Noviembre
42	Z-042	Ampihuasca	<i>Chondodendron tomentosum</i>	<i>Menispermaceae</i>	Liana	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
43	Z-043	Limón casha	NN	NN	Arbusto	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre
44	Z-044	Pinsha caspi	<i>Aspidosperma sp.</i>	<i>Apocynaceae</i>	Árbol	Setiembre	Noviembre	Diciembre	Febrero
45	Z-045	Algarrobo	<i>Prosopis pallida H.B.K.</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Abril	Junio	Julio	Setiembre
46	Z-046	Moena amarilla	<i>Aniba Amazónica</i>	<i>Lauraceae</i>	Árbol	Junio	Agosto	Setiembre	Noviembre
47	Z-047	Ayac mullaca	<i>Solanum sp.</i>	<i>Solanaceae</i>	Herbácea	Permanente	Permanente	Agosto	Octubre
48	Z-048	Guaba	<i>Inga edulis Mart.</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Mayo	Setiembre	Setiembre	Octubre
49	Z-049	Moena hoja menuda	<i>Aniba sp.</i>	<i>Lauraceae</i>	Árbol	Mayo	Junio	Julio	Agosto
50	Z-050	Cetico	<i>Cecropia spp.</i>	<i>Urticaceae</i>	Arbol	Julio	Setiembre	Octubre	Diciembre

51	Z-051	Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	<i>Myrtaceae</i>	Árbol	Marzo	Abril	Mayo	Junio
52	Z-052	Sacha estoraque	<i>Myroxylon sp.</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Mayo	Setiembre	Setiembre	Octubre
53	Z-053	Ishanga, ortiga	<i>Urtica spp.</i>	<i>Urticaceae</i>	Hierbácea	Permanente	Permanente	Agosto	Octubre
54	Z-054	Commelina	<i>Commelina sp.</i>	<i>Commelinaceae</i>	Herbácea	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
55	Z-055	Renaco	<i>Ficus spp.</i>	<i>Moraceae</i>	Arbórea	Julio	Setiembre	Octubre	Noviembre
56	Z-056	Maíz	<i>Zea mays</i>	<i>Poaceae</i>	Herbácea	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre

3.11. Discusión

3.11.1. Sobre agrupamiento de polen corbicular

La agrupación de cúmulos de polen según el color descritos en las Figuras 26, 27, 28, 29 y 30 referente a las diferentes tonalidades no implica específicamente la procedencia botánica para la elaboración de la miel, así se tiene la predominancia de dos grupos de color referente al polen corbicular colectado de la Localidad de Zapatero: Marrón claro y marrón rojizo. En las localidades de Lamas y Banda de Shiclayo se aprecia una semejanza en las tonalidades de crema, marrón, marrón claro y marrón rojizo. En Juan Guerra la predominancia de color de polen fue de cuatro grupos: crema, marrón, marrón claro y ámbar y en la localidad de las Palmas predominaron cuatro grupos de color: crema, marrón, marrón claro y marrón oscuro. Estos análisis macroscópicos conllevan a una apreciación de un conjunto de tonalidades que resulta de la carga de polen de vital importancia como valor nutritivo para la colonia por el aporte de proteínas y lípidos procedentes de la heterogénea vegetación de bosques secundarios, purmas y agrosistemas diversos que incluye cultivos permanentes y anuales en el período de marzo a julio de 2016 para las localidades de Zapatero, Lamas, Banda de Shilcayo, Las Palmas y para Juan Guerra de marzo a julio de 2018. La variabilidad cromática y composición del polen corbicular está en función de los periodos de floración en una zona determinada, situación que permite explicar que para un periodo determinado la dominancia de una carga no lo sea en otro periodo.

Por lo general las abejas realizan cargas de polen monoflorales y cada carga se forma con una sola especie floral, de ahí su color uniforme; sin embargo, está influenciado por varios factores extrínsecos que determinan las variaciones de las tonalidades dentro de una misma especie (Louveaux, 1959).

3.11.2. Sobre análisis polínico

La evaluación de las cargas de polen de origen apícola es una de las aplicaciones más interesantes de la palinología, contribuyendo así con información útil en cuanto a la relación existente entre el comportamiento ecológico y biológico de las abejas, *Apis mellífera* que prefiere una gran cantidad de recursos florales como fuente de polen y néctar, y la utilización de cada recurso se expresa en proporciones según la predominancia de recursos y temporadas apícolas. Las zonas de estudio presenta características geográficas peculiares, conformada por conjunto de valles, colinas bajas, lomadas así como planicies y terrazas aledañas al río Mayo y, con un clima seco propio de los trópicos

caracteriza a la flora de los diferentes ecosistemas. En el Bajo Mayo se combinan factores dominantes de precipitación, así en Lamas y Zapatero se registraron descargas promedios de 1 395 y 1 324,2 mm/año y en Banda de Shilcayo y Juan Guerra 1 141,7 y 1 072,3 mm/año y humedad relativa (84% en Lamas, 80,3% en Zapatero, 76,8% Banda de Shilcayo y 79,3% en Juan Guerra), sobre la temperatura existe una estrecha diferencia, estos factores influyeron marcadamente en la fertilidad, composición del suelo y en la dinámica del agua. Por lo tanto, si estas condiciones son favorables se mantiene absorción adecuada de agua junto con vientos y luminosidad óptima para incrementar la fotosíntesis, se estimula la actividad de pecoreo de las abejas, la floración y por lo tanto los flujos de néctar y polen, estos fundamentos debe considerarse para establecer nuevas zonas de producción para los sistemas apícolas.

La floración en general del Bajo Mayo se caracteriza por periodos largos durante todo el año y cortos (de dos a tres meses, con floraciones densas). La flora apícola indicadora de la zona de estudio se distribuye en una zona de vida de bosque seco tropical (bs-t) de acuerdo a la clasificación de Holdridge (1989).

En un estudio sobre polen apícola realizado en el sur del Brasil se concluyó que el color no fue determinante para la identificación de las taxas debido que la mayoría de las muestras consideradas monoflorales presentaban dos o más taxa; entendiéndose como taxa, plural de taxón, a un grupo de individuos con posibles afinidades filogenéticas; sin embargo, se asumió, por los análisis realizados, que pueden jugar un rol importante en la determinación del control de la calidad del polen apícola si las muestras fueran mayoritariamente monoflorales (Almeida-Muradian *et al.*, 2005).

En el presente estudio, se asume que la presencia de polen de más de una especie vegetal denominado multiflora en cada color estudiado, se debe que el polen apícola del mismo color, pero con matices diferentes se relaciona a especies vegetales diferentes y su presencia en cantidades menores corresponde a granos de polen cuantificados como pequeños (15 um, vista ecuatorial, ejemplo de *Moraceae-Urticaceae* y *Commelina*=22 um) pero que alcanzaron hasta 0,5% y 19% del total de muestras analizadas. En las cinco zonas de estudio del Bajo Mayo los taxones con mayor predominancia en las cargas de polen corbicular, que registraron entre 197 a 200 granos de polen/muestra, fueron: *Asteraceae*, *Bombax sp*, *Poaceae* (*Zea maíz* L.), *Arecaceae*, *Anacardium*, *Leucaena sp*, *Commelina*, *Schefflera sp*, y *Asteraceae*; estas taxas estuvieron en un rango de medidas entre 30 um (*Zea mayz*) a 80 um (*Leucaena*, familia *Fabaceae*).

Al realizar el análisis comparativo con los resultados obtenidos sobre valoración polínica en el Bajo Mayo, cuya zona de vida de bosque seco tropical con un clima fluctuante entre mínimo 22°C y máximo 32°C, con una heterogénea composición florística se tuvo una diversidad de taxas, sin embargo, en proporciones dominantes se identificó al menos nueve taxones entre familias, géneros y especies.

En Colombia, cuya geografía se asemeja a la nuestra, en un estudio sobre las cargas de polen en términos de dominancia cromática fue variable en los distintos periodos del año y para las zonas de vida propias del estudio. La evaluación de la dominancia cromática permitió observar variabilidad en la composición del polen colectado en las zonas de muestreo, siendo la zona de bosque muy húmedo premontano (*bmh-PM*) la que ha presentado mayor variabilidad, en relación a lo observado en zona de vida de bosque húmedo premontano (*bh-PM*), bosque seco montano bajo (*bsMB*) y bosque húmedo montano bajo (*bh-MB*) respectivamente. Al relacionar los dos resultados se infiere que la dinámica de los ecosistemas desde la perspectiva de las regiones presenta una amplia variabilidad en términos de cobertura vegetal; Salamanca *et al.*, (2014).

3.11.3. Sobre variaciones por tonalidad de colores para miel e índice de cromaticidad

El color de las mieles del Bajo Mayo es variable, va de amarillo pálido (agua) a rojo ambarino o muy oscuro, casi negro (Figura 81).

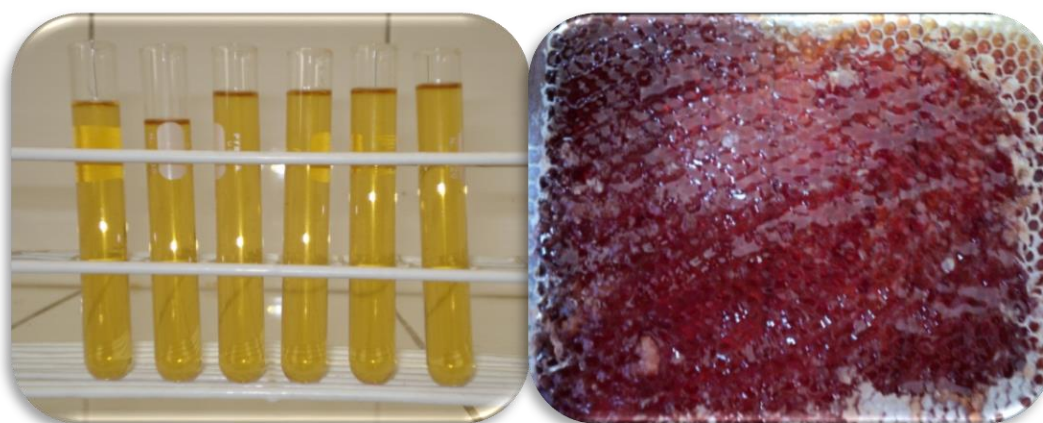


Figura 81: Miel clara de Las Palmas; miel roja procedente de la Banda de Shilcayo.

Existe una estrecha relación entre la composición química, la estación de recolección y el color. Así, los colores oscuros son propios de mieles con alto contenido de sustancias orgánicas y sales minerales (Figura 81); en contraste, los tonos claros son característicos de

las mieles más líquidas que, generalmente, se han recolectado en el primer trimestre del año (entre marzo y abril). Por otra parte, las mieles cristalizadas poseen tonalidades más claras que las recién recolectadas, ya que los finos cristales de azúcar que se forman reflejan la luz.

En Las Palmas las mieles sometidas al análisis se cosecharon el 1-07-2016, implica por tanto que, a inicios del segundo semestre del año la temporada de floración de las especies de interés apícola producen una miel ámbar oscura, y las mieles del primer semestre entre enero y junio producen una miel clara, esta evidente diferenciación de tonalidades en la miel está supeditado a la época de floración y la oferta de néctar que relaciona la distribución de lluvias, temperatura y humedad relativa.

3.11.4. Sobre valoraciones melitopalínológicas

Entre los taxones observados en las muestras de miel y polen de las Localidades de Lamas, Juan Guerra y Las Palmas (Tabla 35), se identificó la procedencia floral de 30 familias : *Anacardiaceae*, *Apiaceae*, *Araliaceae*, *Arecaceae*, *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Capparaceae*, *Commelinaceae*, *Cucurbitaceae*, *Ericaceae*, *Escalloniaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Juglandaceae*, *Lamiaceae*, *Malvaceae*, *Melastomataceae*, *Moraceae-Urticaceae*, *Myrtaceae*, *Oleaceae*, *Onagraceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae*, *Rubiaceae*, *Salicaceae*, *Sapindaceae*, *Sapotaceae*, *Scrophulariaceae*, *Solanaceae* y *Vitaceae*.

Entre las especies relevantes observadas en las zonas de estudio se distinguen 24 taxones: *Acacia sp*, (*Fabaceae* maderable), *Inga sp*, (*Fabaceae* conocida como “guaba” forma parte de los agrosistemas), *Leucaena sp*, (*Fabaceae* maderable), *Melilotus sp*, (*Fabaceae*, hierba rastrera), *Mimosa sp*, (*Fabaceae*, hierba invasora conocida en la zona como “vergonsosa”) *Cordia sp*, (*Boraginaceae*, árbol conocido como “añallo caspi”) *Croton sp*, (*Euphorbiaceae* conocida como “sangre de grado”), *Ricinus sp*, (*Euphorbiaceae* conocido como “higuerilla”) *Melochia sp*, (*Malvaceae*, especie herbácea) *Pouteria sp*, (*Sapotaceae*, fruta nativa arbórea denominado “caimito”) *Polygonum sp*, (*Polygonaceae*, hierba rastrera), *Commelina sp*, (hierba forrajera conocida como “commelina”), *Anacardium sp*, (conocida como “marañón”), *Schefflera sp*, (*Araliaceae*), *Juglans sp*, (*Juglandaceae*), *Salvia sp*, (*Lamiaceae*), *Fraxinus sp*, (*Oleaceae*), *Ludwigia sp*, (*Onagraceae*), *Zea mays* (*Poaceae* “maíz”), *Psychotria sp*, (*Rubiaceae*), *Vitaceae* (no identificada por especie), *Solanaceae* (no identificada por especie), *Myrtaceae* (no identificada por especie) y

Moraceae-Urticaceae (se conoce varias especies de estos género pero no se identificaron las especies).

Entre los taxones observados en las muestras de miel y polen de las Localidades Banda de Shilcayo y Zapatero se distinguen 21 familias (Tabla 34): *Arecaceae*, *Asteraceae*, *Bixaceae*, *Bombacaceae*, *Boraginaceae*, *Commelinaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Malvaceae*, *Melastomataceae*, *Moraceae*, *Urticaceae*, *Myrtaceae*, *Olaceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae*, *Portulacaceae*, *Rutaceae*, *Sapotaceae* y *Solanaceae*.

Entre las especies relevantes observadas en las zonas de estudio se distinguen 12 taxones: *Melilotus sp.*, (*Fabaceae*, hierba rastrera) *Cordia sp.*, (*Boraginaceae*, árbol conocido como “añallo caspi”) *Acalypha sp.*, (*Euphorbiaceae*) *Melochia sp.*, (*Malvaceae*, especie herbácea) *Pouteria sp.*, (*Sapotaceae*, fruta nativa arbórea denominado “caimito”) *Eucaliptus sp.*, (*Myrtaceae*, especie arbórea introducida de otras zonas) *Bixa sp.*, (*Bixaceae*, especie semiarbusciva conocida como “achiote” que conforman los agrosistemas) *Eugenia sp.*, (*Myrtaceae*, frutal arbóreo conocido como “pomarrosa”) *Polygonum sp.*, (*Polygonaceae*, hierba rastrera) *Mimosa sp.*, (*Fabaceae*, hierba invasora conocida en la zona como “vergonsosa) *Ambrosia sp.*, (*Asteraceae*), *Commelina sp.*, (*Commelinaceae*, hierba forrajera conocida como “commelina”) y *Solanum sp.*, (Hierba invasora conocida en la zona como “ayac mullaca”).

Los resultados del análisis melisopalinológico muestran caracteres botánicos dominantes de grupos de polen nativos procedentes de especies nativas y algunas exóticas contenidos en la miel; caracteres apibotánicos difieren significativamente de la investigación que sostiene Terrab y Díez (2003), sobre análisis polínico de mieles en los Parques Naturales de los Alcornocales y Sierra de Grazalema (España), en cuyas determinaciones microscópicas de 7 muestras de miel obtuvieron dos mieles monoflorales; una de girasol y otra de eucalipto, del mismo modo el año 2000 en la zona Noroccidental de Marruecos, Región del Rif Occidental, para el estudio se tomaron muestras de apicultores aficionados los cuales resultaron mieles monoflorales, una de *Arbutusunedo*, dos de *Ericaarborea* y una de *Lythrum sp.*

De acuerdo a estos resultados se puede deducir que las mieles de la Cuenca del Bajo Mayo no proceden del néctar de una sola planta, sino de un conjunto de ellas. Normalmente esto ocurre porque el néctar recolectado en un día específico se va mezclando con la reserva de miel ya existente, haciendo que las recolecciones se vayan adicionando y mezclando, este proceso es conocido como arrastre de floraciones. Los diferentes tipos polínicos presentes

en una miel están directamente relacionados con los tipos de plantas que han suministrado los néctares.

En términos apícolas, la presencia de polen en la miel se califica como “contaminación”. Se entiende como contaminación primaria a aquellos tipos polínicos que fueron recolectados involuntariamente con el néctar. Su nivel de presencia es variable, aunque las mayores cantidades están directamente relacionadas principalmente con las características morfológicas de la flor original. Por otro lado, se entiende como contaminación secundaria a aquellos tipos polínicos que se hallan en la miel por adición casual durante los procesos de producción (transporte del néctar, filtrado, deshidratación, operculado, etc.). Finalmente, se incluyen bajo la denominación de contaminación terciaria aquellos granos de polen que pueden aparecer en la miel como consecuencia del manejo por parte de los apicultores durante las fases de extracción o maduración. El análisis del contenido de polen de la miel es de gran utilidad a la hora de distinguir estas tres formas de procedencia; tal como señala la Norma del CODEX ALIMENTARIUS (2008).

Cuando en la miel prevalece de una manera evidente el néctar de una especie de planta se conoce como miel monofloral, para el estudio se tuvo esta clasificación de las mieles de la Localidad de Zapatero con un 87,83% de polen en la muestra constituida por las familias *Urticaceae* y *Moraceae* y distrito de Juan Guerra con un predominancia de la familia *Poaceae* con 45,36% de polen en la muestra. En este caso, las cualidades suelen corresponder con las características del néctar de las especies que conforman las familias. Para que comercialmente una miel pueda considerarse como monofloral necesita cumplir aún ciertas características definidas (físico-químicas, sensoriales y polínicas). En las demás localidades se obtuvieron mieles multiflora debido que los pólenes contenidos en la muestra no superan el 45%, así en la Banda de Shilcayo se aprecia la predominancia de dos familias botánicas muy importantes como *Solanaceae* con 40,42% y *Arecaceae* con 10,33%, en Lamas se determinó la predominancia de cuatro familias *Pouteria sp*, con 32,1%, *Faboideae* 14,1%, *Moraceae-Urticaceae* 13,7% y *Solanaceae* 10,33%, en Las Palmas se obtuvo la predominancia de tres familias *Vitaceae* 32,33%, *Anacardium sp*, 23,50% y *Poaceae* con 16,33%.

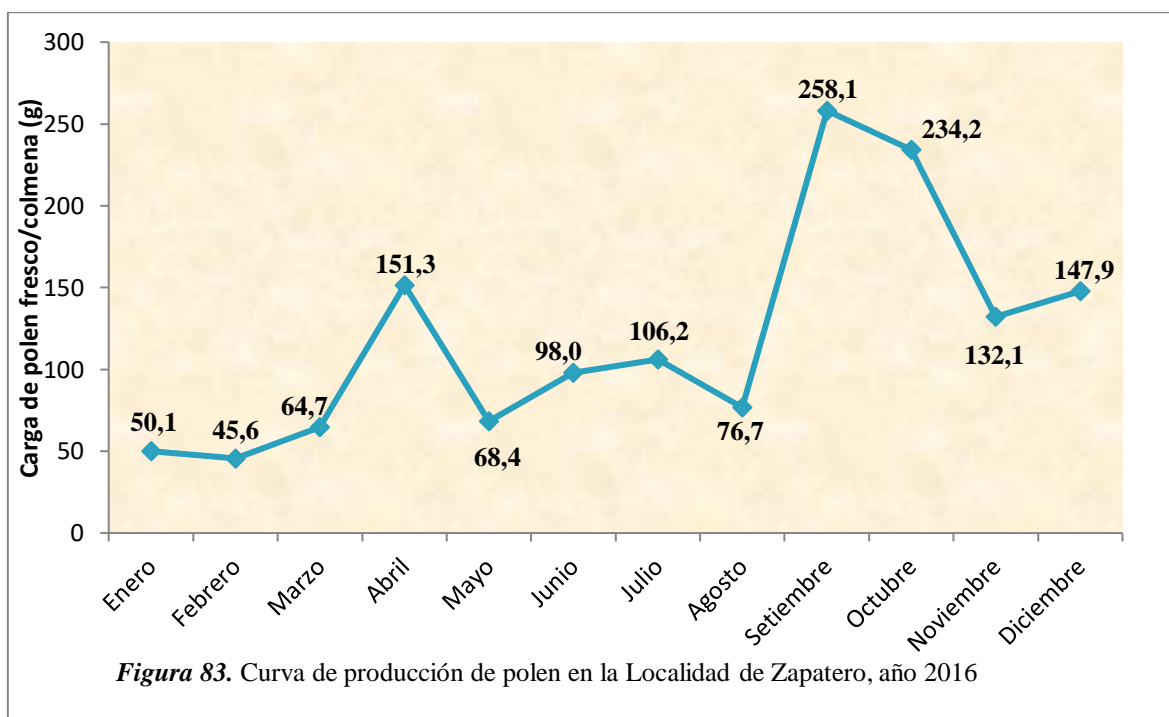
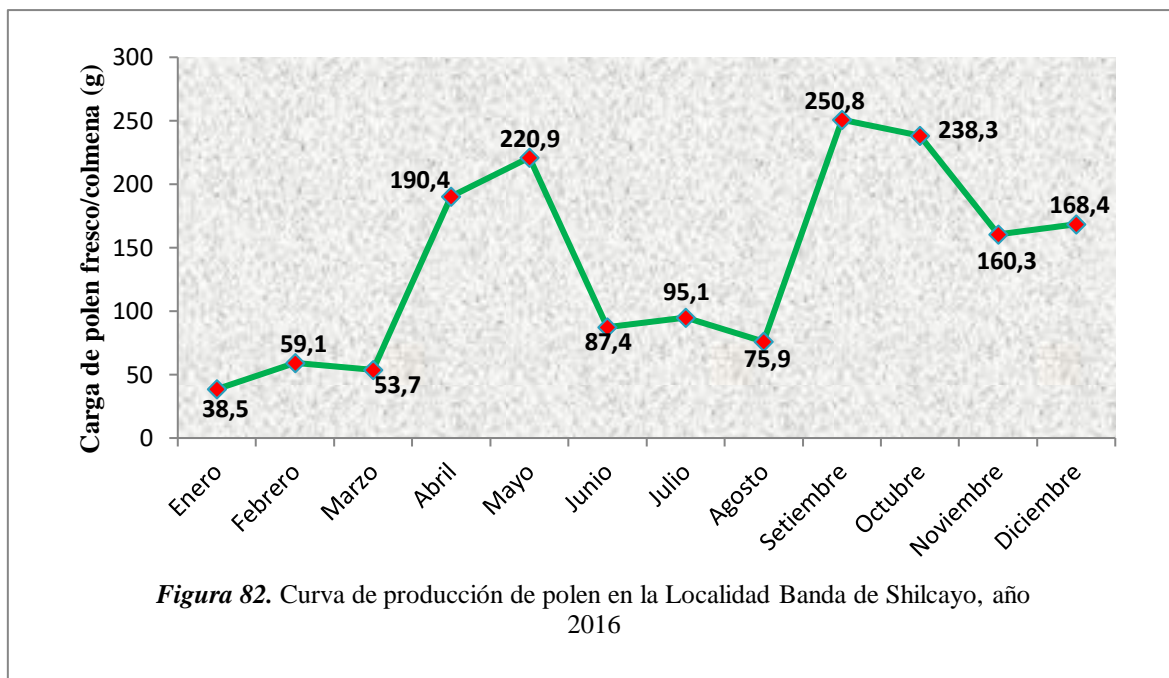
De los más importantes taxones descritos en las muestras se encontraron algunas especies nectaríferas comunes para *Apis mellifera* en algunas zonas de Selva del Perú, tales como *Moraceae*, *Urticaceae*, *Fabaceae* y *Arecaceae* (Zapatero), *Solanaceae* y *Arecaceae* (Banda

de Shilcayo), *Sapotaceae*, *Fabaceae*, *Moraceae-Urticaceae*, *Solanaceae* y *Myrtaceae* (Lamas), *Poaceae*, *Escalloniaceae* y *Vitaceae* (Juan Guerra) *Vitaceae*, *Anacardiaceae* y *Poaceae* (Las Palmas), este último representado conspicuamente por la especie *Zea mays*; debido que los agrosistemas que están en las inmediaciones de los colmenares (radio de 1 a 2 Km) vienen siendo conducidos por agricultores parceleros cuyas siembras lo realizan en forma combinada y uno de los principales es el cultivo de maíz en dos campañas al año. En general, las mieles del Bajo Mayo se caracterizan por una alta diversidad de especies.

