

# Johnny Aaron Jimenez Delgado

## Caracterización fisicoquímica, reológica, microbiológica y sensorial de la miel de Apis mellifera en Boquerón, Padre Aba...

 Revisión Repositorio Institucional de la UNSM

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:539634828

Fecha de entrega

11 dic 2025, 17:44 GMT-5

Fecha de descarga

11 dic 2025, 17:50 GMT-5

Nombre del archivo

Tesis maestría-Johnny Aaron Jimenez Delgado.pdf

Tamaño del archivo

2.0 MB

113 páginas

29.343 palabras

151.916 caracteres




# 8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## Fuentes principales

- 7% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 5% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	tesis.unsm.edu.pe	2%
2	Internet	repositorio.unsm.edu.pe	1%
3	Internet	revistas.unsm.edu.pe	<1%
4	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Martín on 2021-11-25	<1%
5	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2018-03-15	<1%
6	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-28	<1%
7	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2025-11-06	<1%
8	Internet	www.service-public.pf	<1%
9	Internet	bdigital.zamorano.edu	<1%
10	Internet	buscador.una.edu.ni	<1%
11	Internet	cienciasagricolas.inifap.gob.mx	<1%

12	Internet	docplayer.es	<1%
13	Internet	www.ridaa.unicen.edu.ar	<1%
14	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Martín on 2022-12-09	<1%
15	Trabajos del estudiante	Escuela Superior Politécnica del Litoral on 2022-09-29	<1%
16	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2025-06-20	<1%
17	Internet	Zandamela Mougóí, Eduarda Maria Flora. "Caracterización físico-química y evalu...	<1%
18	Internet	qdoc.tips	<1%
19	Trabajos del estudiante	unapiquitos on 2023-10-23	<1%
20	Internet	www.coursehero.com	<1%
21	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
22	Trabajos del estudiante	Universidad de Burgos UBUCEV on 2020-07-07	<1%
23	Internet	www.risti.xyz	<1%
24	Internet	ddd.uab.cat	<1%
25	Internet	www.doccity.com	<1%

26	Trabajos del estudiante	Escuela Politecnica Nacional on 2025-08-06	<1%
27	Trabajos del estudiante	Universitas Andalas on 2019-12-14	<1%
28	Internet	bibliotecadigital.fgv.br	<1%
29	Internet	investigacion.unirioja.es	<1%
30	Trabajos del estudiante	Escuela Superior Politécnica del Litoral on 2025-07-25	<1%
31	Trabajos del estudiante	UNIV DE LAS AMERICAS on 2024-12-04	<1%
32	Trabajos del estudiante	Universidad Catolica San Antonio de Murcia on 2025-04-16	<1%
33	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Colombia on 2015-08-22	<1%
34	Trabajos del estudiante	Universidad del Valle de Guatemala on 2025-09-25	<1%
35	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
36	Internet	www.scielo.org.pe	<1%
37	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
38	Internet	dspace.unitru.edu.pe	<1%
39	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%

40	Internet	revistas.lamolina.edu.pe	<1%
41	Internet	www.scielo.sa.cr	<1%
42	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-11-03	<1%
43	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2016-10-11	<1%
44	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Colombia on 2025-07-17	<1%
45	Trabajos del estudiante	Universidad TecMilenio on 2024-01-20	<1%
46	Internet	archive.org	<1%
47	Internet	es.slideshare.net	<1%
48	Trabajos del estudiante	indoamerica on 2024-04-19	<1%
49	Internet	repositorio.umsa.bo	<1%
50	Internet	repositorio.uns.edu.pe	<1%
51	Internet	repositorioinstitucional.uaslp.mx	<1%
52	Trabajos del estudiante	uady on 2024-12-10	<1%
53	Trabajos del estudiante	unap on 2024-05-07	<1%

54 Trabajos del estudiante  
uncedu on 2025-01-26 <1%

---

55 Internet  
www.galiciaartabradigital.com <1%

---

56 Internet  
www.minem.gob.pe <1%

---

57 Internet  
zagan.unizar.es <1%

---

58 Trabajos del estudiante  
UNIV DE LAS AMERICAS on 2018-10-05 <1%

---

59 Trabajos del estudiante  
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD on 2024-11-18 <1%

---

60 Trabajos del estudiante  
Universidad Nacional de San Martín on 2021-11-22 <1%

---

61 Trabajos del estudiante  
Universidad Privada del Norte on 2024-11-23 <1%

---

62 Trabajos del estudiante  
Universidad de Guadalajara on 2024-12-10 <1%

---

63 Internet  
bdigital.unal.edu.co <1%

---

64 Internet  
dibujotecnicoutepsa.files.wordpress.com <1%

---

65 Internet  
repositorio.chapingo.edu.mx <1%

---

66 Internet  
repositorio.ucss.edu.pe <1%

---

67 Internet  
repositorio.unal.edu.co <1%

---

68	Internet	repositorio.upt.edu.pe	<1%
69	Trabajos del estudiante	uncedu on 2024-12-11	<1%
70	Trabajos del estudiante	uncedu on 2025-06-27	<1%
71	Internet	www.olcsobbat.hu	<1%



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons](#)

[Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](#)

Vea una copia de esta licencia en

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



**ESCUELA DE POSGRADO**

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROINDUSTRIALES

**Tesis****Caracterización fisicoquímica, reológica,  
microbiológica y sensorial de la miel de *Apis  
mellifera* en Boquerón, Padre Abad, Región  
Ucayali – Perú**

Para optar el grado académico de Maestro en Ciencias Agroindustriales

**Autor:**

Johnny Aaron Jimenez Delgado  
<https://orcid.org/0009-0006-6873-5574>

**Asesor:**

Ing. Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge  
<https://orcid.org/0000-0002-3263-6869>

Tarapoto, Perú

2025

**ESCUELA DE POSGRADO**

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROINDUSTRIALES

**Tesis**

**Caracterización fisicoquímica, reológica,  
microbiológica y sensorial de la miel de *Apis  
mellifera* en Boquerón, Padre Abad, Región  
Ucayali – Perú**

1 Para optar el grado académico de Maestro en Ciencias Agroindustriales

**Autor:**

Johnny Aaron Jimenez Delgado

2 Sustentado y aprobado el 26 de noviembre del 2025, por los jurados:

---

**Presidente de Jurado**

Dr. Javier Ormeño Luna

---

**Secretario de Jurado**

M.Sc. Ciceron Tuanama  
Reategui

---

**Vocal de Jurado**

Dr. Víctor Hugo Muñoz Delgado

---

**Asesor**

Dr. Manuel Fernando  
Coronado Jorge

**Tarapoto, Perú  
2025**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

## ESCUELA DE POSGRADO



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Tesis, modo presencial, presentado por:

**Bach. Johnny Aaron Jimenez Delgado**

Con el asesoramiento del Ing. Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge


"Caracterización fisicoquímica, reológica, microbiológica y sensorial de la miel de Apis mellifera en Boquerón, Padre Abad, Región Ucayali-Perú". Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante, lo declaramos: APROBADO


Con el calificativo (\*)


DIÉCISIETE  
(17) MUY BUENO

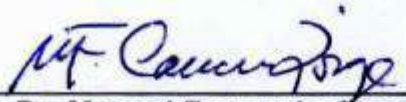
En consecuencia, queda en condición de ser considerado **APTO** por el Consejo Universitario y recibir el Grado Académico de **Maestro en Ciencias Agroindustriales**, de conformidad con lo estipulado en el Artículo 30° del Reglamento de Tesis de la Escuela de Posgrado de la UNSM.

Tarapoto, 26 de noviembre de 2025.