3.11.5. Sobre el análisis cluster, relaciones entre muestras de polen corbicular y miel

Para la clasificación de las mieles del presente estudio se utilizó el análisis cluster, que es una representación gráfica del resultado del proceso de agrupamiento de muestras de miel de las localidades de Banda de Shilcayo y Zapatero, de manera que relaciona las cargas de polen corbicular para la obtención de miel, en la Figura 44 se aprecia el correspondiente grado de similitud.

Las muestras cosechadas y evaluadas en laboratorio fueron en época de buena producción de polen para las localidades de Zapatero (11-06-2016) y Banda de Shilcayo (15-09-2016), tal como sostiene Ormeno *et al.*, (2018) sobre calendario apícola (Figura 82 y 83); considerando el recojo de néctar por las abejas se infiere que la miel es típica y diferenciada entre una zona y otra manteniendo sus propios caracteres, como origen botánico, aspectos organolépticos y físico-químico, cuya similaridad representa menor a 8%.



Para fundamentar la correlación existente entre pecoreo de abejas, territorio y flora, la ONERN (1976) describe las características del medio del cual se tomó las muestras: Bosque Seco Tropical; representa una de las zonas de vida más importantes en la región, principalmente en el Bajo Mayo y Huallaga Central, entre Tarapoto, Bellavista y Juanjui; ocupan mayormente el conjunto de colinas bajas y lomadas, así como las planicies y

terrazas aledañas a los ríos Cumbaza, Mayo, Huallaga, Sisa, Saposoa, Chipurana, Tocache, Uchiza, en altitudes que oscilan entre 350 y 650 m.s.n.m, aproximadamente.

Bosque Húmedo–Premontano Tropical; contiene otras de las zonas de vida más importantes, principalmente en el Alto Mayo; representa un ecosistema con precipitaciones moderadas y temperaturas más bajas que de las zonas de vida anteriores, se encuentra ubicada entre los 650 y 1000 m.s.n.m, aproximadamente (Lamas, Sauce, áreas aledañas a Juanjui y Tarapoto); su relieve se caracteriza por la difusión de colinas altas, depresiones, laderas y montañas.

En estas condiciones se emplazan los colmenares, por ello los métodos de clasificación de las mieles amazónicas conforme a su origen biogeográfico, permite identificar distintos tipos de miel, como del distrito Banda de Shicayo y Zapatero pues ambos se encuentran dentro de la zona de vida Bosque Seco Tropical (*bs-T*), las muestras recogidas de estos grupos difieren en relación a la flora predominante, desde el punto de vista botánico estos resultados presentan mucha variación, debido que las muestras estudiadas adquieren una similitud que no supera el 8%.

Deduciendo el dendrograma de la Figura 45, se observa que existe una similaridad menor a 8% en las muestras evaluadas, producto del recojo de carga de polen por las abejas, por ello se puede atribuir que la flora apícola en estudio es propia de cada zona, por ello, algunas especies visitadas por las abejas en el entorno del colmenar en la Banda de Shilcayo tienen en común la presencia del 72% de taxones como *Solanaceae* y *Mimosa sp*, y mayor a 64% para los taxones *Arecaceae* y *Solanaceae*. Algunas especies visitadas por las abejas en el entorno del colmenar en Zapatero tienen en común mayor a 64% de taxones como *Zea mays*, *Faboideae*, *Asteraceae*, *Acacia sp*, y *Moraceae-Urticaceae* y semejanza de visita por las abejas mayor a 56% para los taxones *Zea mays*, *Asteraceae*, *Faboideae* y *Acacia sp*.

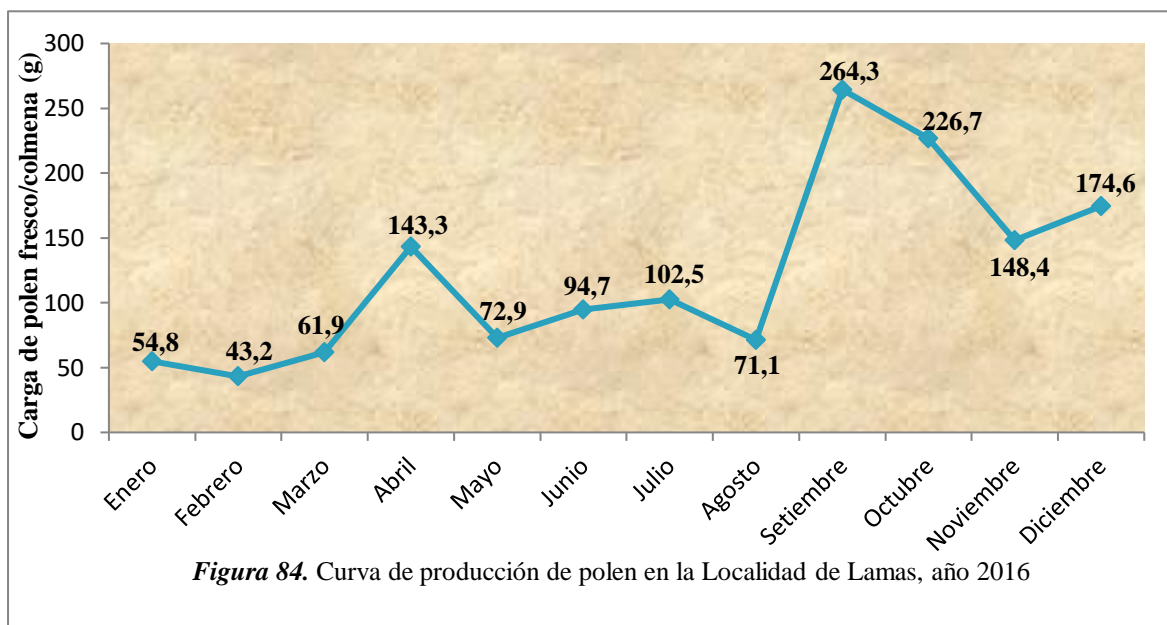
Así mismo, interpretándose la Figura 46, se puede definir que en la Localidad de Zapatero las muestras de miel y polen obtenido por las abejas no supera el 12% de semejanza hecho que implica que existe una diferencia marcada entre recoger polen y néctar, atribuido a diferentes períodos de acuerdo al estado fenológico de las especies, es así, que algunas especies son calificados como poliníferos como

Al relacionarse las muestras de miel y polen obtenido por las abejas en la localidad de Zapatero, se aprecia una similaridad menor a 12%, implica que existe una diferencia marcada para recoger polen y néctar, en diferentes períodos, calificándose a las especies

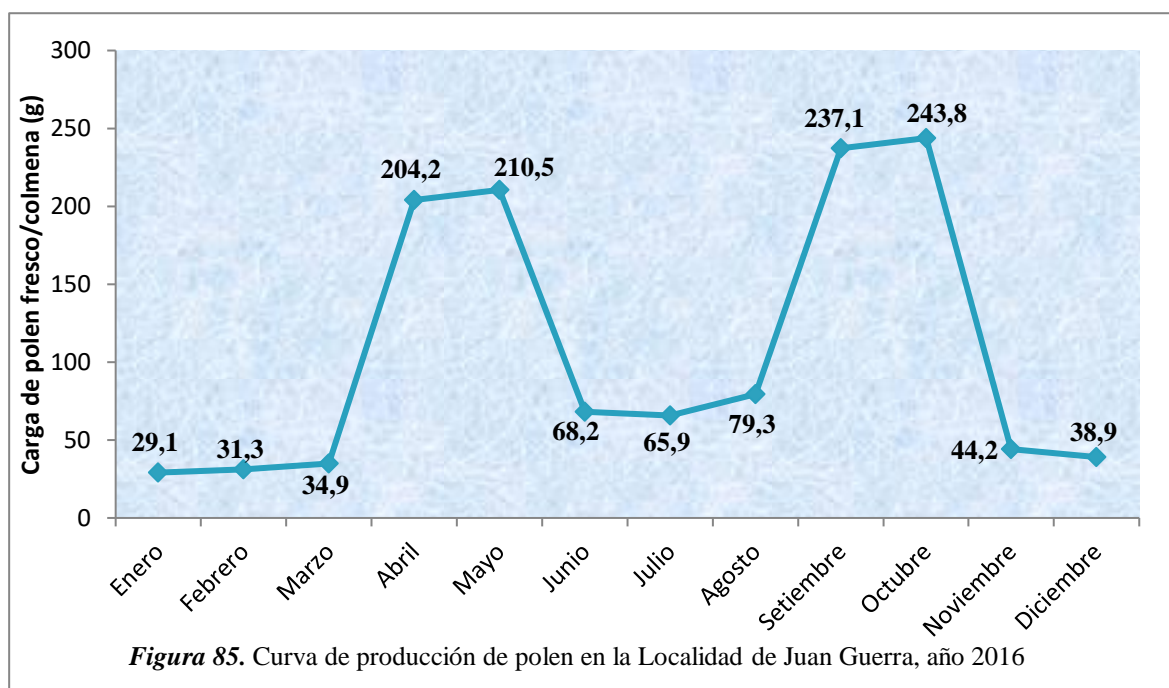
del entorno como melífero y otros poliníferos (Figura 46). De igual manera en la localidad de Banda de Shilcayo, se aprecia una similaridad menor a 18%, implica que existe una diferencia marcada para recoger polen y néctar, en diferentes períodos, calificándose a las especies del entorno como melífero y otros poliníferos (Figura 47). Para ratificar el presente estudio se debe tener en cuenta el estado fenológico floral de la vegetación según localidad que asume una relación directa entre la producción de polen y miel, sobre el estado fenológico de las especies más relevantes de la localidad de Zapatero, como las *Moraceae*, *Ficus sp.* (renaco), *Urticaceae*, *Urtica spp*, (ortiga) y *Cecropia spp* (cetico) y *Fabaceae*, *Rinchosia spp*, (huayrurillo forrajero), *Cassia multijuga* (puca pashaca), *Derris indica* (tingana) *Gliricidia sepium* (gliricidia) se encontraban en plena floración entre los meses de junio, julio, agosto y setiembre.

Para diferenciar los tipos de mieles en el distrito de la Banda de Shilcayo, el estado fenológico de las especies más relevantes fueron registrados *Solanaceae*, *Solanum sp*, (*ayac mullaca*, *hierba permanente*), *Arecaceae*, *Cocos nucifera* (cocotero), *Mauritia flexuosa* (aguaje), *Sapotaceae*, *Pouteria caimito* (caimito) y *Myrtaceae*, *Eucalyptus spp*, (eucalypto) estuvieron en floración entre los meses de julio, agosto y setiembre.

De la Figura 48 se infiere, que la semejanza menor a 12% en las muestras de miel y polen corbicular evaluadas, está directamente relacionado al recojo de carga de néctar y polen, por ello se puede atribuir que la flora apícola en estudio es propia de cada zona, existiendo diferencias marcadas entre demanda de polen y néctar según época del año (Figuras 84), sin embargo, algunas especies visitadas por las abejas en el entorno del colmenar en Lamas tienen una similaridad mayor a 60% entre las muestras de polen, taxones como las *Solanaceae* y *Mimosa sp*, y similaridad mayor a 64% entre los taxones *Arecaceae* y *Solanaceae*, sin que ello determine que la miel tenga procedencia botánica de los taxones indicados.



De igual comportamiento se considera las muestras de miel y polen corbicular de la localidad de Juan Guerra (Figura 49), con semejanza menor a 12%, significa que en la localidad de Juan Guerra existe una marcada diferencia entre colecta de polen y flujo de néctar según temporada; sin embargo, solo para las muestras de polen corbicular existe similitud mayor a 60% para los taxones *Anacardium sp* con 83,5% y *Portulaca sp* con 79,5% de granos de polen presentes en la muestra y semejanza mayor al 72% entre los taxones *Leucaena sp* con 94% y *Anacardium sp* con 74,5% de granos presentes en la muestra; este hecho está directamente relacionado a la curva de producción de polen entre abril-mayo y setiembre-octubre mayor demanda de polen, tal como se muestra en la Figura 85.



Sobre la Figura 50 existe una correspondencia en comportamiento entre las localidades de Banda de Shilcayo y Las Palmas, debido que geográficamente estas localidades están separadas por 5 kilómetros de distancia, implica por tanto que las condiciones climáticas, altitud, zona de vida y flora de referencia son muy parecidos; pero es preciso poner hincapié que existe una semejanza superior al 60% entre las muestras de polen para los taxones a nivel de familia botánica de *Asteraceae* con 78,5% y 99% de granos de polen presentes en la muestra.

De la Figura 51 cuyo valor de semejanza es menor a 32%, nos conlleva a determinar que las mieles de las dos localidades geográficamente adyacentes como es Juan Guerra y Las Palmas presentan sus propios caracteres que conlleven a una calificación típica desde el punto de vista de origen botánico; sin embargo, mieles de Lamas se tipifican más diferenciadas desde el punto de vista botánico, aspectos sensoriales y físico-químico, debe considerarse que Lamas está en una zona de vida de Bosque Húmedo–Premontano Tropical que comprende una altitud de 650-1000 msnmm ONERN (1976) en ella ocurren eventos climatológicos específicos que condicionan la oferta floral para las colmenas.

En la Figura 52 se distingue marcadamente la agrupación por localidades que las muestras de polen corbicular son muy diferentes, significa que la procedencia apibotánica es propio de cada zona, menor a 12%.

En Lamas sobresalen taxones predominantes que conllevan a calificar la procedencia del polen, como *Anacardium sp*, con 98,5%, *Poaceae* con 91,5%, *Leucaena sp*, con 98,5%, *Vitaceae* con el 81%, *Commelina sp*, con el 95,5%, *Croton sp*, con 88,5%, *Mimosa sp*, con 23% de granos de polen presentes en la muestra, esta información confirma una tendencia marcada del pecoreo que realizan las abejas sobre estas especies cuando estuvieron en etapa fenológica floral, es decir entre los meses de abril, setiembre y octubre de 2016 cuando existe disponibilidad para carga de polen, que es diferente al flujo de néctar.

En Las Palmas los marcadores botánicos fueron *Asteraceae* con 99%, *Commelina sp*, con el 69,5% y *Mimosa sp*, con 23% y *Ludwigia sp*, con el 25,5% de granos de polen presentes en la muestra.

En Juan Guerra, los taxones sobresalientes fueron *Leucaena sp*, con 99%, *Anacardium sp*, con 74,5% y 83,5% respectivamente y *Portulaca sp* con 79,5% de granos de polen presente en la muestra.

3.11.6. Sobre las valoraciones físico-química de miel

1. pH y acidez total

Los valores medios de pH de la miel son semejantes entre las muestras de una misma localidad, debido que en Lamas y Zapatero se tomaron 10 muestras, de la Banda de Shilcayo, Las Palmas y Juan Guerra se tomaron 5 muestras de cada colmenar, luego en laboratorio se hizo cinco repeticiones y la mayor variabilidad se puede apreciar entre las muestras comparativas entre las zonas evaluadas. El 90% de muestras de las cinco localidades presentó valores superiores a 3,49 indicados por algunos autores (Coronado y Ormeno (2019)). El estudio estadístico muestra diferencias altamente significativas entre las medias de 4 zonas (Juan Guerra, Banda de Shilcayo, Las Palmas y Zapatero, $p=0,0001 < 0,05$) y los valores de pH en Lamas es significativamente superior respecto las localidades mencionadas, nuestros valores de pH son semejantes a los encontrados en la bibliografía, en la que aparecen rangos mucho mayores de 3,79 a 4,74 (Ramos *et al.*, 2015). Sin embargo, Balanza (2003) encontró diferencias significativas para el pH y los valores se presentaban en un rango reducido, con desviaciones estándar muy pequeñas y coeficientes de variación inferiores al 5%.

En todos los países tropicales del mundo el pH de las mieles como el de otras mieles elaboradas por *Apis mellifera* presenta reacción ácida a ligeramente ácida (Tabla 36), los valores observados en las zonas de estudio manifiestan que este derivado corresponde a mieles multiflora en su gran mayoría y algunas casos excepcionales monoflorales, las

variaciones entre muestras señalan diferencias altamente significativas entre las medias de las cinco localidades (P valor <0,0001) coeficiente de determinación $R^2=80,9\%$ y c.v.=4,28% (Tabla 38), este último valor se explica debido que las medias de pH de las muestras analizadas tienen ligera variación.

Al comparar el pH en cada grupo conforme a la zonas de vida del Bajo Mayo (Lamas, Zapatero, Banda de Shilcayo, Las Palmas y Juan Guerra), con los aportados por Zandamela (2008), en mieles multiflora de Mozambique y de Huánuco, Cajamarca y Huarochirí los aportados en la investigación de Pérez, *et al.*, (2009), para las mieles de diferentes regiones del Perú respectivamente, resultan razonables sin considerar el origen floral. El rango establecido por White (1978) para las mieles de *A. mellifera* es algo mayor respecto de las observadas en éste trabajo. En virtud a estos resultados, se puede inferir que las mieles generadas a partir de flora tropical presentan pH más bajos respecto de las cosechadas en países de la Unión Europea o USA que son mieles de mielada que pueden llegar hasta pH=5,5 en razón de su elevado contenido de sales tampones factor que podría ser atribuido a las características edáficas y el tipo de flora.

Los valores promedio observados para la acidez en las mieles del Bajo Mayo (Tabla 46 y Figura 59) en zonas de bosque seco tropical (Lamas, Zapatero, Banda de Shicayo, Las Palmas y Juan Guerra) durante las cosechas correspondientes a los meses de Junio, Julio-Octubre, es muy inferior a los valores establecidos por INDECOPI 1999, NTP (Tabla 6) y el CODEX ALIMENTARIURS 2008 (Tabla 7) que consideran 40 meq/Kg. Comparando estos valores, se observa variabilidad del parámetro con respecto a las zonas climáticas en los periodos de recolección, esto obedece en principio al origen botánico del néctar, la concentración de azúcares y la actividad microbológica generada a partir de la carga de microorganismos osmotolerantes, bajo condiciones tropicales, además *Apis mellifera Scutellata*, suele opercular las celdas con mayor contenido de humedad lo que facilita la reducción del pH.

2. Conductividad eléctrica y cenizas

Los resultados de las medias de CE de la miel muestran diferencias entre las 5 localidades y con mayor variabilidad en Lamas que en el resto. Todas las muestras presentaron valores de CE inferiores a 800 $\mu\text{S}/\text{Cm}$ permitidos por el CODEX ALIMENTARIURS como valor límite máximo para mieles de flores, considerándose que valores superiores a este indican que se trata de mieles extraflorales. Los resultados estadísticos muestran que existen diferencias altamente significativas entre los valores de la CE de las diferentes localidades.

Los resultados de las diferentes localidades presentaron homogeneidad de grupos internamente entre las repeticiones de las muestras (Banda de Shilcayo, Las Palmas y Zapatero), los CV son muy altos para las localidades de Juan Guerra y Lamas, mostrando una gran dispersión de los valores dentro de cada localidad, sin embargo, ninguno supera los valores máximos permitidos a nivel internacional, en muestras que presentan todos los demás parámetros encuadrados en los normales de mieles de flores. Por otro lado la CE está relacionada con los contenidos de minerales y es un parámetro útil para discriminar los diferentes orígenes florales de las mieles. Pérez-Arquillué *et al.*, (1990) indican que un factor que presenta variabilidad según el origen botánico, presentándose valores más altos para mieles de bosques que en las florales; en nuestro estudio encontramos mieles con CE alta (Zapatero 501,08 $\mu\text{S}/\text{Cm}$) y otras con CE bajas (Banda de Shilcayo 133,34 $\mu\text{S}/\text{Cm}$), indicativo que según las localidades referentes tenemos mieles de diferente origen floral y otros que es posible procedan del bosque secundario.

Los análisis estadísticos muestran rangos de diferencias numéricas que son producto de la elaboración propia de la miel de cada zona (Tabla 37), así entre los datos extremos se aprecia en la Banda de Shilcayo con 133,34 y Zapatero con 501,08 $\mu\text{S}/\text{Cm}$. Las condiciones edáficas y el origen botánico de las mieles son extraordinariamente amplios si se consideran los microclimas y el tipo de suelo dentro de los sistemas de fertilidad natural. En el caso de las mieles de la Banda de Shilcayo y Las Palmas se observó menor conductividad eléctrica en las muestras de bosque seco (*bs-t*) y por consiguiente un menor contenido en cenizas (0,023 y 0,017%), pues la relación entre estas variables se asemeja al someter a la prueba de Tukey (Figura 60). Los valores encontrados en las mieles de Lamas (*bh-PM*) son atípicos, debido que la CE es 165,26 $\mu\text{S}/\text{Cm}$ y el contenido de cenizas 0,022%, ello significa una estrecha correlación de la variable en función a las condiciones climáticas del lugar, el orden creciente para los dos parámetros en las muestras de las cinco zonas motivo de estudio es: (*bs-T*) > (*bh-PM*).

Las medias de la Tabla 39 presentan diferencias altamente significativas entre sí (P valor 0,0001 para los sólidos fijos y $p < 0,05\%$ para la conductividad eléctrica. La relación existente entre los parámetros obtenidos en el estudio presenta diferencias respecto de las correlaciones reportadas por Salamanca (2001) en *bs-t* de los Departamentos de Boyacá y Tolima (Colombia), así obtuvieron mieles con CE de 645 $\mu\text{S}/\text{Cm}$ y 0,29% de cenizas, diferenciándose significativamente con los obtenidos en las zonas del Bajo Mayo.

Las cenizas de la miel representan un aporte importante de nutrientes de alto valor, como es el caso de cloruros, calcio, magnesio, potasio, cobre, sodio, hierro y fósforo entre otros; de todos ellos, el más abundante es el potasio, cerca del 80% de la materia mineral total como constituyentes primordiales de los sólidos de las mieles, (Estupiñán *et al.*, 1998; Saíenz y Gómez, 2000), en principio se podría explicar si se considera la velocidad de expulsión del potasio por parte de los nectarios en algunas plantas, aspecto que podría ser relacionado con las características de los suelos del Bajo Mayo, donde predominan terrazas bajas y medias que contienen arenas, limos y arcillas de la formación Pelejo del Grupo Huallaga, de edad reciente, en tanto que las terrazas altas están constituidas por material conglomerado ligeramente consolidado o no, formado por cantos rodados, arenas y limos de comienzos del cuaternario, de la formación Ucayali, así mismo, formaciones naturales de lomadas suaves y áreas monticuladas contiguas, abundan las lutitas, limonitas y areniscas finas de naturaleza calcárea, del grupo capas rojas de edad terciaria, y las areniscas ácidas tanto de la formación arenisca de azúcar de edad cretácica, como del grupo capas rojas, “Estudio Detallado de Suelos, Zona del Bajo Mayo”(MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1971); de una parte se tiene en cuenta este aspecto, por otro lado el aporte de minerales del polen como un elemento biológico adicional o simplemente al tipo de materiales utilizados durante las condiciones de extracción. Los elementos minerales de alguna manera son considerados como indicadores de contaminación, lo que podría evidenciar deficiencias en los materiales utilizados en las operaciones de extracción. Desde el punto de vista comparativo los promedios observados en las mieles tropicales del Bajo Mayo, presentan diferencias significativas respecto de las mieles de otros entornos geográficos, como es el caso de las mieles Colombianas de menor contenido en cenizas y conductividad eléctrica.

3. Humedad y actividad de agua

En las Tablas 41 y 51 sobre actividad de agua y contenido de humedad, se observa alta significancia estadística (P valor <0,0001) y se ratifica al realizar la prueba de Tukey, Figuras 55 y 61 ($p < 0,05\%$) entre las diferentes muestras analizadas, referente a la actividad de agua se puede dividir en dos grupos, las mieles de Juan Guerra y La Banda de Shilcayo son estadísticamente iguales los resultados lo demuestran con 0,616 y 0,6382% y las mieles de Las Palmas, Lamas y Zapatero, obtuvieron valores entre 0,567; 0,5282 y 0,5342% estos valores se encuentran dentro de lo establecido por INDECOPI (1999,

NTP), donde establece que este parámetro debe encontrarse en el rango de 0,56 – 0,62% mientras que lo reportado por Lazcano (2007), indica que los valores de a_w de la miel de abeja (*Apis mellifera*) se encuentran entre 0,512 y 0,528%, valores que impiden el crecimiento de la mayoría de los microorganismos con excepción de algunas levaduras y bacterias osmotolerantes; sin embargo, cuando la miel es diluida, la a_w se incrementa creando el ambiente adecuado para el crecimiento de los microorganismos.

El contenido de humedad en mieles es variable dependiendo del entorno geográfico, las prácticas de cosecha, poscosecha y manejo del producto, debido a la naturaleza higroscópica producida por las condiciones climáticas, humedad original del néctar y grado de maduración logrado en los opérculos. El agua constituye uno de los factores que la deterioran, causando cambios en el color y propiedades sensoriales cuyo efecto deviene perder su aroma y sabor, con efectos comerciales sobre el producto.

En mieles el índice de refracción, la humedad y el contenido de sólidos solubles totales son parámetros correlacionados linealmente, aspecto discutido en la literatura, (Ortiz, 1996); en las determinaciones hechas a las mieles tropicales del Bajo Mayo se observó un rango amplio comprendido entre 16,70 y 17,46%, valores más bajos en promedio de las mieles de localidades de Lamas (*bh-MB*) y Zapatero (*bs-T*), y valores más altos de las localidades de Juan Guerra, Banda de Shilcayo y Las Palmas (23,20; 22,46 y 21,92% respectivamente), valores atípicos que se debe a la cosecha de miel verde, que aún no ha logrado completar su maduración final en el interior de la colmena, tal como se muestra en la Tabla 50, donde se incluye en número de muestras, el promedio y su desviación estándar. Los resultados de Lamas y Zapatero son semejantes a los reportados en mieles Colombianas, (Salamanca, 2001).

4. Parámetros relacionados con frescura: Hidroximetilfurfural y actividad diastásica

Los valores medios de hidroximetilfurfural señalan diferencias entre las cinco localidades con mayor variabilidad en la localidad de Lamas. Todas las muestras estudiadas presentan valores muy inferiores de los límites máximos permitidos tanto por el CODEX ALIMENTARIUS, (40 mg/Kg, Tabla 7), para climas fríos y templados e INDECOPI, 1999, NTP (80 mg/Kg, Tabla 6) para climas tropicales. Los resultados estadísticos muestran diferencias altamente significativas, P valor <0,0001 (Tabla 54) y que los valores de HMF de Lamas (3,26 mg/Kg) es significativamente inferior al resto de zonas.

En la evaluación realizada se ha observado que mieles de las zonas de Las Palmas, Banda de Shilcayo y Juan Guerra (*bs-T*), son afectadas por cambios bruscos de temperatura ocurridos en 2016, cuando después de intensas lluvias en abril de 124,1mm y temperatura máxima en mayo de 31,7°C, junio, julio de 31,5°C y temperatura mínima en mayo de 20,8°C, junio de 20°C y julio de 19,1°C. En la Banda de Shilcayo ocurrió algo parecido con precipitación en abril de 132,3 mm, temperatura máxima en mayo de 31,7°C, junio, julio de 32,4°C, temperaturas mínima en mayo de 19°C, junio de 18,3°C y julio de 18,7°C; es un comportamiento muy peculiar en estas zonas, por unos dos a tres días se viene un descenso de la temperatura acompañada de frío y después incremento de temperatura con días calurosos de intenso sol, que tiene sus implicancias durante el almacenamiento prolongado de la miel. El parámetro de alguna manera influencia las características de las mieles en relación a la caracterización del color, grado de frescura, aspecto abordado por Ortiz, (1996).

Son diversos los factores que inciden en el valor final de la actividad diastásica (AD), al respecto, Huidrobo (1983) determinó que en mieles comerciales el promedio alcanzaban índices de 14,5 mientras que las recién cosechadas fueron valores de 24,3 (Escala Goethe); en ambos casos observó amplias variaciones, demostrando que la acidez de la miel y el tiempo de almacenamiento desde la fase de extracción y beneficio definen la actividad de la enzima 1,4 α -(D-Glucanglucanohidrolasa).

Se puede atribuir que los valores para la actividad diastásica (AD) en mieles de una misma zona no son iguales como podría esperarse, algunos néctares conforme a la fuente floral, inducen grandes variaciones en la actividad diastásica, (Ortiz 1988). La invertasa es sin lugar a dudas la enzima más importante de la miel, más conocida como sacarasa, de su actividad depende la transformación del néctar en miel por hidrólisis de la sacarosa, el producto final a partir de un mol de sacarosa corresponde a un dos moles uno de glucosa y otro de fructuosa. White (1975), identificó la erlosa como producto intermedio en éste proceso enzimático. Así mismo, Persano *et al.*, (1999) demostraron que el contenido de la enzima invertasa tuvo variaciones considerablemente en los diferentes tipos de mieles uniflorales como *Erica spp*, *Tilia spp* y *Eucalyptus spp*, obteniendo valores de 6,1; 12,8 y 21 en Escala Goethe respectivamente; y para mieles multiflora determinaron una concentración de 15,4 que resultó análogo a la encontrada en miel de árboles enredadera (18,2 Escala Goethe).

5. Índice de refracción y densidad

La consistencia de la miel puede ser fluida, viscosa o cristalizada, parcial o totalmente, dependiendo del grado de humedad y de la temperatura de almacenamiento. Para el estudio la miel cosechada después del proceso de desoperculado, centrifugado y filtrado, solo descansó y decantó por una semana para continuar las otras etapas de procesamiento, implica por tanto, una miel fresca, esto se corrobora al correr los análisis sobre el índice de refracción y contenido de azúcares totales por el método de refractometría (Banda de Shilcayo, índice de refracción 1,482 que corresponde a 78,84°Brix, Zapatero, índice de refracción 1,492 que corresponde 82,32°Brix, Lamas, índice de refracción 1,495 que corresponde a 82,32°Brix, Las Palmas, índice de refracción 1,485 que corresponde a 78,22°Brix y Juan Guerra, índice de refracción 1,485 que corresponde a 76,76°Brix, Tablas 43 y 44) de estas localidades, se obtuvo 22,46% de humedad para la Banda de Shilcayo, 17,46% para Zapatero, 16,70% para Lamas, 21,92% para Las Palmas y 23,20% para Juan Guerra; datos que se encuentran dentro de los límites máximos permitidos, de 23% por INDECOPI (1999, NTP).

Además es preciso acotar que, el contenido de agua en la miel suele oscilar entre 13 y 25% tal como manifiesta (Simal *et al.*, 1983; Flora, 2008), dependiendo de las condiciones climáticas, de la humedad del néctar y del grado de maduración que alcance el producto en la colmena (White, 1975, Flora, 2008).

Se evaluaron 35 muestras correspondientes a la cosecha del año 2016. La densidad de las muestras correspondientes a las zonas de trabajo de las localidades en estudio son significativamente diferentes entre sí (P valor 0,0001), pero no así dentro de los grupos biogeográficos, el promedio de la densidad para las zonas de Banda de Shilcayo, Las Palmas y Juan Guerra (*bs-T*), $1,40 \pm 0,009$ es ampliamente menor que los promedios de las localidades de Lamas y Zapatero (*bh-MB*) $1,43 \pm 0,012$.

6. Contenido de sólidos solubles

Referente a los sólidos solubles el valor límite recomendado por INDECOPI (1999, NTP) es de 76°Brix, las muestras tomadas de las cinco localidades sometidas al análisis superan ligeramente a este valor (Tabla 44), las mieles evaluadas cumplen con la especificación requerida descartando la probabilidad de una adulteración o en otro caso que hubiese una alteración natural producto del manipuleo de la miel poscosecha y procesamiento. Al

examinar los resultados obtenidos de las muestras existe una alta significación estadística cuyo P valor $<0,0001$ ratifica el hecho de diferenciar las mieles con concentraciones de sólidos presentes en la miel; así, solo las mieles de Juan Guerra se asemejan al valor límite indicado por la NTP ($76,76^{\circ}\text{Brix}$) desviación típica de $\pm 0,99$, las otras mieles superan el valor recomendado por la NTP, como de la Banda de Shilcayo ($78,84^{\circ}\text{Brix}$, desviación típica de $\pm 0,84$), Las Palmas ($78,22^{\circ}\text{Brix}$, desviación típica de $\pm 1,09$) y aún con valores superiores de Lamas y Zapatero con $82,32^{\circ}\text{Brix}$ respectivamente; estos datos explican que en condiciones de diversidad florística las abejas prefieren mezclas de diferentes azúcares a soluciones de uno de los componentes a la misma concentración; es probable que en la selección del tipo de flor, las abejas se encuentren influenciadas no solo por la cantidad sino también por la calidad del espectro de azúcares presentes en los nectarios, que en ningún caso es uniforme como tampoco lo es el proceso de maduración desde la población de la colmena como en la disposición dentro de la celdilla y sellado del opérculo. Se distinguen dos grupos de nectarios los que producen néctar de la savia del floema y los mixtos donde aparecen exudaciones del floema y del xilema, éste es poco apreciado por las abejas, el contenido de azúcares del xilema es bajo y por ello no es atractivo para *A. mellifera*, (Philippe, 1990).

La unidad de grados Brix, se utiliza para evaluar el porcentaje de azúcares totales en la miel; según Espina y Ordex (1984), la densidad de la miel está en relación directa a su contenido de humedad y éste a su vez está relacionado con los Grados Brix y viceversa. Los autores demostraron al formular la Tabla 67 los rangos de humedad y sus valores correspondientes de Grados Brix, la misma se utilizó comparativamente con los datos obtenidos de la medición del refractómetro, tal es así que las mieles de Lamas tuvieron 16,70% de humedad (Tabla 50) y sólidos totales de $82,32^{\circ}\text{Brix}$, al comparar con la Tabla 67 se asemejan a estos valores (a 16,5% le corresponde $81,97^{\circ}\text{Brix}$ y a 17% le corresponde $81,45^{\circ}\text{Brix}$ respectivamente).

Tabla 67

Porcentaje de agua y relación con grados Brix de la miel de abeja Apis mellifera L.

% de humedad	Grados Brix a 20°C
13,0	85,66
13,5	85,13
14,0	84,61
14,5	84,07
15,0	83,55
15,5	83,02
16,0	82,50
16,5	81,97
17,0	81,45
17,5	80,93
18,0	80,42
18,5	79,90
19,0	79,39
19,5	78,87
20,0	78,35
20,5	77,84
21,0	77,31

Fuente: Espina y Ordetx (1984) adaptado por el autor.

7. Contenido de azúcares reductores: Glucosa, fructosa y sacarosa

Para considerar la calidad de miel, de acuerdo a INDECOPI (1999, Tabla 6) deben contener $\geq 70\%$ de azúcares reductores, el CODEX ALIMENTARIUS (2008, Tabla 7) requiere como mínimo 65% de contenido aparente de azúcares reductores. Esta variable se utiliza para conocer si la miel proviene de néctar de flores o mielatos; ya que en el néctar de las flores según Espina y Ordetx (1984) predomina la sacarosa, que por la enzima invertasa o sacarasa en el buche de la abeja es hidrolizada a fructosa y glucosa.

Las mieles del Bajo Mayo y Bajo Huallaga sometidas al análisis (Tabla 68), el 99% cumplieron con la norma y se ratifica con el estudio realizado por Follegati (2014, Tabla 4), que señala que la fructosa fluctúa en el rango de 21,7 - 53,9%, glucosa 20,4 - 44,4%, sacarosa hasta 7,6% y otros azúcares de 0,1 - 16%; siendo la muestra de la localidad de Las Palmas que obtuvo 19,9% de glucosa, notándose una mínima variación respecto a los valores reportados por Follegati.

Relacionándose con los datos de azúcares totales; en todos los casos las muestras analizadas presentan como azúcares mayoritarios: fructosa, glucosa y sacarosa, con predominio de la primera y de ésta sobre la sacarosa, que en ningún caso supera el 8%, en conjunto las muestras del Bajo Mayo sometidas al análisis presentan diferencias altamente significativas para el contenido de fructosa, glucosa y sacarosa (P valor $< 0,0001$ observadas en las Tablas 56, 58 y 60), aspecto que induce variabilidad en los contenidos totales de azúcares reductores y totales. La fracción azucarada oscila entre 76,76 y 82,32%

de los sólidos totales observados (Tabla 44). Los valores de azúcares reductores obtenidos en el presente estudio se asemejan así mismo a los reportados por Salamanca (2001) en los Departamentos de Boyacá y Tolima, Colombia, cuyo clima y geografía es parecida a la nuestra; señala que la fracción azucarada oscila entre 89 y 92 % de los sólidos totales observados; y que los azúcares reductores están dentro del rango establecido en las norma 1213 del ICONTEC en Colombia y Boletín Oficial Español. Referente a los promedios para la fructosa en mieles de las zonas de (*bs-MB*) son mayores respecto de las mieles cosechadas en la zona (*bh-T*), en tanto se observó un contraste en el caso de la glucosa, donde el promedio más alto pertenece a las mieles de la zona cafetera de (*bmh-PM*); la sacarosa resultó más alta en las muestras de mieles de la zonas (*bh-T*) y (*bs-T*) en su orden.

Tabla 68

Reporte global de análisis de azúcares reductores de miel de Apis mellifera L, del Bajo Mayo y Bajo Huallaga

Muestras	Fructuosa (g/100g)	Glucosa (g/100g)	Sacarosa(g/100g)
Banda de Shilcayo	26,96	25,56	0,25
Zapatero	27,48	24,9	<0,0025
El Dorado	27,78	24,87	0,17
Las Palmas	27,83	19,91	0,69
Juan Guerra	26,02	21,15	0,2
Lamas	27,92	26,07	0,18
Chazuta	27,1	24,13	<0,0025

3.11.7. Relación de transmitancia

El comportamiento de longitud de onda en función a la transmitancia para las seis localidades, Banda de Shilcayo, Las Palmas, Juan Guerra, Zapatero, Lamas y San Antonio del Rio Mayo, se observa una evidente separación de tres grupos definidos de la relación grado de absorbancia y porcentaje de transmitancia; de acuerdo a las mieles procedentes de cada uno de las zonas, los microclimas del Bajo Mayo diferencian las siguientes tendencias, asociados a bosque seco tropical el primer grupo lo conforman, Banda de Shilcayo y Las Palmas, el segundo grupo Juan Guerra y Zapatero y asociados a bosque húmedo premontano tropical mieles procedentes de Lamas y San Antonio del rio Mayo.

Al estimular las muestras del Bajo Mayo a diferentes longitudes de onda desde el azul (422,2 nm) al rojo (645,9 nm) se nota un incremento en los valores de transmitancia de las mieles (Figura 73). El origen de esta absorción básicamente es probable que obedezca a la presencia de compuestos de condensación generados a partir de grupos amino, como los aminoácidos libres tales como prolina y los azúcares del medio, reacciones que se ven favorecidas por el pH del medio como por la actividad enzimática del proceso bioquímico, donde ocurren pardeamiento del producto, además el origen puede obedecer también a la condensación de grupos amino terminales de proteínas pequeñas, tal como se citan en las reacciones de pardeamiento de Maillard, (Citado por Serra, 1988). La reacción de Maillard considera que los métodos de detección de los productos de la reacción incluyen la observación de formación de color amarillo a pardo por seguimiento colorimétrico (a 420-490 nm), la separación cromatográfica y el análisis de los espectros en el ultravioleta (UV). La fase inicial de la reacción se caracteriza por la formación de una solución que no absorbe ni en el visible ni en el UV pero tiene un incremento del poder reductor. Conforme progresa la reacción, la solución va adquiriendo un color amarillento y evidencia una creciente absorción en el UV cercano. Esto se corresponde con la deshidratación del azúcar a HMF, la ruptura de cadenas y la formación de compuestos α -dicarbonílicos y una incipiente formación de pigmentos. Luego de los primeros pasos de la reacción, los compuestos resultantes pueden tomar distintos caminos para llegar a los compuestos coloreados, oscuros, con textura, aroma y sabor característicos.

La presencia de aminoácidos libres, como prolina, ácido glutámico, estructuras cetálicas o hemicetálicas de los azúcares mayoritarios, polifenoles, flavonoides y compuestos relacionados, minerales como el hierro, manganeso y zinc ejercen efectos cromáticos diferentes al producto dependiendo de su concentración, generan agrupaciones complejas, sobre las cuales diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético, causan absorciones características que se traducen en colores específicos. La interacción entre grupos de moléculas es suficiente para que los cromóforos logren la absorción de la energía radiante, causando reducción de los valores de transmitancia a longitudes de onda inferiores a 500 nm; Salamanca, 2001. De estas aseveraciones, se deduce que las mieles del Bajo Mayo sometidas a longitudes de onda entre 422,2 color azul y 645,9 nm color rojo, manifiestan una clara tendencia de reducir los valores de transmitancia, marcando un color característico, para Lamas (*bh-PM*) y Zapatero (*bs-T*) mieles claras y para la Banda de Shilcayo, Las Palmas y Juan Guerra (*bs-T*) mieles oscuras (ámbar), dependiendo estas

absorbancias de la presencia de aminoácidos libres, estructuras cetálicas, contenido mayoritario de azúcares, sustancias polifenoles, flavonoides, minerales como Fe, Mn, Zn a diferentes concentraciones ejercen efectos cromáticos, directamente relacionado a la oferta floral, clima y época de cosecha de los derivados.

3.11.8. Sobre análisis de componentes principales

En general, el año 2016 se caracterizó por agrupar propiedades físico-químicas como índice de refracción, pH, sólidos totales, actividad diastásica, densidad y acidez asociados fuertemente a la variable zona geográfica, lo que podría significar que las mieles del Bajo Mayo presentan valores comunes relacionados a las localidades en estudio.

Al presentar los análisis de componentes principales (PCA) para los parámetros físicoquímicos y en particular la índice de refracción, pH, sólidos totales, actividad diastásica, densidad, y acidez, mostró una asociación que representa el mayor aporte a la clasificación en el espacio factorial; así mismo, los atributos de actividad de agua, HMF y humedad asociados a un segunda componente y cenizas y conductividad eléctrica a un tercer componente (Figura 75). La proyección del plano factorial de los análisis físico-químicos y localidades del Bajo Mayo, se evidencia que propiedades de mieles de las localidades de Banda de Shilcayo y Las Palmas muestran valores muy comunes para efectos de clasificación, Figura 74.

De todos los parámetros físicoquímicos los correspondientes a índice de refracción, pH, sólidos totales, actividad diastásica, densidad y acidez, contribuyeron a la clasificación, se correlacionan con la variable cualitativa de zona geográfica. El análisis de los componentes principales, permitió clasificar el origen de las muestras en virtud a su origen geográfico.

El presente estudio tiene una estrecha relación con la investigación realizada por Osorio *et al.*, (2016) en zonas tropicales de Venezuela muy parecidas a la nuestra; que permitieron evaluar las propiedades físico-químicas de mieles, resultados que lograron generar criterios de clasificación, mediante técnicas de análisis multivariado en la construcción de un espacio que interrelaciona las propiedades intrínsecas de las mieles venezolanas de los estados de Lara y Yaracuy con sus atributos sensoriales; además afirman que los parámetros de acidez libre, actividad de agua, densidad, conductividad eléctrica, humedad, potencial de hidrógeno, color y cromaticidad, contribuyeron a los procesos de clasificación y diferenciación de las muestras; del mismo modo, señalan que estos parámetros permitieron identificar tres grupos de mieles con propiedades y atributos diferenciables,

consideran que para cuantificar el efecto de las características y atributos de las mieles evaluadas en función del origen geográfico, el uso del modelamiento de clasificación mediante técnicas de PLS-PATH.

3.11.9. Valorización sensorial de muestras de miel

El estudio de valoración sensorial se viene realizando desde los años 2013, 2014 y 2015, así se realizaron colectas de muestras de miel durante los meses de abril, mayo, junio, julio y octubre del 2015, todas son de carácter multiflora, las zonas de donde se tomaron las muestras se caracterizan por la presencia de una variedad de plantas melíferas y sobre todo se tuvo registros cambiantes de eventos climáticos, como precipitación, evaporación total y humedad ambiental, los mismos que suceden anualmente. Algunas mieles son claras, es de suponer que contienen baja concentración de minerales, empero, la mayoría de mieles son de tonalidades ámbar oscuras a ambarinos, así como se detalla en la Tabla 69.

Tabla 69

Caracter sensorial de mieles del Bajo Mayo, San Martín

Localidades	Caracteres sensoriales	Valoración cualitativa
Lamas	Estado físico	No se aprecia cristalización
	Color	De blanco a ámbar extra claro
	Olor	Algo suave
	Sabor	Toque ligeramente ácido afrutado, dulce y herbáceo
	Aroma retronasal	A flores
Zapatero	Estado físico	No existe cristalización, mantiene sus características sin alterarse hasta 2 años
	Color	De blanco a ámbar extra claro
	Olor	Algo suave
	Sabor	Afrutado y dulce, ligeramente ácido
	Aroma retronasal	A flores
Las Palmas	Estado físico	No existe cristalización, mantiene sus características sin alterarse hasta 2 años
	Color	Ámbar oscuro (escala pfund=150)
	Olor	A frutas, y jarabes de tipo floral tenue.
	Sabor	Toque ácido a fruta melocotón, acaramelado
	Aroma retronasal	A frutas
Banda de Shilcayo	Estado físico	No existe cristalización
	Color	Ámbar (escala pfund=111)
	Olor	A frutas, y jarabes de tipo floral tenue.
	Sabor	Toque a caramelo muy dulce
	Aroma retronasal	A frutas
Juan Guerra	Estado físico	No existe cristalización
	Color	Ámbar oscuro (escala pfund=124)
	Olor	A frutas, y jarabes de tipo floral tenue.
	Sabor	Toque ácido a fruta acaramelado muy dulce
	Aroma retronasal	A frutas

Fuente: Javier Ormeno, investigador apícola.