  
Ing. Dr. Javier Ormeño Luna  
Presidente

  
Ing. Mtro. Ciceron Tuanama Reátegui  
Secretario

  
Ing. Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado  
Vocal

  
Ing. Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge  
Asesor

(\*) De acuerdo con el Artículo 40° del Reglamento General de Ciencia, Tecnología e Innovación (RG - CTI) la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, estas deberán ser calificadas con términos de: BUENO, MUY BUENO, EXCELENTE, también considerar la nota



**ESCUELA DE POSGRADO****UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL  
PROGRAMA DE MAESTRIA CIENCIAS AGROINDUSTRIALES****Tesis****Caracterización fisicoquímica, reológica,  
microbiológica y sensorial de la miel de *Apis  
mellifera* en Boquerón, Padre Abad, Región  
Ucayali – Perú****Para optar el grado académico de Maestro en Ciencias Agroindustriales****El suscrito garantiza que el trabajo de tesis presentado es original en su  
argumento y estructura.**

---

**Autor**  
Johnny Aaron Jimenez Delgado

---

**Asesor**  
Dr. Manuel Fernando Coronado  
Jorge**Tarapoto, Perú  
2025**

1

## Declaratoria de autenticidad

2

**Johnny Aaron Jimenez Delgado**, con DNI N° 73315538, egresado de la Escuela de Posgrado de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, del programa de Maestría en Ciencias Agroindustriales, de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Caracterización fisicoquímica, reológica, microbiológica y sensorial de la miel de *Apis mellifera* en Boquerón, Padre Abad, Región Ucayali – Perú.**

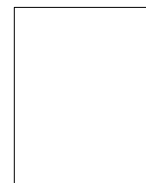
1

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 26 de noviembre de 2025



---

**Johnny Aaron Jimenez Delgado**  
DNI N° 73315538  
Autor

## Ficha de identificación

<p><b>Título:</b> Caracterización fisicoquímica, reológica, microbiológica y sensorial de la miel de <i>Apis mellifera</i> en Boquerón, Padre Abad, Región Ucayali – Perú</p>	<p><b>Área de investigación:</b> Ciencias Agrarias <b>Línea de investigación:</b> Gestión integral y sostenible de los recursos naturales <b>Sublínea de investigación:</b> Procesos Agroindustriales de la producción agropecuaria y forestal de la región San Martín <b>Grupo de investigación:</b> Desarrollo e innovación agroindustrial autosostenible: Res N° 797-2022-UNSM/CU-R <b>Tipo de investigación:</b> Básica <input checked="" type="checkbox"/>, Aplicada <input type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p><b>Autor:</b> Johnny Aaron Jimenez Delgado</p>	<p><b>Escuela de Posgrado</b> Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial Programa de maestría en Ciencias Agroindustriales <a href="https://orcid.org/0009-0006-6873-5574">https://orcid.org/0009-0006-6873-5574</a></p>
<p><b>Asesor:</b> Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge</p>	<p><b>Dependencia local de soporte:</b> Facultad de Ingeniería Agroindustrial Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial Unidad o Laboratorio Ingeniería Agroindustrial <a href="https://orcid.org/0000-0002-3263-6869">https://orcid.org/0000-0002-3263-6869</a></p>

## Dedicatoria

A mis padres, Johnny Wilfredo Jimenez Jimenez y Maria Luzdina Delgado Cubas que me apoyan, aconsejan y están presentes en mi segunda experiencia académica.

A mis hermanos, Jammil, Jocelyn, Jhon, por su motivación, los quiero mucho.

A mis familiares, siempre están en mi corazón y en mis pensamientos.

1

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional de San Martín, mi alma mater de pregrado y posgrado.

2

Al Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge, por su asesoría tanto en la redacción y ejecución de la tesis.

2

## Índice general

Ficha de identificación.....	7
Dedicatoria .....	8
Agradecimientos .....	9
Índice general.....	10
Índice tablas .....	13
Índice figuras.....	15
RESUMEN .....	17
ABSTRACT .....	18
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN .....	19
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	21
2.1.    Antecedentes de la investigación .....	21
2.2.    Fundamentos teóricos.....	23
2.2.1.Colonia.....	23
2.2.2.Miel .....	24
2.2.3.Clasificación de miel.....	24
2.2.4.Características físicas .....	25
2.2.5.Características químicas.....	26
2.2.6.Características reológicas.....	27
2.2.7.Características microbiológicas .....	28
2.2.8.Características sensoriales.....	29
2.2.9.Definición de términos básicos .....	30
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....	31
3.1.    Ámbito y condiciones de la investigación .....	31
3.1.1.Contexto de la investigación .....	31
3.1.2.Periodo de ejecución.....	34
3.1.3.Permisos y la autorización .....	34

42

1

	11
3.1.4. Protocolos de bioseguridad y control ambiental.....	34
3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales .....	34
3.2. Sistema de variables.....	34
3.2.1. Variables principales .....	34
3.2.2. Variables secundarias.....	35
3.3. Procedimientos de la investigación .....	35
3.3.1. Diseño de la investigación .....	35
3.3.2. Evaluar las características fisicoquímicas de la miel .....	38
3.3.3. Evaluar las propiedades reológicas de la miel .....	41
3.3.4. Analizar microbiológicamente a la miel .....	42
3.3.5. Analizar las propiedades sensoriales de la miel .....	44
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>45</b>
4.1. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de la miel .....	45
4.1.1. pH .....	45
4.1.2. Conductividad eléctrica.....	46
4.1.3. Acidez libre.....	49
4.1.4. Color .....	51
4.1.5. Sólidos solubles .....	53
4.1.6. Humedad .....	54
4.1.7. Cenizas.....	56
4.1.8. Azúcares reductores .....	58
4.1.9. Hidroximetilfurfural .....	60
4.2. Evaluación de las propiedades reológicas de la miel .....	62
4.2.1. Densidad .....	63
4.2.2. Viscosidad .....	64
4.3. Análisis microbiológico a la miel .....	70
4.4. Análisis de las propiedades sensoriales de la miel .....	71
4.4.1. Aspecto visual (apariencia).....	71
4.4.2. Aroma .....	74

4.4.3. Boca (aroma retronasal) olfato-gusto .....	77
4.4.4. Boca (gusto) .....	80
4.4.5. Otros (cristalización) .....	82
4.5. Realización de la toma de muestras de las mieles .....	85
4.5.1. Origen, procedencia floral y comportamiento climático .....	85
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>87</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>101</b>

## Índice tablas

Tabla 1	Parámetros fisicoquímicos.....	27
Tabla 2	Límites microbiológicos .....	28
Tabla 3	Ubicación geográfica de las mieles analizadas .....	31
Tabla 4	Cuenca del área de estudio.....	31
Tabla 5	Tabla de indicadores.....	32
Tabla 6	Sectores de extracción de miel .....	34
Tabla 7	El diseño experimental (DCA) .....	36
Tabla 8	El análisis de varianza para el DCA .....	37
Tabla 9	El modelo matemático (DBCA).....	37
Tabla 10	Análisis de varianza (DBCA) .....	37
Tabla 11	Reporte general de los análisis fisicoquímicos .....	45
Tabla 12	Diseño completamente al azar para pH.....	45
Tabla 13	ANOVA del pH .....	46
Tabla 14	Resultados de pH de los tres sectores.....	46
Tabla 15	Diseño completamente al azar para la conductividad eléctrica.....	47
Tabla 16	ANOVA conductividad eléctrica.....	47
Tabla 17	Prueba de Tukey para conductividad eléctrica .....	47
Tabla 18	Diseño completamente al azar para los valores libres de acidez.....	49
Tabla 19	ANOVA para los valores libres de acidez de la miel.....	50
Tabla 20	Prueba de Tukey para los valores libres de acidez .....	50
Tabla 21	Diseño completamente al azar para color.....	51
Tabla 22	ANOVA para el color de la miel.....	52
Tabla 23	Prueba de Tukey para el color de la miel.....	52
Tabla 24	Diseño completamente al azar para sólidos solubles.....	53
Tabla 25	ANOVA de sólidos solubles.....	54
Tabla 26	Resultados de sólidos solubles de los tres sectores .....	54
Tabla 27	Diseño completamente al azar para humedad .....	55
Tabla 28	ANOVA de la humedad de la miel.....	55
Tabla 29	Prueba de Tukey para la humedad.....	55
Tabla 30	Diseño completamente al azar para cenizas .....	57
Tabla 31	ANOVA para cenizas de la miel .....	57
Tabla 32	Resultados de cenizas de los tres sectores.....	58
Tabla 33	Diseño completamente al azar para azúcares reductores .....	58
Tabla 34	ANOVA de azúcares reductores de la miel.....	58

Tabla 35	Prueba de Tukey de azúcares reductores .....	59
Tabla 36	Resultados de los azúcares reductores (fructuosa, glucosa y sacarosa) .....	60
Tabla 37	Diseño completamente al azar para hidroximetilfurfural.....	61
Tabla 38	ANOVA de Hidroximetilfurfural .....	61
Tabla 39	Prueba de Tukey de hidroximetilfurfural.....	61
Tabla 40	Reporte general de los análisis reológicos .....	62
Tabla 41	Diseño completamente al azar para densidad.....	63
Tabla 42	ANOVA de densidad de la miel .....	63
Tabla 43	Prueba de Tukey de la densidad de la miel .....	64
Tabla 44	Diseño completamente al azar para viscosidad .....	65
Tabla 45	ANOVA de la viscosidad de la miel.....	65
Tabla 46	Prueba de Tukey de viscosidad .....	65
Tabla 47	Relación entre la viscosidad, temperatura y humedad de la miel .....	67
Tabla 48	Análisis microbiológico de los tres sectores.....	70
Tabla 49	Reporte general de la evaluación sensorial .....	71
Tabla 50	Diseño de bloques para el atributo aspecto visual .....	72
Tabla 51	ANOVA aspecto visual .....	72
Tabla 52	Tukey para aspecto visual (tratamientos) .....	73
Tabla 53	Tukey para aspecto visual (bloques).....	73
Tabla 54	Diseño de bloques para el atributo aroma .....	75
Tabla 55	ANOVA atributo aroma .....	75
Tabla 56	Tukey atributo aroma.....	76
Tabla 57	Diseño de bloques para el atributo boca (aroma retronasal) .....	77
Tabla 58	ANOVA boca aroma retronasal.....	78
Tabla 59	Tukey boca aroma retronasal (tratamientos) .....	78
Tabla 60	Tukey boca aroma retronasal (bloques) .....	79
Tabla 61	Diseño de bloques para el atributo boca gusto.....	80
Tabla 62	ANOVA aspecto boca gusto .....	81
Tabla 63	Tukey aspecto boca gusto.....	81
Tabla 64	Diseño de bloques para el atributo consistencia de la miel cristalizada .....	83
Tabla 65	ANOVA consistencia de la miel cristalizada .....	83
Tabla 66	Tukey consistencia de la miel cristalizada .....	84
Tabla 67	Distribución, origen de las mieles.....	86
Tabla 68	Datos meteorológicos anual del distrito de Boquerón .....	109
Tabla 69	Datos meteorológicos de forma mensual sector Divisoria (año 2024).....	110
Tabla 70	Datos meteorológicos de forma mensual sector Previsto (año 2024).....	111
Tabla 71	Datos meteorológicos de forma mensual sector Parabólica (año 2024).....	112

## Índice figuras

Figura 1 Las tres clases de individuos en la colmena.....	23
Figura 2 Diagrama de flujo de las Buenas Prácticas Apícolas (BPAP). .....	33
Figura 3 Reporte global de tratamientos, repeticiones y análisis de la miel de abeja. 36	
Figura 4 Determinación de bacterias mesofílicas aerobias en alimentos. ....	43
Figura 5 Determinación de levaduras y mohos en alimentos. ....	44
Figura 6 Conductividad eléctrica de los tres tratamientos. ....	49
Figura 7 Valores libres de acidez de los tres tratamientos. ....	51
Figura 8 Color de los tres tratamientos. ....	53
Figura 9 Contenido de humedad en los tres tratamientos. ....	56
Figura 10 Azúcares reductores de los tres tratamientos. ....	60
Figura 11 Hidroximetilfurfural de los tres tratamientos.....	62
Figura 12 Densidad de los tres tratamientos.....	64
Figura 13 Viscosidad de los tres sectores.....	66
Figura 14 Relación de viscosidad – temperatura de los tres tratamientos.....	68
Figura 15 Relación humedad – viscosidad de los tres tratamientos. ....	69
Figura 16 Perfilación sensorial de los tres sectores, atributo aspecto visual. ....	74
Figura 17 Perfilación sensorial de los tres sectores, atributo aroma. ....	77
Figura 18 Perfilación sensorial de los tres sectores, atributo boca (aroma retronasal). .....	80
Figura 19 Perfilación sensorial de los tres sectores, atributo boca gusto. ....	82
Figura 20 Perfilación sensorial de los tres sectores, atributo consistencia de la miel cristalizada. ....	84
Figura 21 Análisis de conductividad eléctrica. ....	101
Figura 22 Análisis de pH.....	101
Figura 23 Análisis de acidez libre. (a) titulación de las muestras T1, (b) titulación de las muestras T2, T3 y (c) cambio de color de las muestras. ....	102
Figura 24 Análisis de color.....	103
Figura 25 Análisis de sólidos solubles (°Brix). (a) acondicionamiento del refractómetro, (b) se añadió una gota de miel para ser analizada. ....	103
Figura 26 Análisis de humedad de la miel. ....	104
Figura 27 Análisis de cenizas de la miel. ....	104
Figura 28 Análisis de densidad.....	105
Figura 29 Eliminación de impurezas, posteriormente el análisis de viscosidad.....	106

Figura 30 Pruebas microbiológicas. ....107

Figura 31 Formato de evaluación sensorial, capacitación a los panelistas y degustación de las mieles. ....108

## RESUMEN

Caracterización fisicoquímica, reológica, microbiológica y sensorial de la miel de *Apis mellifera* en Boquerón, Padre Abad, Región Ucayali – Perú

La presente investigación de carácter básico-experimental caracterizó a la miel de acuerdo al origen floral y las condiciones climáticas según ecosistema de los tres sectores: Divisoria, Previsto y Parabólica, del distrito de Boquerón, provincia de Padre Abad, región Ucayali. Se analizaron las propiedades fisicoquímicas, reológicas, microbiológicas empleando el diseño completamente al azar (DCA) siendo el método analítico y para la evaluación sensorial el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) el uso de los sentidos y test de preferencia-escala hedónica. La descripción fisicoquímica de la miel de *Apis mellifera L.*, de tres zonas diferentes presentan un pH de  $3.70 \pm 0.32$  a  $3.86 \pm 0.01$ , conductividad eléctrica de  $232.97 \pm 2.95$  a  $303.30 \pm 4.97$   $\mu\text{S/cm}$ , acidez libre de  $29.47 \pm 0.41$  a  $37.24 \pm 0.74$  meq/kg, color de  $69.67 \pm 0.58$  a  $89.00 \pm 0.00$  mm Pfund, sólidos solubles de  $78.02 \pm 1.99$  a  $78.51 \pm 3.14$  °Brix, humedad de  $17.32 \pm 0.41$  a  $19.87 \pm 0.09$  %, cenizas de  $0.03 \pm 0.01$  a  $0.04 \pm 0.00$  %, azúcares reductores de  $60.87 \pm 0.43$  a  $70.36 \pm 2.09$  g/100g, hidroximetilfurfural de  $52.43 \pm 2.61$  a  $66.12 \pm 2.06$  mg/kg. En las pruebas reológicas presenta una densidad de  $1.39 \pm 0.00$  a  $1.44 \pm 0.00$  g/mL, y viscosidad de  $13.28 \pm 0.06$  a  $22.42 \pm 1.50$  Pa.s. Los análisis microbiológicos indican la ausencia de microorganismos que afecte a la miel. En la evaluación sensorial, las mieles fueron calificadas por diez panelistas no entrenados, para el atributo aspecto visual (color de 66.64 a 137.20 puntos, humedad de 35.87 a 44.40 puntos), aroma (calidad de 28.49 a 44.03 puntos, intensidad de 33.11 a 60.00 puntos), boca aroma retronasal (calidad de 69.23 a 105.35 puntos, intensidad de 65.09 a 99.05 puntos), boca gusto (calidad de 92.40 a 158.40 puntos, intensidad de 65.73 a 112.68 puntos) y cristalización 132 puntos. Todas las muestras de miel de abeja mostraron aceptación por los panelistas. En este contexto, la menor calificación fue el sector Previsto por el color oscuro y textura líquida y el sector con mayor puntuación siendo Divisoria por su textura viscosa y color ámbar claro. Considerando que la recolección de muestras de miel procede de diferentes zonas de origen floral, permite la identidad de caracteres fisicoquímicos, reológico, microbiológico y sensorial de origen.