La evaluación sensorial en los alimentos permite realizar aplicando un conjunto de técnicas, que son combinación de medidas procedimentales con tratamientos estadísticos de diferente complejidad, dirigidas a determinar algo subjetivo (Estupiñan *et al.*, 1998). De acuerdo a los análisis realizados, se agruparon las muestras de acuerdo a la tonalidad presentada por la Escala Internacional de Colores (Tabla 28), la miel de color blanco (B) de la localidad de Zapatero presenta características de aceptación global agradable, de sabor afrutado y dulce; por su parte, mieles de color Ámbar extra claro (ELA) de Lamas, en su mayoría presentan sabores afrutado y herbáceo, dulces, poco picantes y astringentes con sensaciones global muy agradables. Las mieles de tonalidad ámbar claro (LA) presentan características similares a las ELA, sabores afrutados y herbáceos con sensaciones globales muy agradables. Aunque las mieles Ámbar (A) también presentan sabores similares a las ELA y LA, presente en gran proporción mieles con sabores metálicos, caramelo y muy dulces; evaluaciones similares presentan las mieles de color Ámbar oscura (DA), caso típico de las mieles de Las Palmas, Banda de Shilcayo y Juan Guerra.

En general, la evaluación de los alimentos desde el punto de vista sensorial, es una disciplina integrada que permite establecer la calidad desde el punto de vista de los atributos del producto. En términos analíticos se hace referencia a la medición y cuantificación de las características de materias primas, ingredientes materiales en proceso o productos terminados, que pueden ser evaluadas básicamente a través de los sentidos visuales, del gusto y olfato. Tipificando a las mieles multiflorales del Bajo Mayo, generalmente contienen tres o más sabores que varían conforme al origen botánico y biogeográfico (origen floral y zona de vida) y los atributos que más sobresalieron fueron el gusto, la intensidad de aroma, aroma retronasal y color que tuvieron una calificación según los panelistas superior al 60% (Figuras 76, 77, 78, 79 y 80). De estos resultados se infiere que la interacción de estos sabores y olores complica la evaluación sensorial del sabor en el alimento, tal como refiere, (Salamanca, 2007).

3.11.10. Sobre la ecología microbiana

De los resultados obtenidos se observa que no existen niveles de contaminación en ninguna de las zonas del Bajo Mayo del cual se tomaron las muestras, significa que el 100% de muestras analizadas en el recuento total (UFC/g) no se detectaron coliformes fecales, mohos y levaduras (Tabla 61). Analizando los caracteres de humedad, el contenido medio

de agua en la miel debe oscilar entre 0,57 y 0,60%, siendo crítico el valor 0,75% debido que a este nivel se inicia la acción de microorganismos levaduras y bacterias formadoras de esporas con capacidad de sobrevivir en estas condiciones, en los resultados evaluados de las cinco zonas de estudio los niveles de actividad de agua se encuentran en el rango de 0,64-0,53% que califica a las mieles exento de microorganismos dañinos, en consecuencia están en óptimas condiciones para el consumo humano.

Una miel con actividad de agua superior al 0,60 y humedad mayor al 21% es muy probable que se fermente con facilidad debido a la proliferación de microorganismos y agentes osmotolerantes, la actividad de agua en particular, ejerce una gran influencia sobre la miel y sus propiedades normales. En la cosecha de miel es necesario que los marcos seleccionados para la extracción y beneficio estén completamente operculados o al sacudirlos sin ser operculados totalmente no asperja gotitas de agua, de lo contrario los niveles de humedad influyen en las propiedades bacteriológicas de las muestras generando problemas de estabilidad. Además debe señalarse que los colmenares de los apicultores seleccionados para las operaciones de cosecha y poscosecha de miel habitualmente manipulan el producto teniendo en cuenta las Buenas Prácticas de Manejo Apícola, utilizando materiales, equipos y utensilio con las medidas sanitarias apropiadas.

Teniendo en cuenta el estudio realizado por Quilez & Barrado (1976), sustentan que las mieles de *Apis mellifera* derivado de la vegetación del entorno, presentan una típica flora microbiana, los microorganismos habituales y los secundarios ocasionales o accidentales, en esta secuencia, usualmente se observa bacterias del género *Bacillus*, que se presentan en estado esporulado, aunque en mieles frescas se pueden encontrar formas vegetativas, debido que son microorganismos que no tiene acción negativa sobre la miel y no son peligrosos para la salud humana; en algunas circunstancias pueden encontrarse algunos patógenos para las abejas, como *Bacillus larvae*, responsable de Loque americana y *Bacillus alvei*, agente relacionado con Loque europea, aclarándose que el Perú actualmente está libre de Loque americana.

3.11.11. Sobre calendario floral apícola

La sub cuenca del Rio Mayo, ubicada en una zona de vida de bosque seco tropical (*bs-T*) (Holdridge, 1967), y bajo condiciones normales, la indicada zona de vida se caracteriza por la ocurrencia de una temperatura media fluctuante entre 26 y 30°C, la incidencia de la precipitación total anual entre 1200 a 1300 mm, ubicándose en el rango de altitud de 0 –

300 m.s.n.m.m. Un caso excepcional es la Localidad de Lamas, que está a una altitud de rango entre 650 y 1000 m.s.n.m.m caracterizado como bosque húmedo premontano tropical.

Dentro del contexto del desarrollo rural de la sub cuenca del río Mayo, se fomentan y promocionan diversos cultivos agrícolas y crianzas, en donde los cultivos presentan limitaciones con relación a su manejo, la presencia de purmas y agrosistemas que inciden ante los cambios bruscos del clima, el mismo que está afectando de diversas maneras el equilibrio ecológico y por consiguiente a la biodiversidad. La variabilidad climática se está manifestando a través de la alteración de la temperatura, variación en el reparto de las precipitaciones, incremento o reducción del fotoperíodo, sequías, etc. Al respecto SENAMHI (2016), reporta que la temperatura media se incrementó en 0,8°C en los últimos 40 años como consecuencia de la evaluación histórica de datos meteorológicos. La misma institución reporta que en el presente año, la temperatura máxima, mínima y media se incrementaron de 1 a 2°C por encima de lo normal (Tablas 12, 13, 14 y 15). Según esta premisa los bosques secundarios y arbustos que se ubican en la sub cuenca del río Mayo y que constituyen su hábitat y nicho para fomentar la crianza de abejas y producir miel y derivados de calidad vienen siendo afectadas. La calidad de la miel se prevé que disminuirá, debido a la influencia de la reducción de la capacidad fotosintética, de la disminución del nivel freático del suelo, de la disponibilidad de nutrientes del suelo, disminución de la cantidad y calidad del polen y por consiguiente de los polinizadores o en todo caso la variación extrema del clima está afectando a la fisiología, fenología y distribución de plantas y animales.

Están documentadas que el incremento de las temperaturas genera cambios en los procesos fisiológicos de las plantas, tales como la fotosíntesis, respiración y transpiración, la absorción y transporte de nutrientes, relaciones hídricas, regulación normal y metabolismo secundario de las plantas. Los efectos de la variación del clima trae consigo cambios en los ciclos vitales de las plantas y animales (Peñuelas *et al.*, 2002; Parmesan & Yohe, 2003).

Los cambios en la fenología y la distribución de muchas especies contribuirán a separar en el espacio y/o en el tiempo de ciertas especies que mantenían interacción con otras comunidades, alterándolas o eliminándolas y adoptando nuevas interacciones con nuevas especies. La tasa de fotosíntesis puede variar como respuesta a los crecientes niveles de

CO₂ atmosférico, debido a los efectos directos del propio CO₂ en la fotosíntesis y también a los efectos indirectos, a través de posibles cambios en la temperatura y el régimen hídrico causados por el incremento de CO₂ y de otros gases en la atmósfera, lo que puede conducir incluso a un cambio climático global de consecuencias no del todo previsibles. Cada uno de los factores ambientales citados afecta a la tasa de fotosíntesis de manera distinta, dependiendo también de la escala de tiempo que se considere, sin olvidar que, en condiciones naturales, pueden producirse interacciones importantes entre ellos (Solomon, 2007).

Una producción de miel de calidad obtenida por las abejas está relacionada por el piso altitudinal en que se lleva a cabo (0-1000 m.s.n.m.m), por la zona de vida (*bs-T*), condiciones climáticas y la incidencia de las fuerzas productivas en el manejo de los panales y de la flora melífera. Al producirse las variaciones climáticas (incremento de temperatura y sequías prolongadas), se espera una disminución de la absorción de nutrientes, menor formación de la savia bruta y elaborada la misma, que influenciará en desmedro de la fisiología y metabolismo de las plantas, principalmente en la apertura de flores; indudablemente las flores para atraer a los polinizadores necesitan de una buena absorción de nutrientes para producir la fragancia que atrae a los polinizadores.

La disponibilidad de nutrientes minerales en el suelo, especialmente nitrógeno y fósforo, puede afectar mucho a la capacidad fotosintética de las plantas. El nitrógeno forma parte de las enzimas y de la clorofila y normalmente existe una fuerte correlación entre el contenido de nitrógeno de las hojas y los contenidos de clorofila y sobre todo, de rubisco (aproximadamente un 40% del nitrógeno foliar se encuentra invertido en esta proteína en las plantas C3). En cuanto al fósforo, forma parte de la molécula de ATP, que se produce en la fotosíntesis mediante el acoplamiento de la ATP sintasa con el transporte electrónico. La deficiencia de fósforo provoca una reducción de la fotosíntesis debido a la falta de ATP y también a la limitación de la exportación de triosas-fosfato del cloroplasto, favoreciéndose la síntesis de almidón en detrimento de la sacarosa. Esta situación se agrava cuando la concentración de CO₂ es alta, dado que la producción de triosas-fosfato es más elevada cuando se estimula la fotosíntesis por el CO₂.

Para que el CO₂ difunda a través de la fase gaseosa, los estomas deben estar abiertos; como consecuencia, se exponen las superficies húmedas del interior de la hoja a la atmósfera, lo que provoca una pérdida de agua. Ello supone, aproximadamente, entre 100 y 1000 moléculas de agua perdidas (habitualmente 240) por cada molécula de CO₂ incorporada en

la fotosíntesis. Debido a este efecto, en los climas desfavorables desde el punto de vista hídrico, la pérdida de agua debido que los estomas permanecen abiertos puede suponer un factor crítico para la planta.

A pesar de que existen otros factores limitantes, el CO₂ es un factor clave que determina la tasa de fotosíntesis, puesto que es uno de los principales sustratos del proceso. En general, si las plantas no presentan limitaciones por otros factores, responden incrementando la fotosíntesis a medida que la concentración de CO₂ aumenta. Estos incrementos de la fotosíntesis no son semejantes en todas las plantas, sino que varían según la fisiología de cada una de ellas.

La capacidad fotosintética es también sensible a otros factores, como el estrés hídrico, las infecciones por organismos parásitos, simbióticos o patógenos (hongos, bacterias, virus), presencia de contaminantes ambientales, tanto en el aire (dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, ozono) como en el suelo (metales pesados como el cadmio, el plomo, el arsénico), según lo expuesto y debido a estas alteraciones climáticas se prevé que la calidad de la miel disminuya tanto en calidad como en producción.

Sobre el vínculo entre las abejas y las plantas Boi *et al.*, (2008), consideran que la riqueza energética de un ecosistema está relacionada con el nivel de interdependencia entre sus organismos, por esto las relaciones entre plantas y visitantes constituyen uno de los procesos más importantes a la hora de estudiar las comunidades ecológicas, la relación entre plantas e insectos se incluye dentro de uno de los procesos de coevolución más peculiares y característicos de los seres vivos (Johnson citado por Boi *et al.*, 2008).

El calendario floral apícola de las especies registradas se exponen a estos efectos, de ello se infiere que las especies modifican su fisiología específicamente respecto a la emisiones de botones florales en el tiempo y la cantidad de insumos, pues de ello depende la producción de néctar e insumos que producen las plantas.

3.11.12. Propuesta para la Denominación de Origen Botánico y Geográfico de Miel de Bajo Mayo, San Martín

1. Introducción

El Perú se encuentra entre los países rezagados como productores de miel en la región sudamericana con una producción promedio de 1015 TM registrados entre los años 2000 al 2010 (FAOSTAT, 2014). De los 24 departamentos del Perú, San Martín ocupa el puesto 15 con 6071 colmenas en producción que representa el 3% muy distante de las regiones más

productivas como Cusco con 23426 (11%) y La Libertad con 21136 (10%) respectivamente. La zona norte del país destaca con la mayor producción de miel en Perú, con una producción de 600 TM, cuyos representantes más sobresalientes son las regiones de Piura y Lambayeque, aportan aproximadamente el 59,58% de la producción nacional, del cual alrededor del 95% se destina al consumo interno, siendo una importante fuente de ingreso para los productores y sus familias. La importancia de esta actividad se debe a la gran tradición en el manejo de las abejas desde la época colonial y a la gran riqueza florística de las tres regiones naturales del país, costa, sierra y selva. La industria apícola mundial está basada en la cría de las abejas comunes (*Apis mellifera* L.), proveniente principalmente de Europa, las mismas fueron traídas al Perú y a otros países de América desde España (siglo XV), y desde entonces hasta nuestros días su crianza se ha generalizado y en los últimos años ha experimentado un gran repunte. En la historia se registró un hecho muy significativo, en 1956 Kerr, introdujo al Brasil abejas africanas de la especie *Apis mellifera adansonii*, y en 1957 veinte y seis colonias de esta especie se evadieron de un colmenar cercano a Rio Claro, en Brasil, huyendo a la selva, donde se reprodujeron rápidamente y llegaron hasta Perú en 1974 y hasta Guyana en 1976. El cruce de éstas con las abejas italianas *Apis mellifera ligustica*, ya existentes, produjo abejas africanizadas, cuyo temperamento agresivo se incrementó (Kerr, 1967).

Sobre el contexto regional, se conoce que la miel producida en San Martín tiene una creciente demanda en el mercado nacional principalmente en la ciudad de Lima, esto se debe a sus propiedades sensoriales (sabor, textura, olor) muy peculiares, las cuales son resultado de los variados tipos de néctar y secreciones extraflorales que existen, principalmente de la flora nativa; sin embargo, actualmente estas mieles no son clasificadas ni valorizadas por su origen. Los caracteres melisopalinológicos, físico-químicos y organolépticos de las mieles de selva son muy importantes en las regiones donde se expende el producto con probabilidades de colocar ulteriormente en el mercado externo. El presente Plan sobre Denominación de Origen Botánico y Geográfico, nace como producto del interés de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Escuela de Agronomía, de articularse al Corredor Biológico Nor Amazónico, con la finalidad de promover una nueva orientación de las políticas públicas para el ecodesarrollo de procesos de apropiación social, en busca del uso racional de los recursos naturales y el manejo sostenible de recursos biológicos, en ecosistemas del Bajo Mayo identificados en el presente estudio como estratégicos para la explotación apícola y en aquellas donde se

requiere la restauración de los ecosistemas degradados. Conscientes de la necesidad de involucrar a los diversos agentes y sectores de la sociedad para trabajar de manera conjunta en proyectos de investigación básica y estratégica que impulsen el uso sustentable y la conservación de la biodiversidad en la región, desde el 2014 se viene ejecutando el proyecto de investigación básica denominado: Caracterización melisopalínológica e identificación de flora apícola en ecosistemas del Bajo Mayo, cofinanciado por INNÓVATE-Perú con la finalidad de generar información básica cuyos insumos servirán como herramienta para propender a la propuesta sobre Denominación de Origen Botánico y Geográfico de mieles y polen de la región. El presente documento está dividido en dos partes: La primera, de introducción y antecedentes en donde planteamos la justificación y su objetivo.

En la segunda parte, proponemos una estrategia para caminar hacia la obtención de una DOBG de mieles y polen de la Región San Martín. Abordamos el tema de buenas prácticas, infraestructura como centros de acopio y sugerimos una ruta crítica para una DOBG de las mieles amazónicas. Finalmente, se toma una actitud reflexiva sobre los futuros escenarios y en este sentido las marcas colectivas se nos presentan como una de las mejores alternativas frente a la falta de Indicaciones Geográficas en Perú, donde grupos de organizaciones de apicultores, apoyados por técnicos apícolas, investigadores y funcionarios públicos, elaboran sus propias propuestas.

2. Estrategia para la denominación de origen botánico y geográfico de mieles del Bajo Mayo, San Martín

Para lograr una DOBG es preciso que los apicultores apliquen buenas prácticas de manejo, instalen miniplantas de tratamiento poscosecha de derivados apícolas y por otro lado conozcan los centros de acopio con los que cuenta la región.

2.1. Buenas prácticas en el apiario

Dentro de los sistemas de producción apícola es importante tener prácticas adecuadas y homogéneas a través de las cuales se obtengan mieles de calidad e inocuas. Entre las más importantes se puede considerar:

- a) Instalar los colmenares en zonas con abundante vegetación melífera.
- b) Prevenir mediante un manejo adecuado plagas, enfermedades y/o enemigos que debiliten o exterminen las colonias de abejas. En caso de tener problemas sanitarios, tratarlos con productos no contaminantes para la miel.
- c) Alimentar en periodos de escases de alimentos con fuentes proteicas y/o energéticas.

- d) Durante la cosecha observar que los panales se encuentren operculados.
- e) La extracción de la miel debe ser de forma higiénica.

Uno de los puntos importantes para el cuidado de la inocuidad de las mieles es el control de plagas, enfermedades y enemigos. Existen diversos métodos entre los que dispone el uso de productos farmacéuticos, métodos químicos, productos naturales, control biológico y métodos físico-químicos.

Entre las plagas más recurrentes de las abejas en San Martín se encuentran la varroasis parasitosis causado por el ácaro (*Varroa destructor* O.), la hormiga citaraco que causa daños en la colmena debido que su ataque es masivo en busca de miel, la polilla de la cera (*Galleria mellonella*) su infestación es por descuido del apicultor y la enfermedad más común y sin importancia económica se puede citar al loque europea (*Melissococcus pluton*).

El uso de cualquier medicamento en la colmena puede afectar la salud humana, por lo que es necesario que antes de realizar cualquier tipo de tratamiento se investigue cuál es el más adecuado para tal enfermedad, así como la marca del mismo.

2.2. Centros de acopio

Los centros de acopio son los lugares en donde se almacena la miel de los productores. En las diferentes localidades del Bajo Mayo se cuenta con un aproximado de 150 productores con unas 2000 colmenas; una pequeña parte de los productores se encuentran agrupados en Asociaciones de Apicultores y otro grupo mayoritario no se asocia, ambos grupos venden la miel a otras empresas o en forma directa al consumidor final.

Tabla 70

Registro de asociaciones de apicultores en la Región San Martín

Asociaciones de apicultores	Localización Política	Número de Asociados
APIRSAM; Asociación de Apicultores de San Martín	Provincia de San Martín, distrito de Tarapoto	30
Asociación de Apicultores del Bajo Huallaga	Provincia de San Martín, distrito de Chazuta	20
Asociación de Apicultores de Shatoja	Provincia El Dorado, distrito de Shatoja	35
Asociación de Apicultores de Tabalosos	Provincia de Lamas, distrito de Tabalosos	30
Asociación de Apicultores Cordillera Azul	Provincias de Juanjui y Huallaga	40
APIOR, Asociación de Apicultores Organizados de San Martín	Provincia de Moyobamba, Alto Mayo	50

2.3. Ruta crítica para obtener la denominación de origen de las mieles del Bajo Mayo

Para lograr una Denominación de Origen Botánico y Geográfico son necesarios varios pasos; en una primera parte mencionaremos las condiciones que debe presentar para establecer una DOBG, entre ellas se encuentran, la asociación y liderazgo y buscar establecer con las autoridades la base de una Norma Oficial Nacional Peruana de la Miel y específicamente de San Martín. Después se presentará una propuesta de ruta crítica para fijar una DOBG y finalmente, analizaremos las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para dicha denominación. También tomaremos el aprendizaje de la experiencia de otros países, como por ejemplo España y Colombia comparándola con la apicultura de la Región San Martín, llegaremos a conclusiones valiosas de este proceso y se propondrá futuros caminos.

2.3.1. Condiciones previas para establecer una Denominación de Origen

a) Asociación y liderazgo

Es necesario que las personas o grupos interesados en lograr una DOBG se asocien, reúnan, analicen las ventajas y desventajas de contar con esta denominación y logren alianzas con instituciones académicas y gubernamentales para lograr su apoyo. De las instituciones académicas es necesario que apoyen a elaborar los documentos e informes técnicos que aseguren que el producto del cual se quiere lograr la DOAG cuente con la información que asegure los requisitos de INDECOPI. De las instancias gubernamentales se requiere apoyo económico para la elaboración de los estudios técnicos de la información faltante para lograr que el expediente esté completo. Así mismo, se necesita fondos para la gestión y las reuniones, se necesita apoyo para proponer una Norma Oficial Peruana con las instituciones encargadas de estos temas; identificar y establecer los perfiles de los miembros que deben conformar un Consejo Evaluador. Una de las funciones principales del Consejo Evaluador es cuidar la calidad de las mieles y supervisar que se cumplan con la NORMA TÉCNICA PERUANA de Miel y otras regulaciones sanitarias (SENASA). Los productos deben contener la calidad e inocuidad necesaria para que llegue al consumidor en las mejores condiciones. Para ello es necesario la participación de un laboratorio o una red de laboratorios certificados, con pruebas homogenizadas y aceptadas por estándares internacionales y nacionales. Estos laboratorios otorgan toda la seguridad al consumidor de que las mieles son de excelente calidad, que son del tipo de miel

diferenciada que menciona la etiqueta y que, de acuerdo con sus características, son únicas en el mundo.

b) Norma oficial Peruana sobre DOBG de la Miel

En la actualidad no existe una Norma Oficial Peruana sobre este caso, existe solo la NORMA TÉCNICA PERUANA de Miel, aprobada en 1999 y la última revisión se hizo en 2014; para obtener una DOBG es requisito indispensable contar con esta Norma específica, que incluya las características particulares de las mieles de San Martín en los que se propongan metodologías actuales y uniformadas para el análisis de las mismas que puedan ser validados en cualquier laboratorio del mundo. De esta manera se regularían los procesos de producción, se conocerían las características que las hacen únicas y permitiría, desde el punto de vista legal, contar con un elemento jurídico para que sean consideradas como mieles del Bajo Mayo, San Martín. Así, no se podrían comercializar mieles de otras regiones y hacerlas pasar por mieles de Ecosistemas del Bajo Mayo, porque las características polínicas, físico-químicas y organolépticas no corresponderían con las que marca esta norma.

2.3.2. Ruta crítica para obtener la Denominación de Origen

Una vez lograda la asociación y liderazgo de las personas interesadas el obtener un a DOBG proponemos la siguiente ruta crítica para lograrlo:

- a) Delimitar el área territorial que va a protegerse con la DOBG
- Establecer la base de datos mediante georreferenciación y las ubicaciones geográficas del área que estará dentro de la DOBG.
 - Es necesario contar con información básica de las asociaciones, empresas, técnicos y los grupos de apicultores que deseen formar parte de la DOBG.
 - Conocer la ubicación de los apiarios y el inventario del tipo de vegetación del lugar.
 - Contar con las pruebas de laboratorio que indiquen la calidad e inocuidad de la miel en la región donde se quiere la DOBG.
 - Tener una clasificación de mieles.
 - Contar con el diagnóstico de las capacidades de cada asociación, empresa y grupo de apicultores sobre su productividad, conocimientos técnicos, competencias administrativas y de comercialización.
- b) Conformación de la DOBG
- Que los miembros se capaciten sobre DOBG, conocer sus características, como se constituyen, sus normas, acuerdos y utilización.

- Desarrollar un reglamento para el uso de la DOBG que los miembros deben acatar y adecuar a la Norma Peruana y al reglamento de INDECOPI.
- c) Perfil de mercados para la DOBG
- Diagnóstico de mercados estatales, nacionales e internacionales para la venta de miel.
 - Diseño del envase, etiquetado, empaque y embalaje acorde con las necesidades de sus requerimientos de calidad e inocuidad.
- d) Diseño de logo y registro ante INDECOPI
- Definición del nombre que tendrá el producto.
 - Búsqueda de anterioridad fonética del nombre seleccionado.
 - Diseños gráficos para la DOBG.
 - Registro de la DOBG ante INDECOPI.
- e) Diseños de productos a emplearse en la DOBG
- Desarrollo de presentaciones variadas del mismo producto de acuerdo con las necesidades del mercado.
 - Diseño de los envases con valores agregados.
 - Elaboración del prototipo.
 - Fabricación del molde,
 - Materiales informativos.
 - Materiales publicitarios.
- f) Plan de comercialización
- Estrategia de comercialización de la DOBG.