**Palabras clave:** *Apis mellifera L.*, análisis fisicoquímicos, microbiológicos, reológicos, evaluación sensorial.

## ABSTRACT

Physicochemical, rheological, microbiological and sensory characterization of *Apis mellifera* honey in Boquerón, Padre Abad, Ucayali Region – Peru

This basic-experimental research characterized honey according to its floral origin and climatic conditions according to the ecosystem of the three sectors: Divisoria, Previsto and Parabólica, of the Boquerón district, Padre Abad province, Ucayali region. The physicochemical, rheological, and microbiological properties were analyzed using a completely randomized design (CRD) as the analytical method, and for sensory evaluation, a completely randomized block design (CRBD) using the senses and a hedonic scale preference test. The physicochemical description of *Apis mellifera* L. honey from three different areas shows a pH of  $3.70 \pm 0.32$  to  $3.86 \pm 0.01$ , electrical conductivity of  $232.97 \pm 2.95$  to  $303.30 \pm 4.97 \mu\text{S} / \text{cm}$ , free acidity of  $29.47 \pm 0.41$  to  $37.24 \pm 0.74 \text{ meq} / \text{kg}$ , color of  $69.67 \pm 0.58$  to  $89.00 \pm 0.00 \text{ mm Pfund}$ , soluble solids of  $78.02 \pm 1.99$  to  $78.51 \pm 3.14 \text{ }^\circ \text{Brix}$ , humidity of  $17.32 \pm 0.41$  to  $19.87 \pm 0.09 \%$ , ash of  $0.03 \pm 0.01$  to  $0.04 \pm 0.00 \%$ , reducing sugars from  $60.87 \pm 0.43$  to  $70.36 \pm 2.09 \text{ g}/100\text{g}$ , hydroxymethylfurfural from  $52.43 \pm 2.61$  to  $66.12 \pm 2.06 \text{ mg}/\text{kg}$ . In rheological tests it presents a density of  $1.39 \pm 0.00$  to  $1.44 \pm 0.00 \text{ g}/\text{mL}$ , and viscosity of  $13.28 \pm 0.06$  to  $22.42 \pm 1.50 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ . Microbiological analyses indicated the absence of microorganisms that affect honey. In the sensory evaluation, the honeys were rated by ten untrained panelists for the attributes visual appearance (color from 66.64 to 137.20 points, moisture from 35.87 to 44.40 points), aroma (quality from 28.49 to 44.03 points, intensity from 33.11 to 60.00 points), retronasal aroma (quality from 69.23 to 105.35 points, intensity from 65.09 to 99.05 points), mouthfeel (quality from 92.40 to 158.40 points, intensity from 65.73 to 112.68 points), and crystallization (132 points). All honey samples were accepted by the panelists. In this context, the lowest-scoring sector was Previsto, due to its dark color and liquid texture, and the highest-scoring sector was Divisoria, due to its viscous texture and light amber color. Considering that the honey samples collected come from different areas of floral origin, this allows for the identification of physicochemical, rheological, microbiological, and sensory characteristics of the origin.

**Keywords:** *Apis mellifera* L., physicochemical, microbiological, rheological analysis, sensory evaluation.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

*Apis mellifera L.*, uno de los organismos de mayor importancia económica y ecológica porque tiene un papel fundamental como polinizador y en la producción de miel. Sin embargo, las abejas y sus productos están amenazados por diversos factores biológicos, físicos y químicos (Williams et al., 2010).

Las enfermedades y plagas que impactan a las abejas constituyen un peligro considerable para la viabilidad económica de la apicultura a largo plazo, además de la horticultura, la agricultura y el entorno, a causa de su influencia en la reproducción de nuevas abejas. Se calcula que en el Reino Unido, las pérdidas relacionadas con estos problemas llegan a 200 millones de libras al año, en contraste con los cálculos en Estados Unidos, que se estiman en miles de millones de dólares (Pérez, 2010, como se citó en Velásquez & Vargas, 2016).

Según un estudio en la península de Yucatán, México. Los pesticidas glifosato e imidacloprid fueron encontrados en abejas *Apis mellifera*. La existencia de pesticidas en la miel puede servir como un indicador eficaz de la contaminación ambiental, representando una amenaza para la salud de quienes consumen este producto (Ek-Huchim et al., 2024).

El aumento de la temperatura resultante del cambio climático impulsará a las especies de abejas a desplazarse hacia regiones más al norte, lo que les permitirá expandir y cambiar su hábitat (Régnière, 2009). La nutrición de las abejas se ve comprometida debido a la deforestación, la expansión de la agricultura y otros cambios en la utilización del suelo que disminuyen los alimentos disponibles para ellas al reducir los recursos florales (Córdova-Rodríguez et al., 2023).

La primavera es fundamental para las abejas melíferas en climas templados, ya que aumenta la cría y el crecimiento de las colonias, demandando abundantes recursos de polen y néctar. Sin embargo, la expansión urbana y agrícola ha reducido la disponibilidad de flores que los proporcionan (McMinn-Sauder et al., 2022).

En las zonas templadas, la cantidad de polen y néctar accesible para una colonia de abejas melíferas está influenciada por el entorno en el que viven. El crecimiento de la población humana está generando la extensión de áreas urbanas y agrícolas, lo que a su vez está disminuyendo la disponibilidad de recursos para los polinizadores naturales

(Veach et al., 2017). Las abejas melíferas, como polinizadores versátiles, pueden aprovechar los recursos de las flores en un área de alimentación que puede llegar hasta los 6 km (Visscher & Seeley, 1982).

La protección de las abejas melíferas es un desafío complejo que requiere un esfuerzo conjunto de gobiernos, agricultores, apicultores y el público en general. Al trabajar juntos, podemos proteger a estas importantes criaturas y garantizar un futuro sostenible para nuestro planeta.

9

La miel de (*Apis mellifera* L.), proveniente de seis áreas de bosques en recuperación en Pucallpa y Campo Verde fueron analizadas. Los hallazgos indicaron que la mayor parte de las mieles cumple con las normas de calidad, excepto las de Hierbas Buenas, que presentaron bajos azúcares reductores (62,70%), y las de San Pedro y Santa Rosa, que superaron los límites de sacarosa (5,16%) y acidez libre (51 meq/kg), respectivamente. La actividad de glucoxidasa fue calificada como abundante. Las mieles no mostraron contaminación microbiana y fueron calificadas como de buena calidad sensorial en términos de apariencia, sabor y consistencia (Romero, 2017).

A pesar de su importancia, la miel de *Apis mellifera* L., aún no ha sido estudiada en el distrito de Boquerón - Padre Abad. Se desconoce con precisión sus características físicas (color, pH, sólidos solubles, conductividad eléctrica), químicas (humedad, cenizas, acidez libre, azúcares reductores, HMF), reológicas (viscosidad, densidad), microbiológicas (aerobios mesófilos, mohos y levaduras) y sensoriales (aroma, color, sabor, textura) lo que limita su potencial comercialización y consumo. Además de sus propiedades nutraceuticas por su origen floral y las condiciones climáticas de acuerdo a los ecosistemas por cada sector del distrito de Boquerón.

En este contexto, surge el siguiente problema: ¿Será posible realizar la investigación para determinar si la miel de *Apis mellifera* L., es un recurso fundamental para el sector industrial apícola?. A la vez, se formula la siguiente hipótesis: Se prevé que los caracteres fisicoquímicos, reológicos, microbiológicos y atributos sensoriales de las mieles producidas por *Apis mellifera* L., estén correlacionadas al origen floral y comportamiento climático del ecosistema territorial del distrito de Boquerón, Padre Abad, Ucayali. En esta investigación realizada se consideró como objetivo general analizar las propiedades fisicoquímicas, reológicas, microbiológicas y sensoriales de miel de *Apis mellifera* L., en tres sectores de Boquerón, Padre Abad, Región Ucayali – Perú. Los objetivos específicos fueron: Evaluar las características fisicoquímicas de la miel, evaluar las propiedades reológicas de la miel, analizar microbiológicamente a la miel y analizar las propiedades sensoriales de la miel.

9

2

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Pinto-Neto et al. (2024), caracterizaron fisicoquímicamente a la miel de abeja africanizada en las regiones de Sertão do Pajeú y Moxotó/Agreste-Brasil. Los resultados fueron los siguientes: Azúcares reductores (79,5±3 a 84±3 g/100 g), humedad (13±1.3 a 14±2.3 %), pH (4.1±0,3 a 3.9±0.25), acidez libre (50.9±12 a 35.8±6.1 mEq/kg), contenido de cenizas (0.29±0.2 a 0.24±0.12 %), conductividad eléctrica (386±213 a 315±198 µS/cm), HMF (74.3±25 a 12.4±8 mg/kg).

Coronado-Jorge et al. (2022) estudiaron las propiedades fisicoquímicas de miel de *Apis mellifera* de los ecosistemas de Huallaga Central y Alto Mayo, San Martín, Perú. Se llevaron a cabo 20 muestreos de miel en apiarios ubicados en la provincia de Rioja, dentro del ecosistema del Alto Mayo, y en la provincia de Mariscal Cáceres, que pertenece al ecosistema del Huallaga Central. Se analizaron diversos indicadores fisicoquímicos, que incluyeron la acidez (que varió entre 19.72 y 13.25 meq kg<sup>-1</sup>), el pH (entre 4.19 y 3.96), la humedad (desde 19.06 hasta 17.82%), la actividad de agua (de 0.53 a 0.54), la densidad (entre 1.41 hasta 1.42 g mL<sup>-1</sup>), los azúcares reductores (de 63.00 - 64.95%), los sólidos solubles (entre 73.08 y 74.18 °Brix), el color (de 62.57 hasta 85.55 mm PFund), la conductividad eléctrica (de 0.26 hasta 0.41 mS cm<sup>-1</sup>), las cenizas (de 0.23 hasta 0.52%), el hidroximetilfurfural (de 14.30 hasta 15.0 mg kg<sup>-1</sup>) y el índice de diastasa (de 10.54 hasta 10.75 °Gothe). La miel recogida en la provincia de Mariscal Cáceres presentó un color más claro en comparación con la miel del ecosistema del Alto Mayo.

Castillo-Martínez et al. (2022), llevaron a cabo estudios sobre los azúcares y los °Brix en miel de *Melipona beecheii*, *Apis mellifera* y miel comercial obtenida de un mercado local en el país de México. Se estableció el nivel de azúcares a través de cromatografía líquida y se midió el °Brix utilizando un refractómetro. Ninguna de las mieles mostró sacarosa detectable. La miel de *Apis mellifera* tuvo concentraciones promedio de fructosa y glucosa de 36,4 g y 28,9 g por 100 g, respectivamente, mientras que *Melipona beecheii* presentó 38,5 g de fructosa y 28,2 g de glucosa por 100 g. En contraste, el producto del mercado local mostró solo 7,5 g de fructosa y 17,0 g de glucosa por 100 g. Además, la proporción de fructosa respecto a glucosa fue superior a uno en la miel de *Apis mellifera* y *Melipona beecheii*, mientras que en la miel del mercado fue de 0,4.

10

10

65

Todos los tipos mostraron valores próximos de °Brix. Se llegó a la conclusión de que las mieles de *Melipona beecheii* y *Apis mellifera* cumplen con estándares internacionales, mientras que el producto local no es considerado auténtico según regulaciones.

Según, Ormeño et al. (2021), el propósito del artículo fue el análisis de la calidad de la miel de dos especies de abejas nativas sin aguijón en la región de San Martín, Perú: *Melipona eburnea* y *Tetragonisca angustula*. Se utilizó un diseño experimental factorial 2A x 2B, que contempló dos distritos rurales: Yantaló y San Roque de Cumbaza. Se analizaron azúcares reductores mediante HPLC y sólidos solubles con un refractómetro. Los resultados mostraron que *M. eburnea* presenta mayores niveles de fructosa y glucosa en comparación con *T. angustula*. En Yantaló, la miel de *M. eburnea* tuvo más fructosa que en San Roque. Además, se realizó un análisis sensorial que incluyó la evaluación de atributos como color, humedad, aroma y sabor. Las muestras de miel de las dos especies fueron aceptadas, aunque se encontraron diferencias significativas; por ejemplo, en San Roque, *M. eburnea* fue percibida como más dulce, mientras que en Yantaló, *T. angustula* tuvo un perfil dulce y ácido. Los resultados indican que los estándares de calidad definidos para *Apis mellifera*, no son aplicables a estas especies nativas, lo que resalta la necesidad de estandarizar directrices específicas para la miel proveniente de abejas sin aguijón en el país.

Ormeño-Luna y Santander-Ruiz, (2023) llevaron a cabo un análisis para determinar la predominancia cromática de la carga de polen corbicular y de las mieles recolectadas por *Apis mellifera* L., utilizando métodos organolépticos y fisicoquímicos. Las muestras fueron recolectadas siguiendo las Buenas Prácticas Apícolas. Se aplicó la técnica de acetólisis para identificar y clasificar los granos de polen a nivel de familia, utilizando microscopía óptica con un aumento de 1000x. Se identificaron dos grupos de mieles según su origen botánico y geográfico: la miel bifloral de Zapatero, que presenta 14 tipos de polen, destacando las familias Urticaceae y Moraceae (un 87,83%); y la miel multifloral de la Banda de Shilcayo, que también mostró 14 tipos de polen, con predominancia de Solanaceae (un 40,42%) y Arecaceae (un 10,33%). La miel de la Banda de Shilcayo se caracteriza por su color ámbar, un pH más bajo (de 3,375) y una mayor conductividad eléctrica (de 0,673  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), en contraste con la miel de Zapatero, que presenta un color blanco claro, un pH más alto (de 4,276) y menor conductividad eléctrica (de 0,582  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Estos hallazgos permiten una mejor comprensión de la diversidad y las características de los productos obtenidos por las abejas en distintos entornos.

40

1

4

67

59

Marconi et al. (2020), analizaron las propiedades fisicoquímicas y la calidad microbiológica de las mieles producidas por tres especies de abejas sin aguijón en San Martín, Perú: *Scaptotrigona polysticta*, *Melipona illota* y *Tetragonisca angustula*. Entre junio y noviembre de 2019, se recolectaron 30 muestras de miel de un total de 24 colonias. Los resultados revelaron diferencias significativas en el pH y el porcentaje de solutos totales entre las mieles de las distintas especies ( $p < 0.05$ ). Se midieron pH de  $3.8 \pm 0.6$  para la *Scaptotrigona polysticta*,  $3.5 \pm 0.6$  para la *Melipona illota* y  $4.7 \pm 0.6$  para la *Tetragonisca angustula*. En lo que respecta al color, la miel de *S. polysticta* variaba de ámbar claro a amarillo oscuro (de  $115 \pm 23$  mm Pfund), mientras que *T. angustula* mostró un tono amarillo más intenso (de  $178 \pm 33$  mm Pfund). Los recuentos de anaerobios sulfitos reductores y microorganismos mesófilos fueron inferiores a 1 UFC/mL en todas las muestras. Sin embargo, los niveles de hongos y levaduras excedieron los límites permitidos en el 30% de las muestras de *S. polysticta* y en el 50% de las muestras de *T. angustula*. Este estudio aporta al conocimiento sobre las mieles de abejas sin aguijón y brinda información valiosa para establecer estándares de calidad en la meliponicultura peruana.

## 2.2. Fundamentos teóricos

### 2.2.1. Colonia

Una colonia de abejas es un conjunto social en el que se distribuyen diversas tareas entre sus miembros. En este sistema, hay una hembra llamada “reina” que se encarga de la reproducción y de dirigir a la colonia. También se encuentran los machos, conocidos como “zánganos”, cuya principal función es fecundar a la reina. Además, hay numerosas hembras conocidas como “obreras”, que realizan diversas labores, incluyendo la recolección de polen y néctar, la alimentación de las crías o larvas, la limpieza del nido y la protección del grupo (Farouk et al., 2014).