3. Aprendizajes y réplica

Durante este proceso de aprendizaje y reflexión para buscar como valorizar las mieles de San Martín y después de la visita realizada a España (Comunidad Valenciana y Palma de Mayorca) y Colombia (Tolima), sugerimos algunos temas que pensamos son de interés para conocer las diferencias de la apicultura de nuestra región y la de Valencia , Palma de Mayorca y Tolima respectivamente.

3.1. Consumo per cápita

En tanto en Europa, por ejemplo el consumo es alto, en el Perú es muy bajo. En la Comunidad Valenciana hace 50 años nadie consumía mieles, exportaban lo que producían o simplemente lo vendían a sus vecinos. Pero el gobierno, las organizaciones de productores y los mismos apicultores hicieron alianzas para mejorar la producción y el

mercado. En la actualidad la miel de Valencia se consume principalmente en la misma Comunidad Autónoma. En Perú se consume 40 gramos por habitantes al año, mientras en países Europeos como Alemania, España y Suiza es de 1,5 Kg por persona al año.

3.2. Nivel tecnológico de los apicultores

En tanto que en La Comunidad Valenciana se han profesionalizado, incrementando el número de colmenas por apicultor; en San Martín es muy bajo el número de colmenas por productor. En Valencia muchas son empresas familiares, los hijos y padres participan en las actividades tanto de producción como de comercialización, cada vez más profesionales, conocen sobre la diferenciación de sus mieles, de llevar una buena administración de su empresa, de buscar mercados, mejorar el ingreso de los apicultores.

Respecto a la apicultura de la región mediterránea, aproximadamente un tercio de los apicultores españoles se concentran en esta región. Las regiones de Andalucía, Valencia y Cataluña son las tres comunidades autónomas que concentran el 28% de las explotaciones apícolas de España, Andalucía 15% (600000 colmenas con 4000 apicultores), Valencia 7% (400000 colmenas con 1800 apicultores) y Cataluña 6% (110000 colmenas con 1400 apicultores); del 42% de las colmenas (Andalucía 22%, Valencia 16% y Cataluña 4%), Andalucía y Valencia son las comunidades principales productoras de miel y conjuntamente con Cataluña representan prácticamente la mitad de la producción de miel de España en 2015. Referente al grado de profesionalización de la apicultura mediterránea, Andalucía presenta un 39,7% de apicultores profesionales, Valencia un 45,8% y Cataluña un 15,4% (según el Registro General de Explotaciones Ganaderas-REGA). Por lo que respecta a apicultores profesionales, el 39,66% en Andalucía, el 45,79% en Valencia y el 15,44% en Cataluña son explotaciones con más de 150 colmenas (MAGRAMA, 2016).

3.3. Actividad principal

Se debe promover que la apicultura sea la principal actividad económica de las familias. En Valencia encontramos que para la mayoría de las familias, la apicultura era su actividad principal, en San Martín quienes se dedican a esta actividad son principalmente agricultores que realizan otras actividades agropecuarias, principalmente maíz, cacao, café y ganadería.

3.4. Número de colmenas

En Perú, específicamente en San Martín podemos encontrar personas con menos de 20 colmenas, algunos hasta con 5; en Valencia tienen al menos 150 colmenas a nivel de

aficionados y mayor a 150 colmenas a nivel profesional, en muchos casos aún mayor a estos datos.

3.5. Volumen promedio de producción de miel

Existe mucha diferencia en este parámetro, en España producen 30 Kg/colmena y en Perú el promedio es de 12 Kg/colmena y en San Martín no se supera los 10 Kg/colmena

3.6. Distribución de apiarios

En este aspecto mientras que en Valencia está muy regulada, es decir si los productores cuentan con un sello de calidad, solo unos cuantos apicultores podrán tener sus colmenas en determinados lugares zonificados. Sin embargo, verificamos que en toda la región San Martín no existe regulación alguna, que involucra a las 10 provincias donde se emplazan colmenares.

3.7. Apoyos gubernamentales

En España se reciben el equivalente a \$ 350 por colmena como seguro en caso de algún incidente, sus organizaciones pagan los estudios de laboratorio, en Perú no existe este tipo de apoyo, cada familia de apicultores, asociaciones y/o empresas asumen cualquier siniestro que se presente.

3.8. Inversión en equipos y materiales

En Valencia tienen equipos de extracción eléctricos y materiales de acero inoxidable que conforman plantas y/o miniplantas para el manejo de cosecha y poscosecha de miel, no son instalaciones muy complejas, ni grandes, sino pequeñas y muy funcionales. En San Martín, es muy escasa, por lo general las colmenas están en malas condiciones y hay carencia de equipos y materiales de extracción de acero inoxidable debido que los costos de estos bienes son muy altos.

3.9. Capacitación

Los apicultores de la Comunidad Valenciana tienen mucha y permanente capacitación por parte de sus asociaciones, gobiernos municipales, provinciales y su comunidad autónoma. En la región existe resistencia de los apicultores a participación de las pocas capacitaciones que se programa ya sea por parte del estado o por iniciativa privada; es necesario que las instituciones del estado ligados a la actividad apícola como, Gobiernos Locales, Gobierno Regional, MINAGRI, INIA, UNIVERSIDADES y MINAM fijen programas anuales de capacitación, en temas específicos como control y prevención sanitaria, como por ejemplo de varroasis, hormigas, polilla, loque europea y enfermedades virales; mejoramiento genético de ecotipos de abejas adaptadas a nuestra zona, como la producción de núcleos,

crianza de reinas y zánganos; calendario floral apícola por microclimas referentes de los diferentes ecosistemas zonificados para la explotación apícola.

3.10. Trazabilidad

En Valencia y Colombia tienen programas de trazabilidad, en Perú algunas asociaciones y empresas de las regiones tienen estos programas, en San Martín no existe este proceso.

3.11. Inocuidad

En España y Colombia no es tan importante por la garantía de calidad del productor al consumidor, aunque ciertamente tienen que demostrar que sus mieles son inocuas; con la capacitación e innovación muchos se ocupan de sus prácticas. En Perú, las regiones del Norte y Centro el análisis de inocuidad es necesario para la exportación y tienen que hacerse pruebas en laboratorios certificados.

3.12. Análisis de laboratorio

En España y Colombia se realizan los análisis físico-químicos, melisopalinológicos y sensoriales de acuerdo con el Reglamento de la Unión Europea y el Codex Alimentarius. Aquí en San Martín se hacen con fines de investigación y no de manera comercial.

3.13. Comercialización de la miel

En España les interesa mucho tener mieles diferenciadas porque sus consumidores así lo exigen, hay algunas muy apreciadas como las de tomillo, de aguacaté, castaño, de azahar y en Colombia de café; se venden a granel salvo algunas excepciones.

3.14. Exportaciones

En España solo exportan los excedentes porque el mercado nacional y local consume sus propias mieles; algunos de los que exportan venden la miel diferenciada porque son mejores pagados. En San Martín entre el 80% se destina al consumo local y el 20% al mercado nacional, siendo la ciudad de Lima el principal destino para su consumo.

3.15. Número de denominaciones de origen

España cuenta con tres Denominaciones de Origen (DO): Miel de Granada en la Provincia de Granada en Andalucía, Miel de la Alcarria en la Provincia de Guadalajara en Castilla y León y la Villuercas-Ibores en la Provincia de Cáceres en Extremadura. Además de una Indicación Geográfica Protegida de Miel de Galicia. En Perú no contamos con ninguna miel con signo distintivo.

3.16. Sensibilización a la población

En San Martín existen algunos apiarios modelos que sirven para sensibilizar a la población mediante la educación ambiental, con la finalidad de que los niños no le teman a las abejas

y conozcan lo maravilloso que son y el papel fundamental que cumplen en la biodiversidad. En algunas ciudades como Cañete, Lima, existe un Centro de Adiestramiento Apícola, que además sirve como medio de difusión sobre la importancia de las abejas en los diferentes ecosistemas, como polinizadores y productores de derivados como miel, polen, propóleos, etc. También en España los productores en cada frasco de miel ofrecen mucha información para que los consumidores tengan mayor conocimiento sobre las abejas, las mieles y la vida de los apicultores.

4. Proyecciones de la propuesta

- La búsqueda de la DOBG de las mieles de San Martín puede ser un proceso a largo plazo, se tiene conocimiento que otros países de Sudamérica tuvieron varios intentos para lograrlo, caso México. Aún falta mucho para consolidar y mejorar la apicultura en la región, este documento busca contribuir en su obtención, por ello proponemos que se establezcan experiencias piloto con Marcas Colectivas que puedan orientarnos a lograr una DOBG.
- Diferenciación de mieles; es necesario empezar a tenerla para detectar si hay obstáculos antes de adquirir un distintivo de calidad. La diferenciación de mieles requiere de estudios y análisis de laboratorio que nos ayuden a conocer el tipo de mieles que existe en San Martín. Las ventajas que tiene caracterizar y conocer las mieles es una manera de defender lo propio, conocer lo que tenemos y comenzar a valorarlo.
- Estrategia de difusión; es necesario seguir promoviendo el consumo de la miel a través de los diversos medios de difusión y estrategias posibles, como spots publicitarios en medios masivos (radio y televisión), anuncios espectaculares, seminarios de difusión, en la medida de las posibilidades, sector empresarial, sistema productivo apícola, estado peruano. Es indispensable que los consumidores se involucren en este proceso de valorización de las mieles del Bajo Mayo, San Martín.
- Zonificación apícola; que incluya la Indicación Geográfica Protegida, mediante el diseño de mapas temáticos debidamente georreferenciados sobre la procedencia de mieles del Bajo Mayo, es muy importante que esta base de datos cuente con información precisa para que sirva de consulta para la población masiva de actores sociales involucrados.

CONCLUSIONES

1. Sobre valoración polínica, entre las especies relevantes identificadas en las localidades de Zapatero y Banda de Shilcayo se distinguen 12 taxones: *Melilotus sp.*, (*Fabaceae*, hierba rastrera) *Cordia sp.*, (*Boraginaceae*, árbol conocido como “añallu caspi”) *Acalypha sp.*, (*Euphorbiaceae*) *Melochia sp.*, (*Malvaceae*, especie herbácea) *Pouteria sp.*, (*Sapotaceae*, fruta nativa arbórea denominado “caimito”) *Eucaliptus sp.*, (*Myrtaceae*, especie arbórea introducida de otras zonas) *Bixa sp.*, (*Bixaceae*, especie semiarbustiva conocida como “achiote” que conforman los agrosistemas) *Eugenia sp.*, (*Myrtaceae*, frutal arbóreo conocido como “pomarroza”) *Polygonum sp.*, (*Polygonaceae*, hierba rastrera) *Mimosa sp.*, (*Fabaceae*, hierba invasora conocida en la zona como “vergonsosa) *Ambrosia sp.*, (*Asteraceae*) y *Commelina sp.*, (*Commelinaceae*, hierba forrajera conocida como “commelina”).
2. Entre las especies relevantes identificadas en las localidades de Lamas, Juan Guerra y Las Palmas se distinguen 17 taxones: *Melilotus sp.*, (*Fabaceae*, hierba rastrera) *Cordia sp.*, (*Boraginaceae*, árbol conocido como “añallu caspi”), *Melochia sp.*, (*Malvaceae*, especie herbácea) *Pouteria sp.*, (*Sapotaceae*, fruta nativa arbórea denominado “caimito”) *Eucaliptus sp.*, (*Myrtaceae*, especie arbórea introducida de otras zonas), *Eugenia sp.*, (*Myrtaceae*, frutal arbóreo conocido como “pomarroza”), *Mimosa sp.*, (*Fabaceae*, hierba invasora conocida en la zona como “vergonsosa), *Anacardium sp.*, (conocido como marañón), *Croton sp.*, (conocido como sangre de grado), *Ricinus sp.*, (conocido como higuera), *Acacia sp.*, (árbol *Fabaceae*), *Inga sp.*, (denominado como guaba), *Leucaena sp.*, (árbol *Fabaceae*), *Zea mays* (maíz), *Cupania sp.*, (conocido como fapina negra, *Sapindaceae*), *Solanum sp.*, (especie herbácea conocido como ayac mullaca) y *Commelina sp.*, (*Commelinaceae*, hierba forrajera conocida como “commelina”).
3. De acuerdo a la valoración melitopalínica, se diferenciaron cinco grupos de miel de *Apis mellifera* según su origen geográfico y apibotánico:
 - De Zapatero, miel biflora, se registraron 14 tipos polínicos distribuidos en ocho familias, con predominancia de los taxones *Urticaceae* y *Moraceae* (87,83%), de polen en la muestra de miel.
 - De la Banda de Shilcayo, miel multiflora, se registraron 14 tipos polínicos distribuidos en doce familias botánicas, con presencia de varios taxones cuyos

espectros polínicos son inferiores a 45% de predominancia de granos de polen en la muestra, donde sobresalieron *Solanaceae* con 40,42% y *Arecaceae* con 10,33%.

- De Lamas, miel multiflora, se registraron 21 tipos polínicos distribuidos en 16 familias botánicas, compuesta predominantemente por *Pouteria sp*, (32,17%), *Faboideae* (14,1%), *Moracea-Urticaceae* (13,7%), y *Solanaceae* (10,33%). Sobre la valoración polínica, se identificaron 41 taxones distribuidos en 30 familias botánicas.
 - De Juan Guerra, miel monoflora, registrándose 22 tipos polínicos distribuidos en 16 familias botánicas, compuesta predominantemente por *Poaceae* (45,36%), *Escalloniaceae* (32%) y *Vitaceae* (12%).
 - De Las Palmas, miel multiflora, se registraron 21 tipos polínicos distribuidos en 13 familias botánicas, compuesta predominantemente por *Vitaceae* (32,33%), *Anacardium sp*, (23,50%) y *Poaceae* (16,33%).
- 4. Sobre las valoraciones físico-químicas de la miel:**
- De acuerdo al origen floral, el contenido de actividad diastásica, HMF, humedad y azúcares totales se obtuvieron mieles frescas procedentes de zonas de climas tropicales y no presentan cristalización defectuosa dentro de los dos años de conservación para todas las localidades del Bajo Mayo.
 - Los valores obtenidos de humedad, actividad de agua y pH indica que las mieles estudiadas corresponden a un producto estable y de bajo riesgo sanitario, ello como consecuencia de Buenas Prácticas de Manejo que realizan los apicultores, específicamente en la etapa de extracción y estado de madurez apropiada. Las localidades de Lamas y Zapatero se diferenciaron de las otras zonas al presentar valores de humedad inferiores (16,70-17,46%).
 - La concentración de sacarosa en todas las muestras indica un adecuado grado de madurez de las mismas y permite descartar la posibilidad de alimentación artificial excesiva en temporadas de alto flujo de néctar usando diferentes jarabes a base de azúcar.
 - Los valores de pH, CE y contenido de cenizas obtenidos permiten deducir que se trata de mieles de origen exclusivamente floral; existiendo la posibilidad de que la miel de la Localidad de Lamas cuyo pH=4,09 podría ser considerado miel de mielada, siendo los otros valores normales para el tipo de extracción.

- El análisis de factores por componentes principales de las variables físico-química, manifiesta que al menos seis componente principales (índice de refracción, pH, sólidos totales, actividad diastásica, densidad y acidez) contribuyeron a la clasificación correlacionando con la zona geográfica.
5. La valorización sensorial típica a las mieles multiflora y monoflora del Bajo Mayo, por contener tres o más sabores que varían conforme al origen botánico y biogeográfico (origen floral y zona de vida) y los atributos que más sobresalieron fueron el gusto, la intensidad de aroma, aroma retronasal y color que tuvieron una calificación según los panelistas superior al 60%.
 6. El reciente empleo de abejas africanizadas híbridas en el Bajo Mayo, San Martín (Desde 1974) no parece interferir en la población de las abejas autóctonas (*Meliponas*, *Trigonas* y otros géneros) y el riesgo de colonizar ambientes de la Amazonía parece nulo visto que los altos índices de humedad dificultan la colonización de ambientes más interiores de la región y del Perú.

RECOMENDACIONES

1. La información científica de la tesis “Valoraciones melitopalínológica, físico-química y sensorial de miel, polen obtenidas por *Apis mellifera* L, (Hymenoptera: Apidae) en ecosistemas de la cuenca del Bajo Mayo, San Martín”; sirve de base a los apicultores organizados del Bajo Mayo encaminar la validación sobre denominación de origen de miel y polen, según su origen geográfico y botánico.
2. Reforzar con otros estudios la validación de caracteres de calidad físico-química: HMF, CE, pH, humedad, índice de cromaticidad, sólidos totales, actividad de agua, actividad diastásica, densidad, azúcares reductores, acidez total y cenizas asociado a la coloración de la miel procedente del Bajo Mayo, debido que cumplen con los valores estándares permitidos del Codex Alimentarius y la Norma Técnica Peruana.
3. Realizar estudios diferenciados sobre caracterización polínica por cada zona relevante en la producción apícola.
4. Realizar estudios diferenciados sobre distribución y fenología floral de interés apícola, cuyos insumos que ofertan los diferentes ecosistemas (néctar, exudados, polen, resinas, látex, gomas) de San Martín son útiles para alimento de las abejas.
5. Propender la propuesta de reforestación en base a estudios de zonificación apícola en San Martín, tomando como referencia el presente estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, M.R. y Moss, M.O. (1997). *Microbiología de los alimentos*. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Almeida-Muradian L.B, Pamplona L.C, Coimbra S. y Barth O.M. (2005). Composición química y evaluación botánica de pellets de polen seco de abejas. *J Food Comp Analy*; 18: 105-11.
- Alvarado, M. A.; Foroughbakhch, P. R.; Jurado, Y. E. y Rocha A. (2002). El cambio climático y la fenología de las plantas. *Ciencia UANL* 5, (4): 493-500.
- Anderson, E. & Hubritch, L. (1940). A methods for describing and comparing blooming season. *Bull. Torrey Club* 67: 639-649.
- Avallone, C.M. (s.f.). *Comunicaciones científicas y tecnológicas 2004*. Obtenido de alteraciones físicoquímicas de los principales parámetros de la miel: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt//com2004/7-Tecnologia/T-048.pdf>.
- AOAC (1990). *Métodos oficiales de análisis de AOAC International*. 15 ed. Estados Unidos: Arlington.
- AOAC (1990). *Métodos oficiales de análisis de AOAC International*. 17 ed. Revisión 2. Volumen II. Composición de los alimentos; Aditivos; Contaminantes Naturales. Horwitz, William. Gaithersburg, Maryland. 20877-2417 USA.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists, Estados Unidos). 2003. Official Methods of Analysis. 17 Ed.rev. Food composition; aditives; natural contaminants. Maryland, Estados Unidos. v. 2, p. 20877-2417.
- APINET-INTA. (2000). *Bio-nica.info*. Recuperado el 13 de setiembre de 2018 de <http://www.bionica.info/Biblioteca/Apinet%20INTA%20%20flora%20apicola.PF>.
- Balanza, M.E. (2003). *Parámetros físicos y químicos de relevancia para la tipificación de la miel producida en la provincia de Mendoza (Argentina)*. Tesis doctoral 24,26.
- Barbier, E.C. & Valin, J. (1957). *Determination de la couleur des miels*. Annales Falsifications et fraudes. 400-411.
- Barrera, M.; Coronado, M.F.; Ormeno, J. y Castillo, T. (2019). *Catálogo de especies de flora apícola de la cuenca del Bajo Mayo, región San Martín, Perú*. Tarapoto-Perú. Universidad Nacional de San Martín-Innovate-Perú. Depósito Legal N° 2018-06735. Ed. N° 1. 68 p.

- Bartra, S.W.T. (1994). *Diversify with pollen bees*. American Bee Journal. 591-594.
- Bazzurro, D. (29 de marzo de 2015). *Scribd.com*. Recuperado el 12 de setiembre de 2018, de <http://es.scribd.com/doc/260313732/Flora-Apicola#scribd>.
- Belitz, H.D & Grosch, W. (1997). *Química de los alimentos*. 4ª edición. Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España.
- Boi, M, Lladó G, y Llorens, L. (2008). *Estudio de la flora melífera, mieles y producción polínica de Mallorca-España* (Pág. 13).
- Borchert, R. (1983). Phenology and control of flowering in tropical trees. *Biotropica*, vol. 15, número 2, junio 1983, 81-89.
- Borja, P.F. Salamanca, G.G, Guzmán, R.S., Osorio, T.M. (2011). Validación de especies Botánicas de interés apícola a partir de Colección de referencia. [CD-ROM] *Memorias de 46 Congreso Nacional de Ciencias Biológicas*. ACCB. Medellín. Colombia.
- Borja, P.F. (2012). *Estudio de la flora polinífera en bosque de cliserie vinculado a sistema apícola productivo en los municipios de Belén y Cerinza (Boyacá)*. (Trabajo de grado no publicado). Programa de Biología. Universidad del Tolima. Colombia.
- Borja, G. 2014. *Análisis del origen botánico de la miel y polen corbicular del Bosque Seco de Lambayeque-Perú*. Tesis para optar el título de Licenciada en Biología. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Facultad de Ciencias y Filosofía.
- Bosch. J. y Serra. J. (1986). Evolución del contenido de hidroximetilfurfural en las mieles procesadas y situadas en el mercado español. *Alimentaria*, 23(175): 59-61.
- Boshier, D. H. & A. T. Lamb. (1997). Biología reproductiva. En: Boshier, D. H. y A. T. Lamb (Eds.). *Cordia alliodora*. Genética y mejoramiento de árboles. *Tropical forest papers*, 36. Oxford Forestry Institute, Department of plant sciences. United Kingdom. pp. 13-19.
- Brice, B.A. Turner, A., J.R. & White, J.W. J.R. (1956). *Glass color standards for extracted honey*. Assoc. Off. Agr. Chem. Jour. 39: 919-937.
- Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociología*. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Edición en español de *Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde*. Ed. Blume, Madrid.
- Brower, J.A. & Zar, J.H. (1977). *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. William C. Brown Company, Dubuque.
- Canas L.S. y Gomez P.A. (1993). *Las abejas en la polinización de cultivos*. Vida apícola. No.57. Ene-Feb. España. Pág. 39-42.

- Calvo, C. y Durán, L. (2002). *Tecnología de alimentos*. Vol. 1, p. 261-287.
- Carvalho, R.A. (2002). *Elaboração e caracterização de filmes a base de gelatina modificada enzimática e químicamente*. Tese, Universidad de Campinas, Sao Paulo.
- CIE (1986). COMISIÓN INTERNACIONAL DE COLOR. *Colorimetry*. 2nd. Ed. Publication 15.2.
- Cimpoi, C., Hosu, A., Miclaus, V., & Puscas, A. (2013). Determination of the floral origin of some Romanian honeys on the basis of physical and biochemical properties. *Spectrochimica acta. Part A, Molecular and biomolecular spectroscopy*, 100, 149–54.
- Claramunt, R. (1996). *Introducción a la química farmacéutica*. Editorial Interamericana. N. Y. McGraw-Hill. 974 - 975.
- CODEX ALIMENTARIUS (1981). *Codex Stan Norma para la miel*. Norma adoptada en 1981 revisiones en 1987 y 2001.
- CODEX ALIMENTARIUS. FAO/WHO. (1993). *Comisión internacional. Norma mundial para mieles*. Codex stan. Rev. Roma, 12-1981.
- CODEX ALIMENTARIUS (2008). Codex Stan 12. Norma para la miel. [En línea]. [Consultado el 15 de Diciembre del 2018]. Disponible en: http://www.codexalimentarius.net/download/standards/310/cxs_012s.pdf.
- CORONA APICULTORES (8 de noviembre de 2012). *coronaapicultores.blogspot.com*. Recuperado el 14 de setiembre de 2018, de <http://coronaapicultores.blogspot.com/2012/11/elementos-de-atraccion-para-las-abejas.html>
- Coronado, M.F.; Ormeno, J.; Barrera, M. y Castillo, T. (2019). Caracteres físico-químicas en mieles del ecosistema del Bajo Mayo, Región San Martín-Perú. *Arnaldoa* 26 (2): 43-54, 2019 <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26103>. ISSN:1815-8242.
- Correa, A. (2015). *Evaluación de indicadores de deterioro de miel de diferentes especies de abejas*. Tesis Mg. Sc. Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 140p.
- Crane, E. (1975). *Honey: a comprehensive survey*. Ed. Heinemann, Londres.
- Dadant (1975). *La colmena y la abeja melífera*. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay. 936 páginas.
- Dávila, M. (1986). *Apicultura especial*. 1ra. Ed. Perú. UNALM. 167p.
- De Fina y Ravelo (1973). *Climatología y fenología agrícola*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Universitaria de Buenos Aires.

- Díaz-González, E. T. (2003). *Plantas melíferas en Asturias. Importancia de las abejas para las plantas*. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo.
- Duttmann, C.; Demedio, L. y Verde, M. (2013). *La apicultura y factores que influyen en producción, calidad, inocuidad y comercio de la miel*. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Edición N° 1, León-Nicaragua.
- Erdtman G. (1960). *The acetolysis method, a revised description*. Svensk Bot Tidskr; 54: 561-4.
- Espina, P.D. y Ordetx, G.S. (1984). *Apicultura tropical*. 4ta ed. Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 506p.
- Estrada (2005). Evaluación de la actividad antimicrobiana de la miel de abeja contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes* y *Aspergillus niger*. *Publicación Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Venezuela*. [En línea]. [Consultado el 15 de setiembre de 2016]. Disponible en: http://www.alanrevista.org/ediciones/20052/evaluacion_actividad_antimicrobiana_miel_abeja_es.asp.htm
- Estupiñan S.; Sanjuan E.; Millan R.; & González-cortez M. (1998). Parámetros de calidad de la miel: Microbiología, caracteres fisicoquímicos y de envejecimiento. *Revisión Revista Alimentaria 10*: 89-94.
- FAO (2016). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El estado mundial de la Agricultura y la Alimentación. Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria. ISBN 978-92-5-309374-8.
- FAOSTAT (2014). Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura.
- Fei L., Qipeng Y., & Farzana R. (2009). Isolation, purification and immunobiological activity of a new water-soluble bee pollen polysaccharide from *Crataegus pinnatifida* Bge. *Carbohydrate Polymers. Volume 78*, Issue 1, 4 August 2009, Pages 80-88, ISSN 0144-8617.
- Feversani, S. (2011). Meliponas: Abejas nativas. [En línea]. Disponible en internet: <http://www.info-bee.com.ar/files/docs/meliponas.pdf>. Acceso: Octubre de 2018.
- Flora, Z.E. (2008). *Caracterización fisicoquímica y evaluación sanitaria de la miel de Mozambique*. Tesis doctoral (No publicada). Universidad Autónoma de Barcelona,

- Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Bellaterra, Espanya.
- Follegati, M. (2014). *Análisis Comparativo de la calidad fisicoquímica y sensorial de la miel de abeja (Apis mellifera L.) producida en diferentes regiones del Perú*. EAP Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.
- Free, J.B. (1993). *Insect Pollination of Crops*. 2da. ed. Academic Press. 684 p.
- Fuentes, F.S. (2011). *Análisis de conglomerados*. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Autónoma de Madrid. 55 págs.
- García, P.R. (2003). *Estudio palinológico y colorimétrico de mieles monoflorales de la región de Murcia*. Tesis Pregrado (No publicada). Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Producción Agrícola. Cartagena.
- Gómez, R.; Cabezas, L.; Alcalá, M. y Fernández-Salguero, J. (1990). Determinación y cálculo de la actividad de agua en diferentes muestras de miel. *Alimentaria*. Marzo. 33-36.
- Gongalves, L. (1970). *Análise genética do cruzamento entre Apis mellifera ligustica y Apis mellifera adansonii*. Escolha e análise de caracteres morfológicos da cabeça e do torax. Tesis de Doctorado. Fac. Medicina de Ribeirao Preto, S.P. 142 p.
- Gongalves, L. (1981). "Informaciones sobre las abejas africanizadas del Brasil". Facultad de Ciencias Biológicas de Río Claro (UNESP). *Expositor del IV Curso Internacional Teórico – Práctico: Sobre control y manejo de la abeja africanizada*. 2002 realizados en Lima, Cañete y Chanchamayo-Perú.
- Guzmán, R.S. (2007). *Aspectos generales relativos a la flora apícola Colombiana*. Trabajo de Grado. Licenciatura en Biología y Química. Universidad del Tolima. Colombia.
- Guzmán, R.S; Salamanca, G; y Osorio, M.P. (2008). Flora apícola indicadora y principales especies de la familia Apidae de la zona biogeográfica del bosque húmedo tropical en Colombia. *Apicultura sin Fronteras*, págs. 10-11.
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). *Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis*. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Heard, T.A. (1999). *The role of stingless bees in crop pollination*. *Annual Review of Entomology* 44:183-206.

- Henkes, R. (1999). *Llamando a todos los polinizadores*. Revista agrícola El Surco. Edición mexicana. Año 104. No. 1. México. pp 2-4.
- Hesse M., Halbtter H., Zetter R., Weber M., Buchner M., Radivo A. & Urlicha S. (2009). *Pollen Terminology. An illustrated handbook*. Austria: Springer Wien New York.
- Holdridge, L. R. (1967). *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: “*Ecología Basada en Zonas de Vida*”, 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982).
- Holdridge, L. R. (1989). *Ecología basada en las zonas de vida*. Servicio editorial IICA. San José de Costa Rica.
- Huamán M. (2003). Importancia del patrón palinológico en el control de calidad de la miel de abeja. *Ponencia presentada en el II Congreso Nacional de Apicultura*. Conferencia Nacional, realizado en Huancayo-Perú.
- Huidobro, J.F. (1983). *La miel algunos parámetros de interés en su control de calidad*. [Tesis doctoral]. Departamento de Bromatología-Toxicología y Análisis Químico Aplicado, Facultad de Farmacia, Universidad de Santiago-Chile.
- ICH (Internacional Honey Commission, 2002). *Harmonised methods of the international honey commission*. Bern, Switzerland.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, Perú). 1999. Miel: definición, requisitos y rotulado. Norma Técnica Peruana 209.168. 2 ed. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano. 3 oct.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA, 2004). *Miel de Abeja*. Nicaragua: IICA.
- IUCN (1978). *International Union for the Conservation of Nature*. Second draft of a world conservation strategy. Merges:96 pp.
- Jandric Z; Haughey SA; Frew RD; Mc Comb K; Galvin-King P. y Elliott CT. (2015) Discriminación de miel de diferentes orígenes florales por combinación de parámetros de varios productos químicos. *Química de alimentos* [Internet] 15/10/2018. Recuperado de: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814615001661>.
- Jiménez y Morales (2005). *Análisis polínico de muestras de miel del apiario del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara*. Departamento de Botánica y Zoología-CUCBA.

- Jones, G & V. Bryant (2001). Is one drop enough? American Association of Stratigraphic Palynologist Foundation, p. 483-487.
- Justiniano, M.J. & Fredericksen, T.S. (2000). *Phenology of Tree Species in Bolivian Dry Forests*. Volume 32, Issue 2.
- Kerr, W. (1967). A importância da meliponicultura para o país. *Rev. Biotecnol. Ciência Desenvolv. I*: 42–44.
- Kevan, P.G. (1988). *Pollination crops and bees*. Ministry of agriculture and food. Ontario. Canadá. No. 72. 13 pp.
- Kroyer, G., & Hegedus, N. (2001). Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 7, 171–174.
- Labuza, T. (1980). The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. *Food technology*, 20: 523-526.
- Latorre CH; Crecente R.M.P; Martín S.G. y García J.B. (2013). Un procedimiento quimiométrico rápido basado en datos NIR para la autenticación de miel con indicación geográfica protegida. *Química de alimentos* [Internet]. 20/12/2018; 141(4):3559–65. Recuperado: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.022>.
- Lazcano (2007). *Efecto de la temperatura en la actividad de agua, conductividad y difusividad térmica de miel de abeja*. Facultades de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Puebla y la Universidad Autónoma de Chihuahua. México.
- Louveaux, J. (1959). Recherches sur la récolte du pollen par les abeilles (*Apis mellifera* L.) (fin). *Ann. Abeille* 2 (1): 13-111.
- Louveaux, J., Maurizio, A. & Vorwohl, G. (1970). *Methods of Melissopalynology*. *Bee World* 51: 125-138.
- Louveaux, J. (1985). *Las abejas y su crianza*. Echaufour: OPIDA. Francia.
- Llaxacondor, (2006). Apicultura en los Andes: problemática y posibilidades entre Perú, Ecuador y Bolivia. [En línea]. [Consultado el 28 de Octubre del 2015]. Disponible en: <http://www.abejasdelperu.com>
- Macías M.J.O. y Amano K. (2003). Conferencia Internacional: El papel de las abejas en la polinización de cultivos. *II Congreso Nacional de Apicultura, Huancayo-Perú*. Universidad de Guadalajara. Departamento de Producción Agrícola. Apiculture Laboratory. National Institute of Livestock and Grassland Science. Japan.

- MAGRAMA (2016). *Plan Nacional de Medidas de Ayuda a la Apicultura España 2017-2019*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Manresa, (2005). *Clasificación de mieles de abeja uniflorales mediante propiedades químicas, físicas y sensoriales*. Tesis. Universidad de La Habana, Instituto de farmacia y alimentos. La Habana, Cuba.
- Martínez-Pérez, L.R., Martínez-Puc, J.F. y Cetzal-Ix, W.R. (2017). *Apicultura: Manejo, nutrición, sanidad y flora apícola*. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche. 112 p. México.
- Medina, C.M. (1998). *Lugar que ocupan las abejas y otros insectos polinizadores en la naturaleza*. Memorias. Primer Seminario Estatal sobre polinización con abejas. 25 y 26 de Septiembre. Uruapan. Michoacán, México.
- Michener, C. (1979). Bioeography oh the bees. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 66: 277–347.
- Michener, C. (2000). *The bees of the word*. Johns Hopkins University Press: Baltimore 913.
- Michener, C. (2007). *The bees of the world*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London. 913 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2015. *Plan Nacional de desarrollo apícola 2015-2025*. Perú.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, Zona Agraria IX-FAO (1971). *Estudio Detallado de Suelos, Zona del Bajo Mayo*. Departamento de Recursos Naturales Sección Suelos. Proyecto de Desarrollo de las Cuencas de los Rios Huallaga Central, Chiriyacu y Nieva. Tarapoto-Perú.
- Morais, M., Moreira, L., Feás, X., & Estevinho, L. (2011). Honeybeecollected pollen from five Portuguese Natural Parks: palynological origin, phenolic content, antioxidant properties and antimicrobial activity. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 49(5), 1096–101.
- Nates-Parra, G. (2001). *Las Abejas sin aguijón Del Genero Melipona (Himenóptera: Meliponinae) En Colombia*. Dpto. Biología, Universidad Nacional, Bogotá-Colombia, 3(2), 21-33.
- NORMA TÉCNICA PERUANA (NTP 209.168). Nov-4-1999. *Miel: Definiciones, requisitos y rotulado*. 2da edición. Elaborado por la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (CRT) del Instituto Nacional de Defensa de la

- Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). Aprobado en 1999 –oct-20. Lima: INDECOPI- CTR. 13p.
- ONERN (1976). *Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales*. Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. Lima–Perú. Págs. 146.
- Ortiz, V.A. (1988). Algunas características físico-químicas de 10 muestras de miel de la Alcarria. *III Congreso Nacional de Apicultura*. Excma. Diputación Provincial de Guadalajara, 171-177.
- Ortiz, V.A. (1996). *Características de la miel de la Alcarria*. Centro Regional apícola Castilla la Mancha. Guadalajara España.
- Osorio, T.M.P., Rodriguez, A.N. & Salamanca, G.G. (2016). Técnicas de análisis multivariado, modelamiento factorial múltiple y PLS-PATH para estudio y clasificación de tipos de mieles venezolanas de los estados de Lara y Yaracuy. Universidad del Tolima. *Ciencia en Desarrollo*. Vol. 8. Nº 1. ISSN 0121-7488 – Enero-Junio de 2017, pp. 129-143.
- Parmesan C. & Yohe G. (2003). *A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems*. *Nature*. 421: 37-42.
- Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feás, X., & Estevinho, L. M. (2014). Biological activities of commercial bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 63, 233–9.
- Parker, F.D, Bartra, S.W.T. & Tepedino, V.J. (1987). *New pollinator for our crops*. *Agricultural Zoology Reviews*.2, 279/304.
- Peñuelas, J.; Filella, I. & Comas, P. (2002). *Changed plant and animal life cycles from 1952-2000*. *Global Change Biology*, (8): págs. 531-544.
- Pérez A., Alexander H. y Matos A.(2009). Análisis comparativo de la calidad físico-química, microbiológica y organoléptica de la miel de abeja (*Apis mellifera*) producida en diferentes regiones del Perú. *Revista de Investigación Universitaria Vol. 1 Nº 1*. Universidad Peruana Unión.
- Pérez-Arquillué, C., Conchello, P., Ariño, A., Ucar, A. y Herrera, A. (1990). *Estudios de algunos parámetros físico-químicas en mieles monoflorales de Zaragoza*. *Alimentaria*, junio, 59,61.

- Persano, O. (2002). *Apicultura Práctica*. Quinta Edición. Editorial Hemisferio Sur SA. Buenos Aires- Argentina.
- Persano O, Gioia P. & Pulcini P. (1999). *Actividad de la invertasa en la miel*. *Apidologie* 1999; (30): 57-65.
- Philippe, J. M. (1990). *Guía del Apicultor*. Editorial Mundi-prensa. Madrid. España.
- Polaino, C. (2006). *Manual Práctico del Apicultor*. Madrid, España: Cultural S. A.
- PROYECTO PIBA-2-P-183-14(2015). Caracterización melisopalínológica e identificación de flora apícola en ecosistemas de la cuenca del Bajo Mayo Región San Martín. Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad-Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM-T.
- Quero, M.A. (2004). *Las abejas y apicultura*. Texto del Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo-España.
- Quicazán, M.C. (1989). *Evaluación de un método para estimar la actividad diastásica y los efectos que sobre esta variable ejerce la adulteración de la miel de abejas*. Tesis de especialista (No publicada). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Bogotá, Colombia.
- Quilez, E.M.A. y Barrado M.A. (1976). Actividad de agua de la miel y crecimiento de levaduras osmotolerantes. *Anal. Bromatol. XXVIII-1*, pág. 33- 44.
- Ramos, M.; Jordán, O.; Pablo, L.; Espinoza, N. y Añaños, M. (2015). Caracterización físico-química y reológica de miel de abeja comercializada en la feria agroindustrial de Huánuco. *Revista de Investigaciones 2014, 1(2)*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Huánuco.
- Reyes, M.; (2010). *Propiedades fisicoquímicas de filmes biodegradables enriquecidos con extracto etanólico de propóleo verde*. Trabajo de grado (No publicado). Facultad de Ingeniería Agronómica, Programa Ingeniería Agroindustrial. Universidad del Tolima, Colombia.
- Reyes, J. L. y Cano, P. (2000). *Manual de Polinización Apícola*. México: IICA.
- Rinderer, T. & Hellmich R. (1991). *The process of africanization*. Spivak M, Fletcher DJC, Brees MC (eds.), *The African honey bee*. Westview Press, San Francisco, CA. pp. 95–117.
- Root, (1993). *ABC y XYZ de la apicultura*. Editorial Hemisferio Sur S.A. Sexta reimpresión. Buenos Aires. Argentina. 723 páginas.

- Roubik, D.W. (1995). *Pollination of Cultivated Plants in the Tropics*. Roma, IT, Food Agricultural Organization, Agricultural Services Bulletin No. 118.
- Ruttner, F. 1988. *Biogeography and Taxonomy of Honeybees*. Springer-Verlag. Berlin.284 pp.
- Sainz, L.C. y Gómez, F. (2000). *Mieles Españolas características e identificación mediante el análisis del polen*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España.
- Sainz, B. y Triguero, A. (1970). *Composición química y espectro polínico de mieles españolas*. Anales de Bromatología 22: 377-406.
- Salamanca G.G. (2001). *Estudio analítico comparativo de las propiedades fisicoquímicas de mieles de Apis mellifera en algunas zonas apícolas de los Departamentos de Boyacá y Tolima*. [Tesis doctoral]. Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia-España.
- Salamanca, G.G; Osorio, T.M. & Guzmán, S. (2007). Aspectos relativos al polen y su valor estructural. *Apitec Revista Mexicana de Apicultura*, 62, 4-12.
- Salamanca, G.G. (2007). Diez criterios técnicos para el reconocimiento de la calidad de la miel. *APITEC. Revista Mexicana de Apicultura* 1:10-13.
- Salamanca, G.G. (2010). Estudio analítico comparativo de las propiedades fisicoquímicas de mieles de *Apis mellifera*, en algunas zonas apícolas de los departamentos de Boyacá y Tolima. Universidad del Tolima. Colombia: Autor.
- _____. (2012). *Memoria técnica: criterios relativos al análisis sensorial de mieles*. Colombia: Universidad del Tolima.
- Salamanca, G.G, Osorio T.M.P. y Casas R.L.C. (2014). Origen botánico y dominancia cromática de las cargas de polen corbicular colectado por *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) en cuatro zonas biogeográficas Colombianas. *Publicación Zootecnia Trop.*, 32(4):377-390.2014. Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias, Departamento de Química. Ibagué, Tolima-Colombia.
- Sancho T.; Muniategui J.; Huidobro J. y Simal J. (1991). *Mieles del país Vasco: Origen floral*. Anal. Bromatol. XLIII-2/3: 151-163.
- Saavedra, C., Rojas I. y Delgado P. (2013). "Características polínicas y composición química del polen apícola colectado en Cayaltí (Lambayeque-Perú). *Rev Chil Nutr* Vol. 40, N°. 1. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque-Perú.

- SENAMHI (2016). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. 2015-2016. Dirección Regional de San Martín, Ministerio del Ambiente.
- Silva, G.D. (2005). *Guía Ambiental Apícola*. Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Biocomercio Sostenible. Bogotá D.C. Colombia.
- Silva L.M. y Restrepo S. (2012). *Flora apícola: Determinación de la oferta floral apícola como mecanismo para optimizar producción, diferenciar productos de la colmena y mejorar la competitividad*. Bogotá, Instituto Humboldt 28 p.
- Simal, J.; Huidobro, J.F. y Araquistán (1983). Parámetros de calidad de la miel: determinación del contenido de agua. *Offarm*, v. 2(7/8), p. 343-349 pp.
- Serra, J. (1988). Propiedades fisicoquímicas, composición y espectro polínico de mieles *Lavandulla latifolia* med. Producidos en España. *Ciencia de los alimentos*, 8, 295-307.
- Socorro-Abreu, O. y Espinar-Montero, M. (1998). *Estudio del polen con interés en apiterapia*. Editorial Comares. Granada. Colegio Oficial de farmacéuticos de granada.
- Solomon, S. (2007). IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change the Physical Science Basis. Publication: American Geophysical Union, Fall Meeting 2007.
- Soria, A.C., González, M., Lorenzo, C., Martínez-Castro A.I. & Sanza, J. (2004). Characterization of artisanal honeys from Madrid (Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data. *Food Chemistry* 85 (2004) 121–130 pp.
- Terrab, A. y Díez (2003). *Análisis polínicos de mieles de los Parques Naturales de los Alcornocales y Sierra de Grazalema*. España.
- Torchio, E.P. (1987). *Use of non-honey bees species as pollinators of crops*. Proc. Ent. Soc. Ont. Volumen 118. Pag.111-124. Ontario Canadá.
- Trucios, T. (1986). *Calendario fenológico para 55 especies forestales del Bosque Nacional Alexander von Humboldt-Pucallpa, Perú*. Nota técnica N° 2. Instituto Nacional Forestal y de Fauna (INFOR), Centro Forestal y de Fauna (CENFOR) XII - Pucallpa. 28 p.
- Velásquez R.F. y Zevallos P.P. (2017). Determinación de la flora apícola de los bosques secundario en Campo Verde, Ucayali-Perú. *Mentor Forestal* 1(2017)18-23 pp.

- Wilson, C. L., & Loomis, W. E. (1957). *Botany*. New York, United States of America: Holt, Rinehart and Winston, INC.
- White, J.W. (1975). *La colmena y la abeja*. Hamilton, Dadant & Sons. 491 - 530 pp.
- White, J.W. (1978). *Advances in Food Research*. 24, 287-374. Ed. Board. Academic Press. New York. San Francisco. London.
- Winston M.L., Taylor, O.R. y Otis, G.W. (1983). *Algunas diferencias entre las abejas de miel templadas europeas y tropicales africanas y sudamericanas*. *Bee World* 64: 12-21.
- Zandamela, M.E.M.F. (2008). *Caracterización físico-química y evaluación sanitaria de la miel de Mozambique*. [Tesis doctoral]. Universidad Autónoma de Barcelona. 290 págs.
- Zegarra, E. (2006). *Influencia del tratamiento térmico en los parámetros de calidad de la miel de la zona de Íllimo-Departamento de Lambayeque*. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae.

A N E X O S

Anexo 1. *Conversión de grados brix (°Brix) a índice de refracción.*
Se aplica para convertir lecturas en °Brix tomadas de la escala del instrumento a índices de refracción

	Índice de refracción a 589.3nm y 20.0°C	°Brix	Índice de refracción a 589.3nm y 20.0°C	°Brix	Índice de refracción a 589.3nm y 20.0°C	°Brix	Índice de refracción a 589.3 nm y 20.0°C	°Brix	Índice de refracción a 589.3nm y 20.0°C
0	1.33299	17	1.35891	34	1.38846	51	1.42220	68	1.46061
1	1.33442	18	1.36054	35	1.39032	52	1.42432	69	1.46303
2	1.33586	19	1.36218	36	1.39220	53	1.42647	70	1.46546
3	1.33732	20	1.36384	37	1.39409	54	1.42862	71	1.46790
4	1.33879	21	1.36551	38	1.39600	55	1.43080	72	1.47037
5	1.34026	22	1.36720	39	1.39792	56	1.43299	73	1.47285
6	1.34175	23	1.36889	40	1.39986	57	1.43520	74	1.47535
7	1.34325	24	1.37060	41	1.40181	58	1.43743	75	1.47787
8	1.34477	25	1.37233	42	1.40378	59	1.43967	76	1.48040
9	1.34629	26	1.37406	43	1.40576	60	1.44193	77	1.48295
10	1.34782	27	1.37582	44	1.40776	61	1.44420	78	1.48552
11	1.34937	28	1.37758	45	1.40978	62	1.44650	79	1.48811
12	1.35093	29	1.37936	46	1.41181	63	1.44881	80	1.49071
13	1.35250	30	1.38115	47	1.41385	64	1.45113	81	1.49333
14	1.35408	31	1.38296	48	1.41592	65	1.45348	82	1.49597
15	1.35568	32	1.38478	49	1.41799	66	1.45584		
16	1.35729	33	1.38661	50	1.42009	67	1.45822		

Fuente: NORMA TÉCNICA PERUANA (NTP) 209.171-1999.