**Figura 1**

*Las tres clases de individuos en la colmena.*

Fuente: (Obdulio, 2019).

### **2.2.2. Miel**

Los ingredientes más habituales presentes en la miel incluyen azúcares (82.4%), agua (17.1%), proteínas (0.1%) y una mezcla de otros elementos que abarca minerales, vitaminas, ácidos orgánicos, compuestos aromáticos y entre otros (0.4%). Su composición principal se compone de varios azúcares, en particular glucosa y fructosa, y otras sustancias, entre ellas ácidos orgánicos, enzimas y sólidos que resultan de su proceso de recolección (Alatríste-Pérez et al., 2017).

Las abejas producen miel, un producto dulce y natural, a partir del néctar de las flores y otras excreciones externas a estas. Estos insectos (abejas) recolectan, transportan y convierten este néctar, mezclándolo con otras sustancias, deshidratándolo, concentrándolo y almacenándolo en sus panales (Castillo-Martínez et al., 2022).

La formulación química de la miel varía considerablemente según las flores visitadas por las abejas, así como por las condiciones climáticas y regionales. Esto da lugar a un producto único que justifica la necesidad de definir sus características y clasificar un "tipo" de miel para cada área o zona (Ciappini et al., 2013).

### **2.2.3. Clasificación de miel**

Según el (Codex Alimentarius, 1981, enmendada en 2022), se clasifican en 3 grupos:

#### **2.2.3.1. Miel monofloral o unifloral**

Se trata de las mieles que derivan principalmente de un tipo de planta específica y que, por consiguiente, presentan características organolépticas particulares que se pueden describir de manera bastante precisa (Codex Alimentarius, 2022).

La miel monofloral presenta un aroma y un sabor distintivos, lo cual es valorado por los consumidores, y por esta razón suele tener un precio más elevado (Tellería, 2001, como se citó en Jacinto-Pimienta et al., 2016).

#### **2.2.3.2. Miel multifloral**

Son aquellas que provienen de una flora diversa, lo que dificulta la identificación precisa de su origen (Codex Alimentarius, 2022). Se origina de diversas especies de flores, sin que ninguna sea la predominante, y se le conoce como multifloral, lo que le otorga una variedad de preferencias (Tellería, 2001, como se citó en Jacinto-Pimienta et al., 2016).

#### **2.2.3.3. Miel de exudación o miel de mielada**

Se obtiene mayormente de los exudados azucarados de las partes activas de las plantas o de su superficie (Codex Alimentarius, 2022).

#### 2.2.4. Características físicas

El estudio de la caracterización física de la miel es importante por varias razones. En muchas ocasiones, este análisis puede proporcionar información sobre el origen de la miel, como es el caso del pH, la propensión a cristalizar y el color. Por lo general, las mieles presentan un sabor distintivo: las variedades más claras tienden a tener sabores suaves, mientras que las más oscuras están relacionadas con sabores intensos y presentaciones menos atractivas (Fattori, 2004).

Estas características son las siguientes: Color, pH, sólidos solubles, conductividad eléctrica.

**Color.** El color es una percepción que tenemos los seres humanos de la luz que un objeto refleja. Esta interpretación depende de la forma en que nuestros ojos captan esa luz reflejada y de cómo nuestro cerebro la interpreta (Delmoro et al., 2010). En el caso de la miel, su color varía debido a diferentes factores y es de suma relevancia desde el aspecto comercial, ya que influye en su valor (Delmoro et al., 2010).

**pH.** El pH es un factor que influye en la conservación de la miel y en la proliferación de microorganismos que pueden afectar su estabilidad y consistencia (Feás et al., 2010). La miel tiene un pH naturalmente bajo, que oscila entre 3 a 4,5, lo que le permite prevenir el desarrollo de bacterias y otros microorganismos. Además, posee una variedad de ácidos orgánicos, en su mayoría presentes como ésteres, que influyen en su sabor y aroma (Arias et al., 2019).

**Sólidos solubles.** La cantidad total de sólidos solubles en la miel de abejas se muestra en términos de (°Brix), un valor que está relacionado al contenido de azúcares. El valor de °Brix que se obtiene utilizando un refractómetro indica el porcentaje de azúcares presentes en la miel (Castillo-Martínez et al., 2022).

**Conductividad eléctrica.** La conductividad eléctrica alude a la habilidad de una disolución del 20% de miel para emitir electricidad. Este parámetro está estrechamente asociado con la cantidad de sales minerales presente. Por lo general, las mieles más claras, que poseen un bajo contenido en minerales, exhiben una baja conductividad, mientras que las mieles más oscuras, que tienen un mayor contenido mineral, presentan una conductividad elevada. Además, las mieles obtenidas de fuentes florales tienden a tener una conductividad más baja y colores más claros en comparación con las mieles de mieladas, que son más oscuras (Tobler & Basilio, 2023).

### 2.2.5. Características químicas

La cantidad de carbohidratos en la miel oscila entre el 95% y el 99%, siendo los monosacáridos más destacados como la glucosa (que varía entre el 27% y el 45%) y la fructosa (que se encuentra entre el 33% y el 42%) responsables del 75% al 85% del total de azúcares presentes en ella (Gleiter et al., 2006, como se citó en Ortega & Currián Montes, 2024).

En el estudio de los parámetros fisicoquímicos, es común observar que en la mayoría de las variedades de miel, la fructosa está presente en mayor proporción, mientras que la glucosa ocupa el segundo lugar en importancia entre los azúcares (Finola et al., 2007, como se citó en Campo & Hincapié, 2022).

Estas características son las siguientes: Humedad, acidez libre, cenizas, azúcares reductores y hidroximetilfurfural.

**Humedad.** Es una de las propiedades esenciales de la miel, y se encuentra influenciada tanto por condiciones ambientales como por la cantidad de humedad que contiene el néctar (García-Chaviano et al., 2022).

**Acidez libre.** Es un parámetro indirecto de la juventud de la miel y refleja la acidez sin tener en cuenta los ácidos específicos que están presentes (Ordóñez et al., 2005). La acidez libre es un factor que está vinculado al deterioro de la miel (Navarro-Martínez et al., 2021).

**Cenizas.** La presencia de sustancias minerales es un indicador crucial para determinar el procedimiento botánico de la miel de abejas. Generalmente, las mieles obtenidas de flores presentan un nivel de cenizas más bajo en comparación con las mieles procedentes de mielada (Vorwohl, 1964). El contenido de cenizas en la miel puede estar asociado con cuestiones de higiene, como la presencia de tierra y arena. Asimismo, la miel que ha sido mezclada con melaza puede presentar un elevado porcentaje de cenizas, el cual no debe exceder el 0.6% conforme a las regulaciones. Las cenizas son en su mayoría minerales, y su concentración varía dependiendo del tipo de néctar: la miel floral generalmente tiene un bajo nivel de cenizas, mientras que la mielada suele tener un contenido más alto (Laboratorio Profeco, 2015).

**Azúcares reductores.** La combinación de glucosa y fructosa casi iguala la suma total de azúcares reductores, dado que estas dos azúcares constituyen más del 90% del total de azúcares reductores presentes. De hecho, los niveles mínimos recomendados para

la combinación de glucosa y fructosa, que son de 45 g y 60 g por cada 100 g de miel para las mieles de mielada y las mieles florales, respectivamente, son casi iguales a los estándares fijados para el contenido de azúcares reductores (Bogdanov et al., 2000).

**Hidroximetilfurfural.** Se trata de un aldehído cíclico que se genera de manera gradual a partir de la fructosa presente en la miel, en un proceso que ocurre de forma natural y que se ve acelerado por temperaturas elevadas y prácticas de calentamiento inapropiadas. La concentración de HMF se utiliza para determinar la frescura de la miel, así como para evaluar las condiciones de su procesamiento y almacenamiento (Cervera & Cervera, 1994).

En la tabla 1, se puede visualizar los parámetros fisicoquímicos reportados por diferentes autores.