Anexo 2. *Determinación del contenido de humedad*

Es utilizada para relacionar el índice de refracción con la humedad correspondiente

Índice de Refracción (20°C) (293K)	Contenido de Humedad (%)	Índice de Refracción (20°C) (293K)	Contenido de Humedad (%)	Índice de Refracción (20°C) (293K)	Contenido de Humedad (%)
1.5044	13.0	1.4935	17.2	1.4830	21.4
1.5038	13.2	1.4930	17.4	1.4825	21.6
1.5033	13.4	1.4925	17.6	1.4820	21.8
1.5028	13.6	1.4920	17.8	1.4815	22.0
1.5023	13.8	1.4915	18.0	1.4810	22.2
1.5018	14.0	1.4910	18.2	1.4805	22.4
1.5012	14.2	1.4905	18.4	1.4800	22.6
1.5007	14.4	1.4900	18.6	1.4795	22.8
1.5002	14.6	1.4895	18.8	1.4790	23.0
1.4997	14.8	1.4890	19.0	1.4785	23.2
1.4992	15.0	1.4885	19.2	1.4780	23.4
1.4987	15.2	1.4880	19.4	1.4775	23.6
1.4982	15.4	1.4875	19.6	1.4770	23.8
1.4976	15.6	1.4870	19.8	1.4765	24.0
1.4971	15.8	1.4865	20.0	1.4760	24.2
1.4966	16.0	1.4860	20.2	1.4755	24.4
1.4961	16.2	1.4855	20.4	1.4750	24.6
1.4956	16.4	1.4850	20.6	1.4745	24.8
1.4951	16.6	1.4845	20.8	1.4740	25.0
1.4946	16.8	1.4840	21.0		
1.4940	17.0	1.4835	21.2		

Fuente: NORMA TÉCNICA PERUANA (NTP) 209.171-1999.

Anexo 3. *Especies georeferenciadas en colmenares del distrito Banda de Shicayo*

No.	Nombre común	Altitud (msnmm)	Coordenadas UTM Datum WGS84	
			Este (m)	Norte (m)
1	Paliperro	263 m	352031	9278691
2	Swinglea	263 m	352045	9278695
3	Guaba	264 m	352085	9278703
4	Cedro rosado	264 m	352108	9278707
5	Shapilloja	264 m	352121	9278708
6	Guayaba	264 m	352136	9278710
7	Marupa	265 m	352149	9278714
8	Caoba	265 m	352160	9278716
9	Ocuera negra	266 m	352171	9278719
10	Gliricidia	265 m	352183	9278722
11	Moena amarilla	266 m	352198	9278723
12	Commelina	266 m	352209	9278725
13	Papayo	266 m	352222	9278724
14	Jagua	268 m	352237	9278727
15	Marañon	265 m	352251	9278727
16	Atadijo	265 m	352262	9278728
17	Estribo caspi	268 m	352277	9278730
18	Mango	268 m	352291	9278731
19	Ayac mullaca	267 m	352303	9278733
20	Cítrico	267 m	352315	9278735
21	Cocotero	267 m	352327	9278737
22	Eucalyptus	267 m	352347	9278742
23	Leucaena	266 m	352365	9278743
24	Caimito	265 m	352423	9278741

Anexo 4. *Especies georeferenciadas en colmenares del distrito de Juan Guerra*

No.	Nombre común	Coordenadas UTM Datum WGS84		Altitud (msnmm)
		Este (m)	Norte (m)	
1	Llambo pashaco	352270	9266698	165
2	Bolaquiro	352278	9266710	137
3	Rupiña	352278	9266722	145
4	Hualaja hoja pequeña	352262	9266726	128
5	Garabato casha	352286	9266732	142
6	Algarrobo	352287	9266736	121
7	Tuna	352294	9266741	144
8	Shimbillo negro	352302	9266737	145
9	Pashaca negra	352313	9266738	149
10	Tangarana colorada	352325	9266741	148
11	Acho ishanga	352341	9266734	147
12	Inchawi	352348	9266735	147
13	Leucaena	352364	9266733	145
14	Bolaina blanca	352369	9266739	157
15	Marañon	352348	9266761	161
16	Guaba	352344	9266760	164
17	Vergonzosa	352313	9266772	124
18	Maíz	352333	9266758	163
19	Cocotero	352345	9266747	149
20	Bolsa mullaca	352336	9266744	145

Anexo 5. *Especies georeferenciadas en colmenares de la localidad de Lamas*

No.	Nombre común	Altitud (msnmm)	Coordenadas UTM Datum WGS84	
			Este (m)	Norte (m)
1	Ingaina	573 m	326732	9291788
2	Llambopashaco	574 m	326731	9291784
3	Lagartopashaco	576 m	326730	9291783
4	Sacha Ishanga	574 m	326737	9291782
5	Amasisa	575 m	326734	9291791
6	Shica shica	578 m	326725	9291797
7	Palto	575 m	326753	9291804
8	Fapina	582 m	326719	9291793
9	Hualaja	581 m	326693	9291797
10	Fapina	586 m	326699	9291778
11	Bolaina	590 m	326723	9291763
12	Quillosa Pashaca	587 m	326728	9291772
13	Jagua	587 m	326730	9291769
14	Atadijo	591 m	326734	9291765
15	Pomarrosa	584 m	326685	9291769
16	Cidra	584 m	326683	9291760
17	Ciruela	585 m	326679	9291755
18	Paloblanco	585 m	326682	9291749
19	Limón ácido	586 m	326638	9291721
20	Yarina	587 m	326646	9291712
21	Cafeto	580 m	326639	9291750
22	Pichirina negra	578 m	326633	9291775
23	Shapilloja	572 m	326611	9291769
24	Incira	571 m	326596	9291764
25	Shapaja	572 m	326600	9291766
26	Naranjilla	573 m	326599	9291763
27	Pucavarilla	573 m	326595	9291755
28	Atadijo	567 m	326581	9291769

Anexo 6. *Especies georeferenciadas en colmenares de la localidad de Zapatero*

No.	Nombre común	Coordenadas UTM		Altitud (msnmm)
		Datum WGS84		
		Este (m)	Norte (m)	
1	Ishpingo	335188	9276543	300 m
2	Paliperro	335182	9276540	302 m
3	Caoba	335177	9276545	302 m
4	Amasisa	335180	9276546	302 m
5	Limon	335187	9276544	304 m
6	Guanábana	335187	9276542	305 m
7	Naranjilla	335187	9276546	304 m
8	Shapilloja	335187	9276548	304 m
9	No identificada NN	335186	9276544	307 m
10	Bolaina blanca	335187	9276555	305 m
11	Leche caspi	335190	9276560	304 m
13	Anonilla	335186	9276558	306 m
14	Quillo casha	335187	9276559	306 m
15	Chirimoya	335189	9276555	308 m
16	Junjuli	335187	9276561	307 m
17	Palta moena	335184	9276561	307 m
18	Sangre de grado	335181	9276567	307 m
19	Huayrurillo	335190	9276571	310 m
20	Pucavarilla	335191	9276595	311 m
21	Estribo	335193	9276592	311 m
22	Chicharra caspi	335195	9276590	312 m
23	Puca pashaca	335207	9276611	310 m
24	Catahua	335206	9276613	310 m
25	Tingana	335207	9276619	310 m
26	Yahuar caspi	335210	9276619	310 m
27	Taperiba	335225	9276614	310 m
28	Toronja	335229	9276610	311 m
29	Mango	335226	9276595	314 m
30	Palto	335219	9276601	314 m
31	Guayaba	335226	9276574	315 m
32	Coco	335227	9276618	315 m
33	Aguaje	335227	9276616	316 m
34	Lluichu vainilla	335212	9276633	316 m
35	Pisho	335240	9276603	317 m
36	Gliricidia	335278	9276610	319 m
37	Siuca sanango	335292	9276624	323 m
38	Asna Panga	335287	9276618	321 m
39	Albaca	335301	9276618	322 m
40	Chiric sanango	335307	9276622	324 m
41	Huarango	335302	9276636	329 m
42	Huamansamana	335301	9276636	328 m

43	Algarrobo	335302	9276635	328 m
44	Ampihuasca	335581	9276743	383 m
45	Limón casha	335584	9276741	385 m
46	Pinsha caspi	335571	9276697	377 m
47	Especie fabaceae NN introducida	335404	9276661	351 m

Anexo 7. ANOVA de actividad diastásica (°Gothe) en muestras de miel del Bajo Mayo

Fuente	G.L	S.C	C.M	F valor	P valor
Localidades	4	132,3641600	33,0910400	198,73	<0,0001**
Repeticiones	4	0,2460400	0,0615100	0,37	
Error	16	2,6642000	0,1665125		
Total	24	135,2744000			

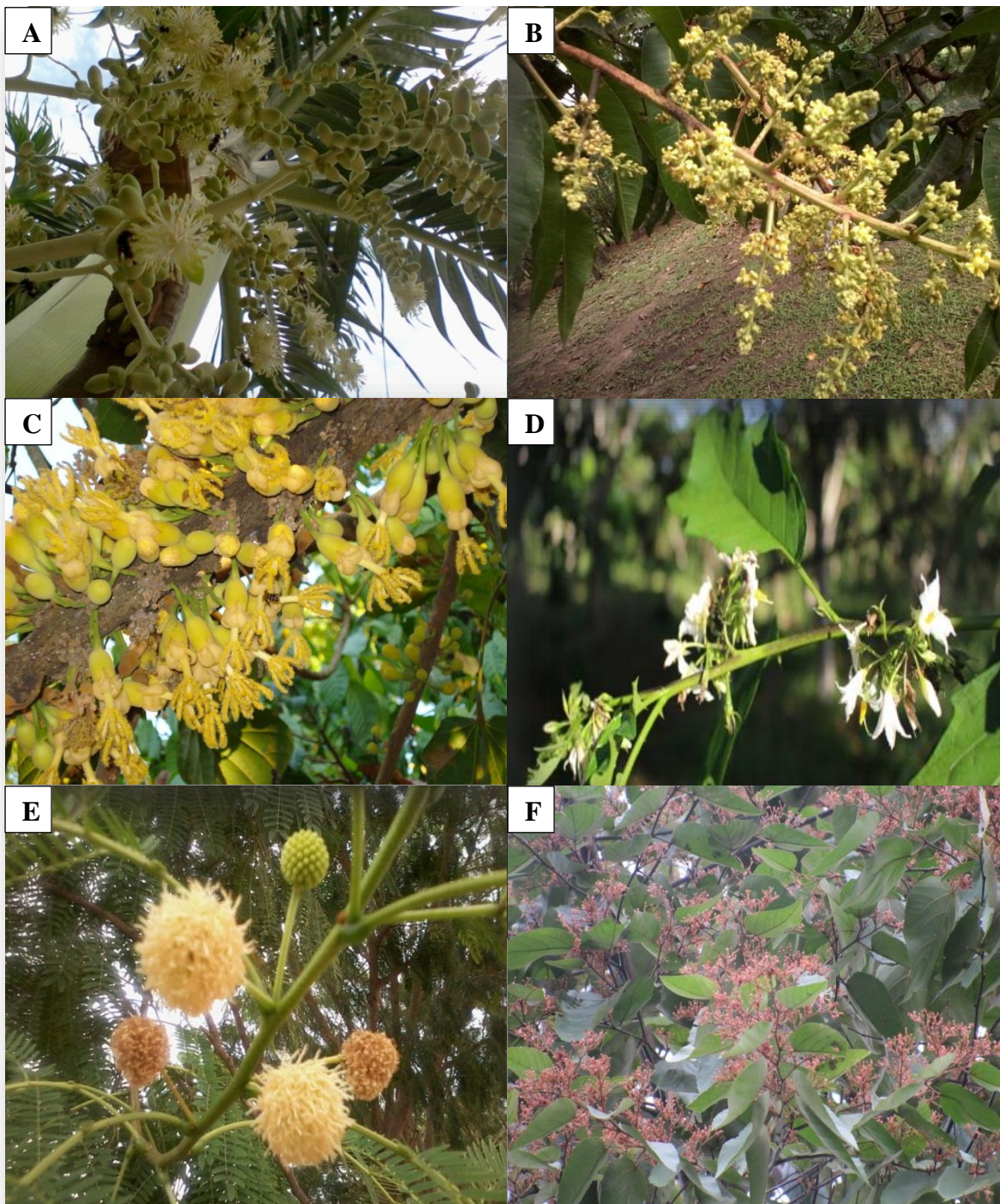
R²=98% C.V=4,3% X=9,488

Anexo 8. ANOVA sobre índice de refracción (IR) en muestras de miel del Bajo Mayo

Fuente	G.L	S.C	C.M	F valor	P valor
Localidades	4	0,00069600	0,00017400	12,43	<0,0001**
Repeticiones	4	0,00013600	0,00003400	2,43	
Error	16	0,00022400	0,00001400		
Total	24	0,00105600			

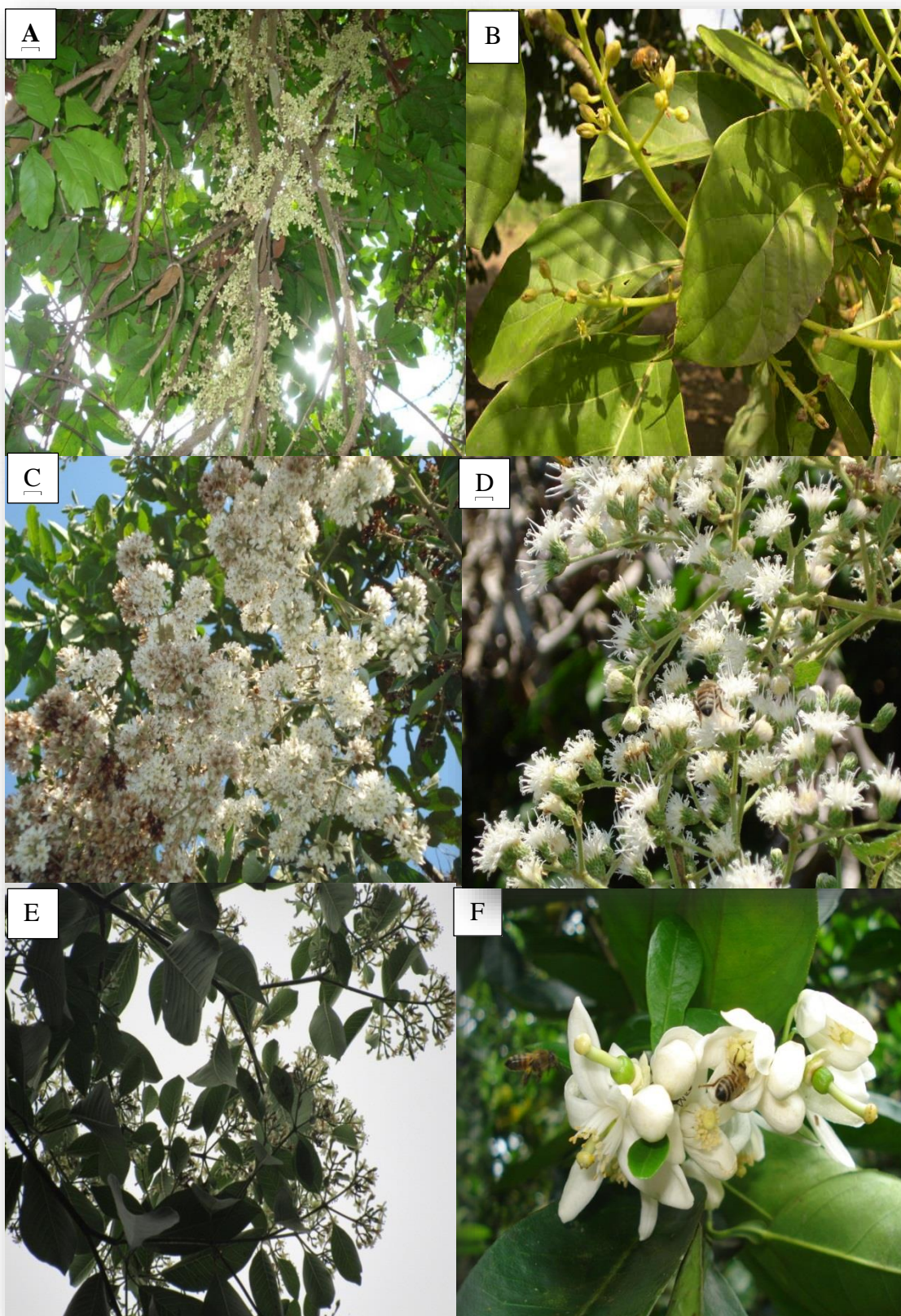
R²=78,8% C.V=0,25% X=1,4876

Anexo 9. Flora apícola con especies representativas del Bajo Mayo



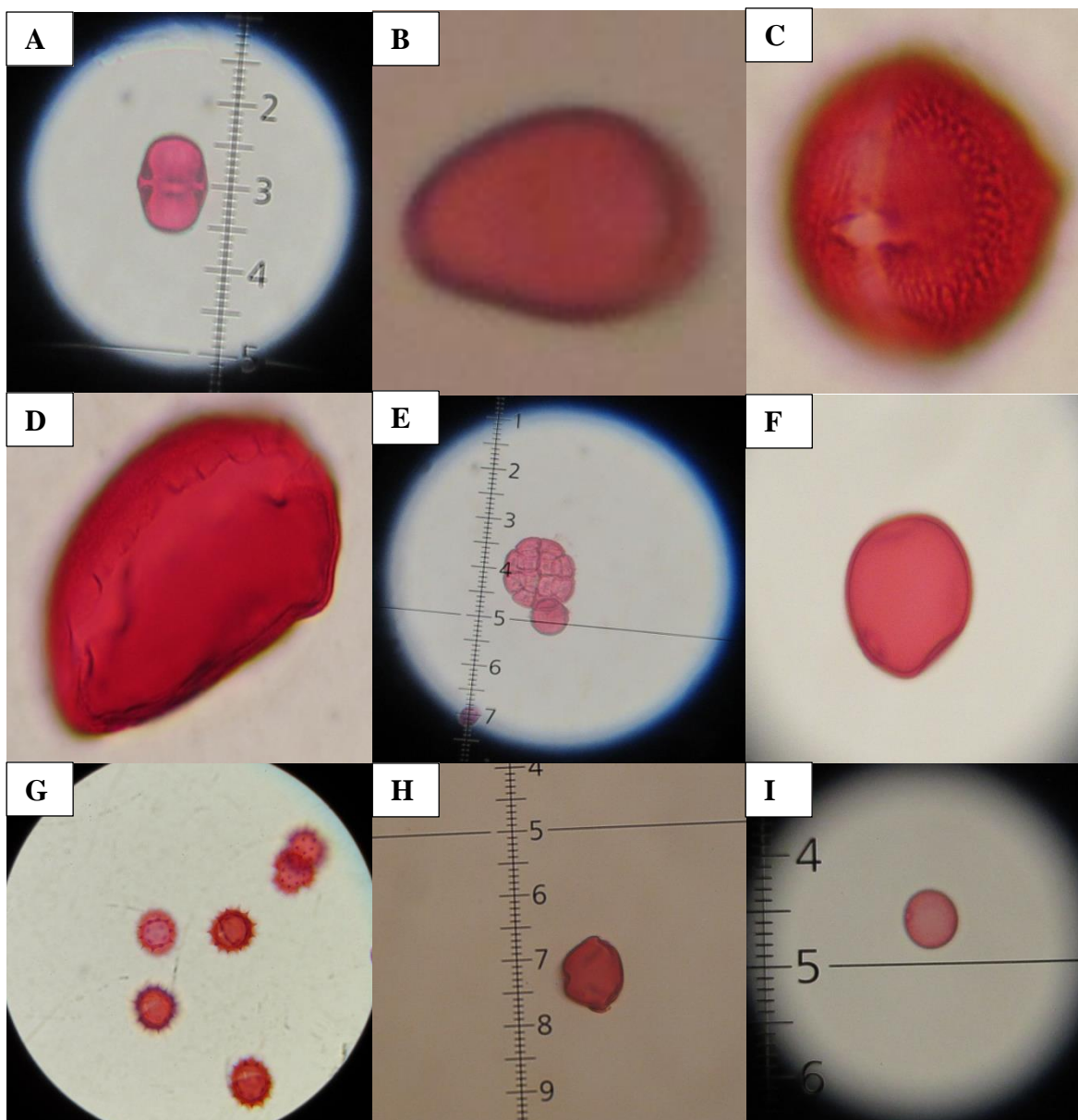
Anexo 10. *Flora apícola con especies representativas del Bajo Mayo*

A. Shatona B. Palto C. Añallo caspi D. Ocuera negra E. Capirona F. Naranja.



Anexo 11. *Pólenes contenidos en muestras de miel del Bajo Mayo*

A. *Sapotaceae* B. *Myrtaceae* C. *Anacardium sp.* D. *Arecaceae* E. *Acacia sp.* F. *Arecaceae* G. *Asteraceae*
H. *Solanaceae* I. *Moraceae-Urticaceae*



Anexo 12. Formato para elaboración de calendario floral apícola

FORMATO DE REGISTRO			
Fecha:		Ubicación (coordenada	
Localidad:		Altitud (m.s.n.m.):	
Nombre de la finca:		Temperatura:	
Nombre del propietario:		Responsable:	

Núm.	Nombre común	Nombre científico	Meses de floración												Recurso floral N - P - NP	Observaciones	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.															
2	Amasisa	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.)O.F.Cook															
3	Añallu Caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken															
4	Atadijo	<i>Trema micrantha</i> (L.) Bl.															
5	Bolaina Blanca	<i>Guazuma crinita</i> Mart.															
6	Café	<i>Coffea arabica</i> L.															
7	Caimito	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.															
8	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> G. King															
9	Cetico	<i>Cecropia membranacea</i> Trec.															
10	Cidra	<i>Citrus medica</i> L.															
11	Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.															
12	Fapina negra, Fapina	<i>Cupania cinerea</i> Poepp. & Endl.															
13	Huaba	<i>Inga edulis</i> Mart.															
14	Huayruro	<i>Ormosia coccinea</i>															
15	Huingo	<i>Crescentia cujete</i> L.															
16	Ingaina colorada	<i>Myrsine oligophylla</i> Zahlbruckner															
17	Jagua	<i>Genipa americana</i> L.															
18	Limón ácido	<i>Citrus limón</i>															
19	Llambo Pashaca	<i>Acacia sp.</i>															
20	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>															
21	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.															
22	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> L.															
23	Pashaca Negra con espina	<i>Cassia spinescens</i>															
24	Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston															
25	Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins															
26	Shimbillo Rugindi	<i>Inga peltadenia harms</i>															
27	Toronja	<i>Citrus aurantium</i> L.															
28	Yarina	<i>Phytelephas macrocarpa</i> Ruiz & Pav.															