**Tabla 1**

*Parámetros fisicoquímicos*

Constituyentes	Concentración	Referencias
Color	0 mm a > 114 mm	(Ulloa, 2022)
pH	3,3 a 4,6	(Ulloa, 2022)
Sólidos solubles	≥ 60 g 100 g	(Castillo-Martínez et al., 2022)
Conductividad eléctrica	≤ 0,8 mS/cm	Norma para la miel CXS12-1981, (Codex Alimentarius, 2022).
Humedad	≤ 20 %	CXS12-1981, (Codex Alimentarius, 2022).
Acidez libre	≤ 50 meq/kg	CXS12-1981, (Codex Alimentarius, 2022).
Cenizas	0,02 – 0,3%	(Ulloa, 2022)
Azúcares reductores	≥ 60 g/100g	CXS12-1981, (Codex Alimentarius, 2022)
Hidroximetilfurfural	80 mg/kg	CXS12-1981, (Codex Alimentarius, 2022).

### 2.2.6. Características reológicas

La reología es una disciplina científica que se enfoca en analizar cómo se deforma y se mueve la materia (Alatraste-Perez et al., 2017).

Estas características son las siguientes: Viscosidad y densidad.

**Viscosidad.** Resistencia que opone un líquido a fluir.

Es una de las características más significativas de la miel, la cual resulta fundamental para los apicultores y quienes se dedican al procesamiento de miel (Alatraste-Perez et al., 2017).

**Densidad.** Se define como la proporción entre la masa y el volumen de una sustancia en particular.

La miel tiene una densidad que fluctúa entre 1,410 y 1,435 kg/l a 20 °C. Esta propiedad está relacionada con la cantidad de sólidos totales y sirve como un indicador de madurez de la miel. Se establece que la densidad ideal para la miel es de 1,4 kg/L (Martos, 2001, como se citó en Romero, 2017). Densidad de la miel debe estar en una escala entre 1,39 hasta 1,44 kg/L (Moyano et al., 2023).

### 2.2.7. Características microbiológicas

Los estudios microbiológicos nos ayudarán a identificar problemas de manejo que afectan la producción de mieles de alta calidad. Los resultados obtenidos nos proporcionarán la información necesaria para sugerir mejoras en las etapas de cosecha y poscosecha de la miel (Cárdenas et al., 2008).

En contraposición a la limpieza, la higiene se consigue a través de la puesta en marcha de acciones que garantizan la seguridad y limpieza de la miel. La existencia de bacterias coliformes, vinculadas a las heces, y un elevado contenido de hongos y levaduras en la miel indican una ausencia de correctas prácticas de higiene y saneamiento en el manejo del producto, además de los procesos de extracción, embalaje y almacenaje (Manual de BPM en miel 1998, adaptado por Taverna, 2016).

El Manual de BPM para las plantas que exportan miel de abejas establece los límites microbiológicos permitidos (Servicio Nacional de Salud Animal Costa Rica [SENASA], 2005). Estos parámetros se reflejan en la tabla 2.

**Tabla 2**  
*Límites microbiológicos*

Parámetro	Límite máximo
Recuento de bacterias aerobias mesófilas (31 ± 1°C)	Hasta 1 x 10 <sup>2</sup> UFC/g
Presencia de Salmonella y Shigella	No detectable en 25 g
Coliformes totales	Menor a 10 UFC/g
Levaduras y hongos	Menor a 1 x 10 <sup>2</sup> UFC/g

Estas propiedades son las siguientes: Bacterias (aerobios mesófilos), mohos y levaduras.

**Aerobios mesófilos.** Son bacterias aerobias que requieren oxígeno para su desarrollo y se forman a temperaturas moderadas, las cuales varían entre 30°C y 37°C, en cualquier tipo de medio de cultivo a base de agar nutritivo. Este grupo de

microorganismos no es necesariamente patógeno, ya que abarca a todos los microbios que se encuentran en los alimentos. Por esta causa, se emplean como un reflejo de las condiciones sanitarias de los alimentos. A mayor cantidad de microorganismos aerobios totales, mayor será la afectación en la calidad del alimento (González, 2018, p. 2). Los aerobios mesófilos son un conjunto de microorganismos que pueden crecer en condiciones con oxígeno a temperaturas que oscilan entre 20°C y 45°C, siendo su rango óptimo de desarrollo entre 30°C y 40°C (Amazará-García & Quintero-Lidueñez, 2022, p. 2).

**Mohos.** Están presentes en la miel en forma de esporas, pero generalmente no ocasionan problemas a menos que la miel absorba humedad en su superficie debido a un almacenamiento inadecuado. En ese caso, podrían proliferar y modificar la calidad del producto (Cárdenas F et al., 2008).

**Levaduras.** Las levaduras son hongos unicelulares.

El origen de la carga microbiana que provoca la fermentación de la miel proviene de las propias abejas, las cuales actúan como portadoras y recolectan estas levaduras de las flores y del entorno (Perez & Jimeno, 1985). Las levaduras y los hongos son los microorganismos más frecuentes que ocasionan la degradación de la miel, y su proliferación provoca procesos de fermentación que afectan negativamente la calidad del producto. Estas fermentaciones pueden intensificarse debido a las prácticas de manejo empleadas durante la producción inicial y el procesamiento de la miel (Mouteira, 2014).

### 2.2.8. Características sensoriales

Las características organolépticas, que se pueden percibir a través de los sentidos, incluyen aspectos como los aromas, sabores, color y textura. Estas cualidades son las que los consumidores consideran y están vinculadas tanto al origen de la miel como a su manejo (Gallez, 2006).

**Color.** Se vincula con la presencia de minerales, polen y sustancias fenólicas, lo que avala que ciertas mieles sean bastante claras, mientras que otras pueden alcanzar la casi oscuridad (Laboratorio Profeco, 2015). El color es un factor que impacta en la forma en que se percibe la miel, y puede influir en su aceptación o rechazo (Salamanca, 2007).

**Sabor.** El sabor de la miel depende de diversos factores. Los colores y olores de las flores atraen a las abejas, lo que da lugar a mieles con una amplia variedad de aromas y sabores (Reina Kilama Sociedad Cooperativa, 2023).

**Color, sabor, aroma.** Hay una amplia diversidad de mieles que presentan distintos aromas, colores y sabores, los cuales varían según su origen floral (Ulloa et al., 2010).

**Textura de la miel.** Una misma miel puede lucir muy distinta dependiendo de si se encuentra en estado líquido o cristalizado. La textura de la miel cristalizada depende del tamaño y la uniformidad de los cristales, mientras que en su estado líquido, la percepción de la textura en la boca está determinada por el porcentaje de humedad (Gallez, 2006, p. 13).

### 2.2.9. Definición de términos básicos

En el presente trabajo existe términos básicos se detalla a continuación:

**Colonia.** Un grupo de abejas que viven juntas y comparten una misma estructura social.

**Colmena.** Se trata de un entorno que ha sido creado o modificado por el ser humano, que puede estar hecho de materiales como madera, corcho, cerámica, plástico, entre otros, en el cual se instala una colonia de abejas con el propósito de criarlas de manera controlada y obtener el máximo rendimiento económico (Farouk et al., 2014).

57 **Miel.** Es un producto dulce y natural producido por la abeja *Apis mellifera* y sus variadas subespecies. Se obtiene del néctar de las flores y de otras secreciones recolectadas por las abejas, que luego transportan, transforman, combinan con diversas sustancias, deshidratan y guardan en los panales (Ulloa et al., 2010).

**Apicultura.** La apicultura se refiere a la cría y cuidado de las abejas, lo que facilita la recolección de productos como miel, propóleos, jalea real, cera y polen (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015).

19 **Polinización.** El procedimiento donde el polen de una flor se traslada a otra, facilitando de esta manera la reproducción vegetal (Abbasi et al., 2021). Las abejas productoras de miel son esenciales como uno de los polinizadores más relevantes a nivel global. La polinización implica el desplazamiento de los granos de polen desde el lado masculino de una flor (antera) al lado femenino de la misma o de otra flor (estigma). Este procedimiento es fundamental para preservar el equilibrio ecológico, puesto que facilita la fecundación de las plantas mediante esta transferencia (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2022).