N^[1] El néctar como recurso floral colectado por *Apis mellifera*

P^[1] El polen como recurso floral colectado por *Apis mellifera*

NP^[1] El néctar y el polen como recurso floral colectado por *Apis mellifera*

Anexo 13. Formato para el registro quincenal de datos fenológicos

Fecha:		Ubicación (coordenadas):	
Localidad:		Altitud (m.s.n.m.):	
Nombre de la finca:		Temperatura:	
Nombre del propietario:		Responsable:	

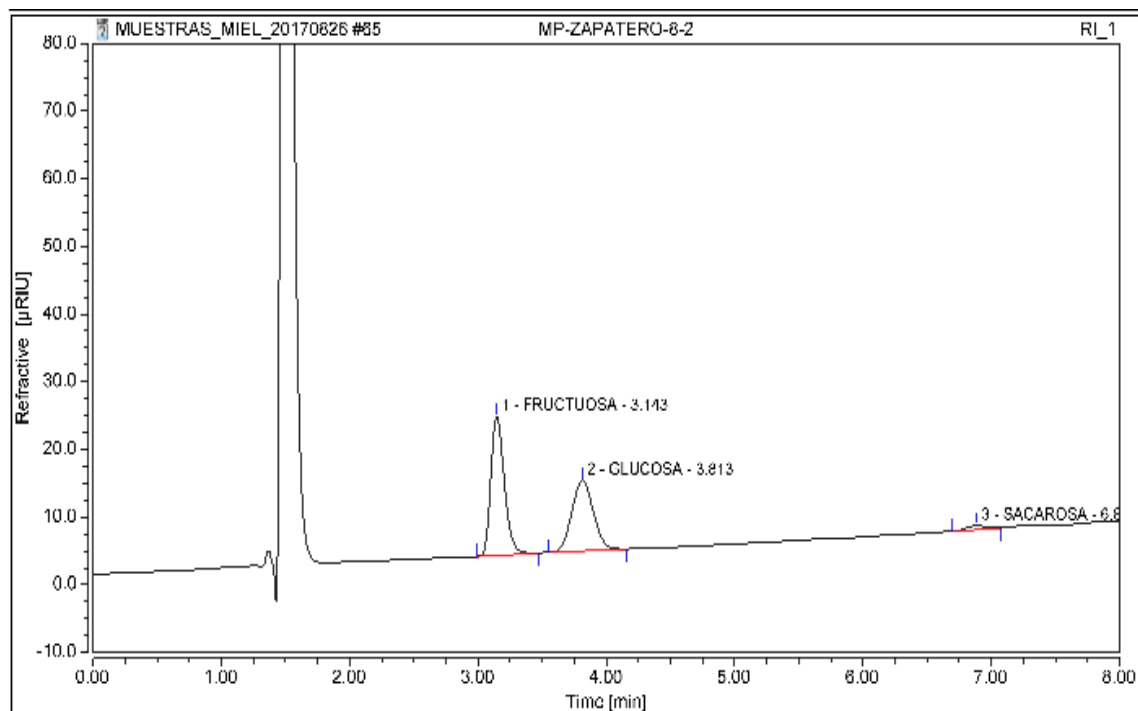
Núm.	Nombre común	Nombre científico	Floración		Presencia de abejas		Recurso floral			Observaciones
			Sí	No	Sí	No	N ^[1]	P ^[1]	NP ^[1]	
1	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.								
2	Amasisa	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.)O.F.Cook								
3	Añallu Caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken								
4	Atadijo	<i>Trema micrantha</i> (L.) Bl.								
5	Bolaina Blanca	<i>Guazuma crinita</i> Mart.								
6	Café	<i>Coffea arabica</i> L.								
7	Caimito	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.								
8	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> G. King								
9	Cetico	<i>Cecropia membranacea</i> Trec.								
10	Cidra	<i>Citrus medica</i> L.								
11	Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.								
12	Fapina negra, Fapina	<i>Cupania cinerea</i> Poepp. & Endl.								
13	Huaba	<i>Inga edulis</i> Mart.								
14	Huayruro	<i>Ormosia coccinea</i>								
15	Huingo	<i>Crescentia cujete</i> L.								
16	Ingaina colorada	<i>Myrsine oligophylla</i> Zahlbruckner								
17	Jagua	<i>Genipa americana</i> L.								
18	Limón ácido	<i>Citrus limón</i>								
19	Llambo Pashaca	<i>Acacia</i> sp.								
20	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>								
21	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.								
22	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> L.								
23	Pashaca Negra con espina	<i>Cassia spinescens</i>								
24	Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston								
25	Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins								
26	Shimbillo Rugindi	<i>Inga peltadenia</i> harms								
27	Torolja	<i>Citrus aurantium</i> L.								
28	Yarina	<i>Phytelephas macrocarpa</i> Ruiz & Pav.								

N^[1] El néctar como recurso floral colectado por *Apis mellifera*

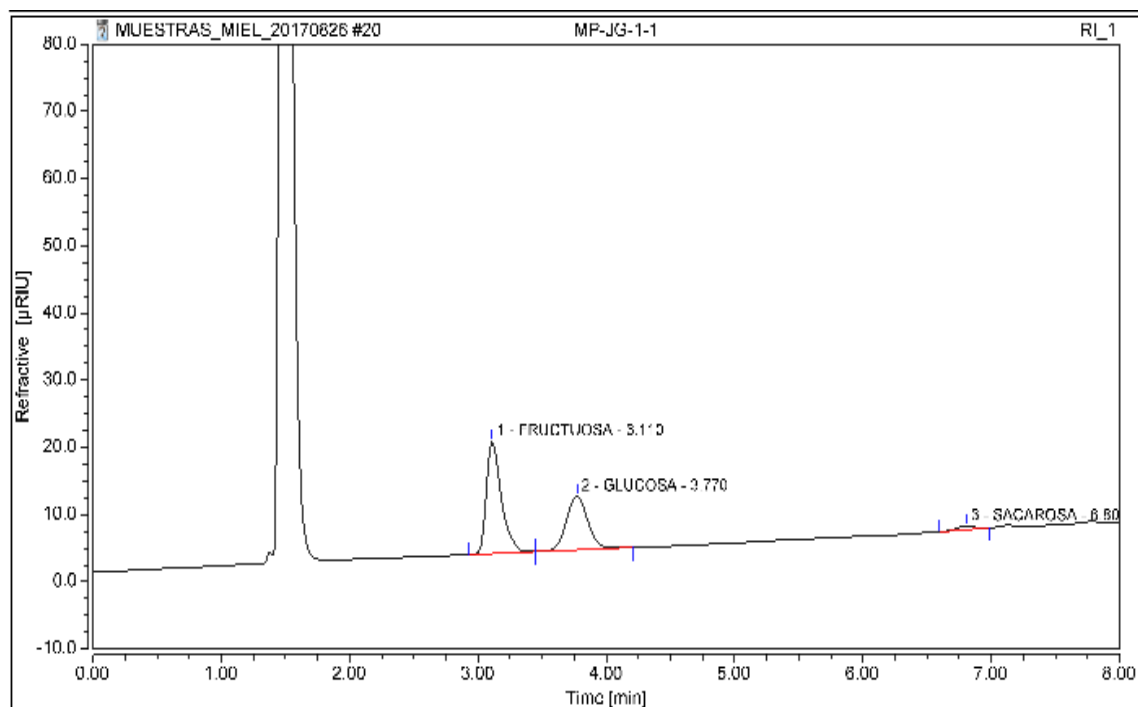
P^[1] El polen como recurso floral colectado por *Apis mellifera*

NP^[1] El néctar y el polen como recurso floral colectado por *Apis mellifera*

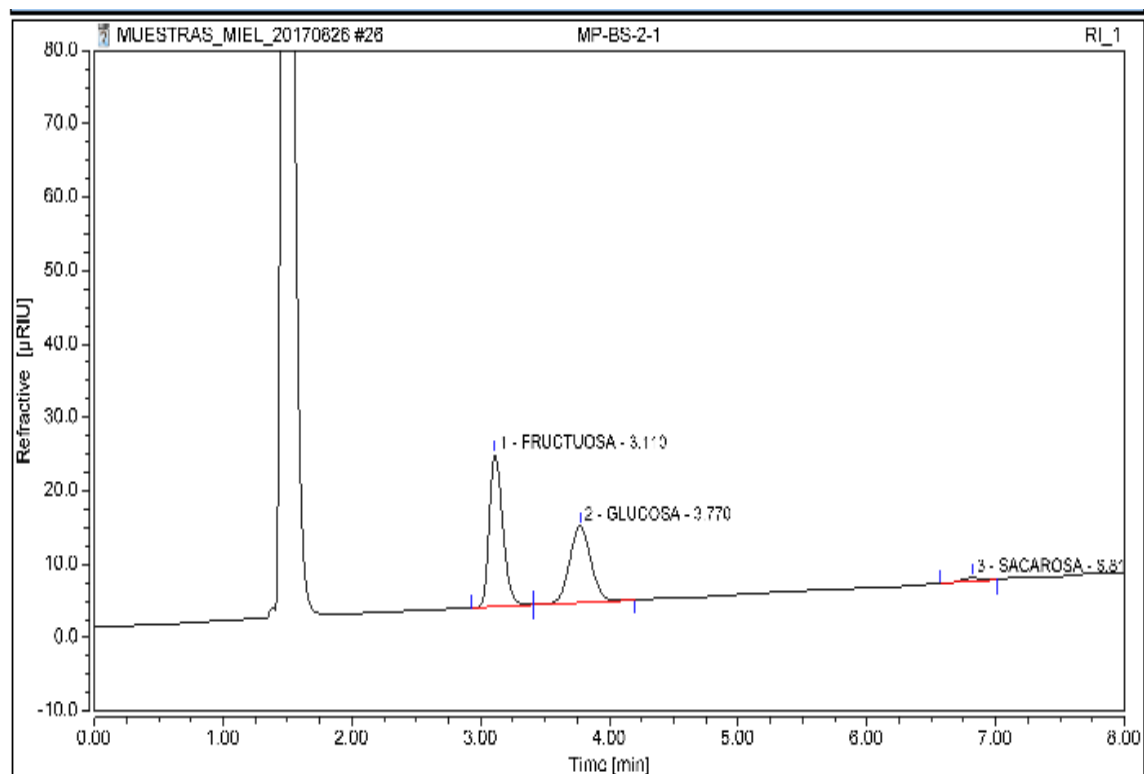
Anexo 14. *Tiempo de retención del contenido de azúcares en miel de Apis mellifera de la localidad de Zapatero*



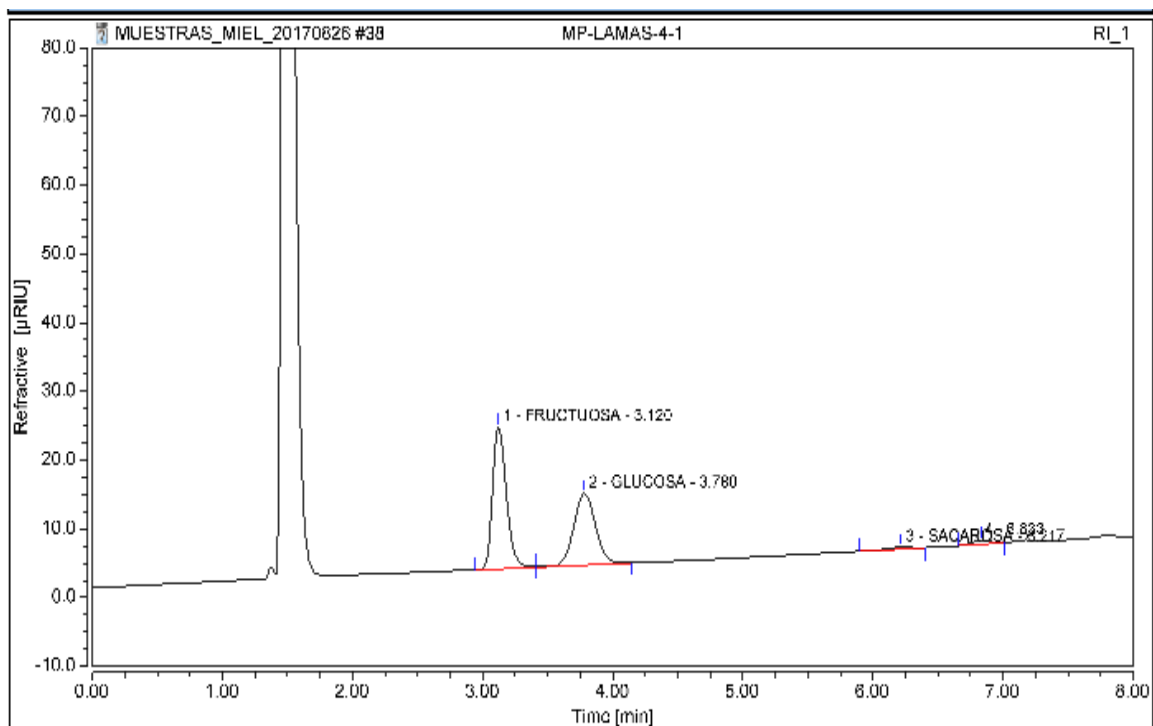
Anexo 15. *Tiempo de retención del contenido de azúcares en miel de Apis mellifera de la localidad de Juan Guerra*



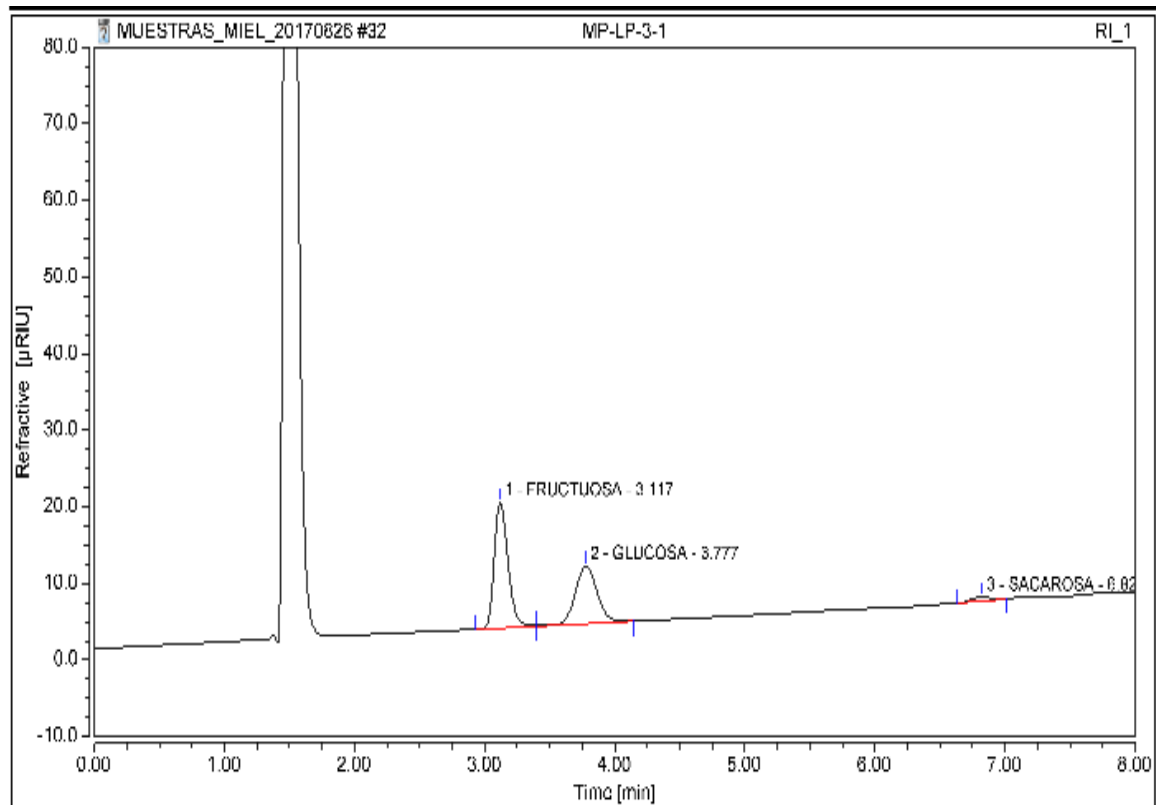
Anexo 16. *Tiempo de retención del contenido de azúcares en miel de Apis mellifera de la localidad de Banda de Shilcayo*



Anexo 17. *Tiempo de retención del contenido de azúcares en miel de Apis mellifera de la localidad de Lamas*



Anexo 18. *Tiempo de retención del contenido de azúcares en miel de Apis mellifera de la localidad de Las Palmas*



Anexo 19. *Análisis de suelos en el entorno del colmenar del Instituto de Educación Superior Tecnológico "Nor Oriental de la Selva", distrito Banda de Shicayo*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN - SUELOS

SOLICITANTE: JAVIER ORMEÑO LUNA

FECHA DE MUESTREO: 15/3/2017

APICULTOR : INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICO "NOR ORIENTAL DE LA SELVA"

FECHA DE REPORTE: 30/3/2017

PROVINCIA: SAN MARTÍN

CULTIVO: AGROSISTEMAS Y PURMAS

DISTRITO: BANDA DE SHILCAYO



N° M	Análisis Físico				Elementos Disponibles							Análisis Químico meq/100g					
	Textura			Clase Textural	pH	C.E. (µS)	% M.O.	% N	P (ppm)	K (ppm)	CIC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al	Al+H
	% Are	% Arc	% Lim														
1	30	35	35	Franco Arcilloso	6,56	284,06	2,35	0,118	10,56	213,25	16,44	14,23	1,25	0,410	0,545	0,00	0,00
Suelos de muy buena textura				Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio	Medio	Alto	Bajo						

DETERMINACIONES	METODOLOGÍAS
TEXTURA :	MÉTODO DEL HIDRÓMETRO BOUYOUCOS
pH :	POTENCIÓMETRO SUSPENSIÓN SUELO - AGUA 1 : 2.5
FÓSFORO :	OLSEN MODIFICADO EXTRACCIÓN NaHCO ₃ 0,5M; pH 8,5 FOTÓMETRO
POTASIO, CALCIO, MAGNESIO Y SODIO:	EXTRACCIÓN CON Acetato de Amonio 1N ABSORCIÓN ATÓMICA
MATERIA ORGÁNICA :	WALKLEY Y BLACK

Anexo 20. Análisis de suelos en el entorno del colmenar del distrito de Juan Guerra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN - SUELOS

SOLICITANTE: JAVIER ORMEÑO LUNA

FECHA DE MUESTREO: 15/8/2017

APICULTOR : JORGE GARCÍA PAREDES

FECHA DE REPORTE: 04/09/2017

PROVINCIA: SAN MARTÍN

CULTIVO: AGROSISTEMAS Y PURMAS

DISTRITO: JUAN GUERRA



N° M	Análisis Físico				pH	C.E. (µS)	% M.O.	Elementos Disponibles			CIC	Análisis Químico meq/100g					
	Textura			Clase Textural				% N	P (ppm)	K (ppm)		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al	Al+H
	% Are	% Arc	% Lim														
1	32	42	26	Arcilla	7,67	295	3,16	0,158	11,1	263,2	29,9	27,12	1,34	0,673	0,78	0,0	0,0
	Suelos ligeramente pesados			Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio	Alto	Bajo	Bajo	Normal					

DETERMINACIONES	METODOLOGÍAS
TEXTURA :	MÉTODO DEL HIDRÓMETRO BOUYOUCOS
pH :	POTENCIÓMETRO SUSPENSIÓN SUELO - AGUA 1 : 2,5
FÓSFORO :	OLSEN MODIFICADO EXTRACCIÓN NaHCO ₃ 0,5M; pH 8,5 FOTÓMETRO
POTASIO, CALCIO, MAGNESIO Y SODIO:	EXTRACCIÓN CON Acetato de Amonio 1N ABSORCIÓN ATÓMICA
MATERIA ORGÁNICA :	WALKLEY Y BLACK

Anexo 21. Análisis de suelos en el entorno del colmenar de la localidad Las Palmas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN - SUELOS

SOLICITANTE: JAVIER ORMEÑO LUNA

FECHA DE MUESTREO: 14/11/2017

APICULTOR : LUIS ARÉVALO FLORES

FECHA DE REPORTE: 22/11/2017

PROVINCIA: SAN MARTÍN

CULTIVO: AGROSISTEMAS Y PURMAS



LOCALIDAD: LAS PALMAS

N° M	Análisis Físico				pH	C.E. (µS)	Elementos Disponibles				CIC	Análisis Químico meq/100g					
	Textura			Clase Textural			% M.O.	% N	P (ppm)	K (ppm)		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al	Al+H
	% Are	% Arc	% Lim														
1	70	13	17	Franco arenoso	6,73	66,32	1,25	0,1	6,32	76,36	6,2	5,32	0,6	0,1	0,2	0,00	0,00
Suelos muy arenosos				Neutro	No hay problemas de sales	Bajo	Normal	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy Bajo	Normal					

DETERMINACIONES	METODOLOGÍAS
TEXTURA :	MÉTODO DEL HIDRÓMETRO BOUYOUCOS
pH :	POTENCIÓMETRO SUSPENSIÓN SUELO - AGUA 1 : 2.5
FÓSFORO :	OLSEN MODIFICADO EXTRACCIÓN NaHCO ₃ 0,5M; pH 8,5 FOTÓMETRO
POTASIO, CALCIO, MAGNESIO Y SODIO:	EXTRACCIÓN CON Acetato de Amonio 1N ABSORCIÓN ATÓMICA
MATERIA ORGÁNICA :	WALKLEY Y BLACK

Anexo 22. Análisis de suelos en el entorno del colmenar de la localidad de Lamas, sector Pucucu

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN - SUELOS

SOLICITANTE: JAVIER ORMEÑO LUNA

FECHA DE MUESTREO: 15/05/2017

APICULTOR : WILDER RUIZ PANDURO

FECHA DE REPORTE: 05/05/2017

PROVINCIA: LAMAS

CULTIVO: BOSQUE SECUNDARIO Y PURMAS

SECTOR: PUCUCA



N° M	Análisis Físico				pH	C.E. (µS)	Elementos Disponibles				CIC	Análisis Químico meq/100g					
	Textura			Clase Textural			% M.O.	% N	P (ppm)	K (ppm)		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al	Al+H
	% Are	% Arc	% Lim														
1	54	19	27	Franco arenoso	5,63	158,3	2,1	0,105	8,1	76,3	5,2	3,2	1,7	0,1	0,2	0,00	0,00
Suelos arenosos				Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio	Bajo		Muy bajo	Bajo	Muy Bajo	Normal			

DETERMINACIONES	METODOLOGÍAS
TEXTURA :	MÉTODO DEL HIDRÓMETRO BOUYOUCOS
pH :	POTENCIÓMETRO SUSPENSIÓN SUELO - AGUA 1 : 2.5
FÓSFORO :	OLSEN MODIFICADO EXTRACCIÓN NaHCO ₃ 0,5M; pH 8,5 FOTÓMETRO
POTASIO, CALCIO, MAGNESIO Y SODIO:	EXTRACCIÓN CON Acetato de Amonio 1N ABSORCIÓN ATÓMICA
MATERIA ORGÁNICA :	WALKLEY Y BLACK

Anexo 23. *Análisis de suelos en el entorno del colmenar del distrito de Zapatero*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN - SUELOS

SOLICITANTE: JAVIER ORMEÑO LUNA

FECHA DE MUESTREO: 2/07/2016

APICULTOR : BILDER LOZANO SÁNCHEZ

FECHA DE REPORTE: 09/08/2016

PROVINCIA: LAMAS

CULTIVO: BOSQUE SECUNDARIO Y PURMAS

DISTRITO: ZAPATERO



N° M	Análisis Físico				pH	C.E. (µS)	Elementos Disponibles				CIC	Análisis Químico meq/100g					
	Textura			Clase Textural			% M.O.	% N	P (ppm)	K (ppm)		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al	Al+H
	% Are	% Arc	% Lim														
1	30	42	28	Arcilla	7,45	424,52	2,78	0,139	9,36	189,63	16,30	13,23	2,36	0,23	0,485	0,0	0,00
Suelos ligeramente pesados				Moderadamente alcalino	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio		Normal	Muy Bajo	Normal					

DETERMINACIONES	METODOLOGÍAS
TEXTURA :	MÉTODO DEL HIDRÓMETRO BOUYOUCOS
pH :	POTENCIÓMETRO SUSPENSIÓN SUELO - AGUA 1 : 2.5
FÓSFORO :	OLSEN MODIFICADO EXTRACCIÓN NaHCO ₃ 0,5M; pH 8,5 FOTÓMETRO
POTASIO, CALCIO, MAGNESIO Y SODIO:	EXTRACCIÓN CON Acetato de Amonio 1N ABSORCIÓN ATÓMICA
MATERIA ORGÁNICA :	WALKLEY Y BLACK