41

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. **Ámbito y condiciones de la investigación**

##### 3.1.1. **Contexto de la investigación**

###### a) **Lugar de ejecución del trabajo de investigación**

- Departamento: Ucayali.
- Provincia: Padre Abad.
- Distrito: Boquerón.
- Sectores: Divisoria, Previsto y Parabólica.
- Coordenadas: La información de la georreferenciación abarca de los tres sectores siendo un clima cálido y húmedo con abundante precipitación, lo que lo convierte en una zona variada para la apicultura, se puede visualizar en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Ubicación geográfica de las mieles analizadas*

Sector	Altitud (msnm)	Ubicación
Divisoria	1627	9°09'51"S 75°47'43"W
Previsto	561	9°05'18"S 75°44'39"W
Parabólica	391	9°03'27.9"S 75°38'34"W

- Cuenca:

**Tabla 4**

*Cuenca del área de estudio*

Descripción	Categoría hidrológica	Relación
Río Yuracyacu	Subcuenca	Afluente del Aguaytía, pasa por Boquerón
Río Aguaytía	Cuenca principal	Afluente del Ucayali, pasa por Padre Abad
Río Ucayali	Cuenca madre amazónica	Recibe las aguas del Aguaytía y sus afluentes

Nota: La subcuenca del río Yuracyacu que comprende selva alta y selva baja (área de estudio de la investigación).

###### b) **Ubicación y condición de los apiarios o colmenares**

El muestreo no probabilístico por conveniencia se basó en la selección de colmenas fácilmente disponibles y accesibles. Los apiarios se encuentran ubicados en la región

Ucayali, provincia de Padre Abad, distribuidos en tres sectores: Divisoria (sector A), Previsto (sector B) y Parabólica (sector C), y que tiene un área forestal de 40 hectáreas por zona, se puede visualizar en la tabla 5. Estas zonas presentan características geográficas y ecológicas favorables para el desarrollo de la actividad apícola, al contar con abundante vegetación melífera y condiciones climáticas cálidas que favorecen la producción de néctar y polen.

En el sector A (Divisoria), el apiario está situado en la zona de selva alta, a una altitud de 1627 m.s.n.m., con un relieve accidentado y vegetación densa. En el sector B (Previsto), las colmenas se ubican en una zona de selva alta, con altitud de 561 m.s.n.m., con un relieve ligeramente accidentado y vegetación húmedo. Por último, en el sector C (Parabólica), la ubicación corresponde a una zona de transición entre selva alta y selva baja, con una altitud de 391 m.s.n.m., predominando terrenos ondulados y con presencia de cultivos agrícolas.

Las condiciones de los apiarios fueron adecuadas para la recolección de muestras, ya que las colmenas se encontraban en buen estado estructural, limpias y protegidas de la humedad mediante soportes de madera elevados del suelo a 30-40 cm. Asimismo, los apiarios contaban con buen acceso a fuentes naturales de agua, vegetación melífera abundante y se encontraban alejados de zonas urbanas o agrícolas con uso de agroquímicos, lo que garantiza la calidad y pureza de la miel recolectada.

**Tabla 5**

*Tabla de indicadores*

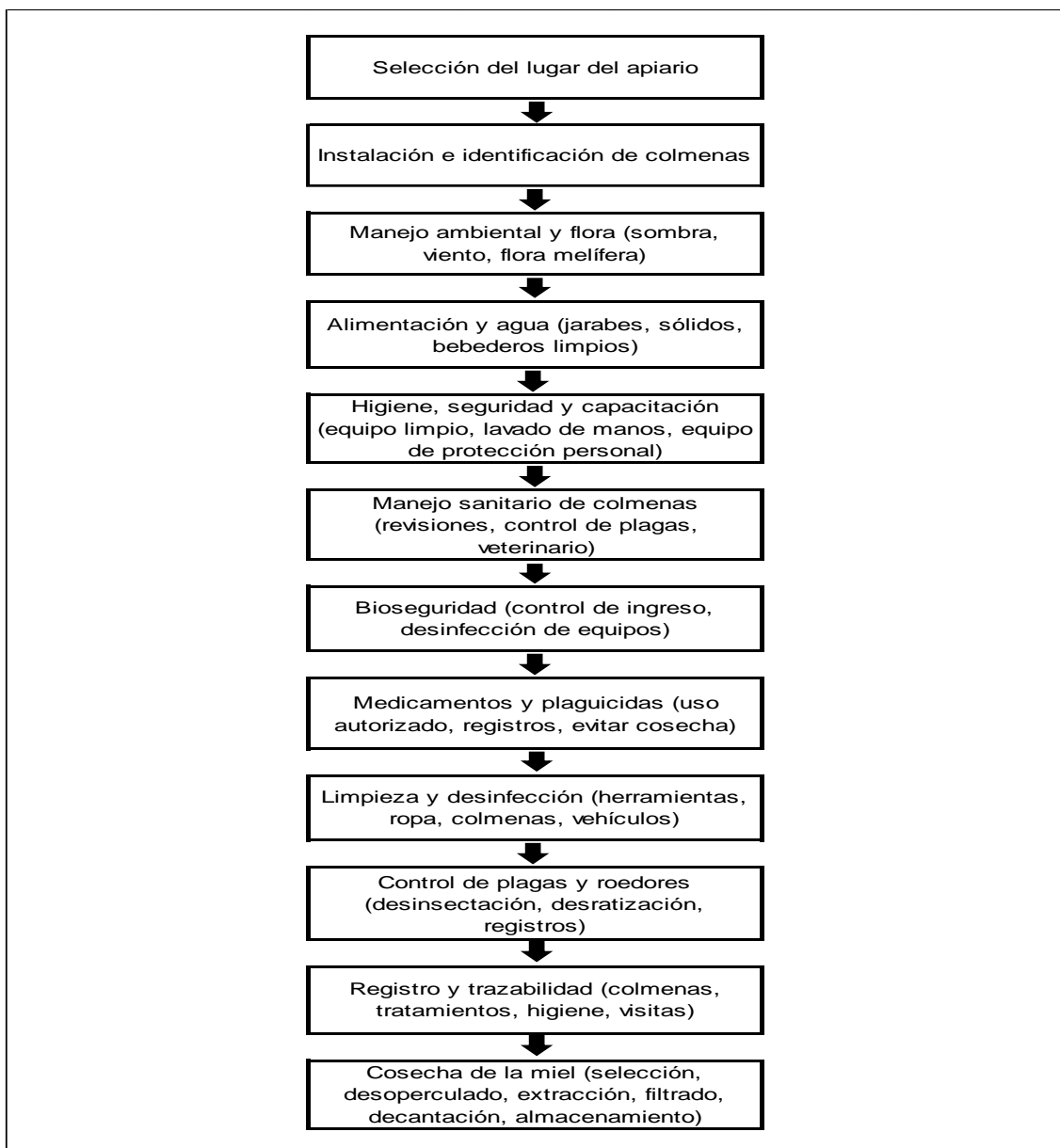
Sectores	Población de colmenas	de % de muestreo	de Muestras por colmenar	Total de muestras
Sector A	5	10%	1.4 kg	1
Sector B	4	25%	1.4 kg	1
Sector C	10	10%	1.4 kg	1
Total	19			3

### c) Condiciones ambientales

Durante la recolección de las muestras, realizada en el mes de octubre de 2024, las condiciones ambientales fueron propicias para la actividad apícola, al desarrollarse en temporada seca, característica por su baja precipitación y alta disponibilidad de floraciones. La temperatura promedio osciló entre 25 °C y 32 °C, con una humedad relativa de 60 % a 75 %, parámetros considerados óptimos para el vuelo y la recolección de néctar por parte de las abejas.

Los sectores evaluados presentan un clima cálido húmedo tropical, típico de la región Ucayali, con una abundante diversidad vegetal que provee recursos florales durante gran parte del año. Los suelos son bien drenados, lo que evita el exceso de humedad en las colmenas, y los apiarios se encuentran protegidos del viento directo mediante la vegetación circundante. Además, existen fuentes de agua limpia cercanas, indispensables para la termorregulación y alimentación de las colonias.

En efecto, se aplicó las Buenas Prácticas de Manejo Apícola, Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA, 2014), esto abarca de la instalación del apiario, la cosecha, extracción, transporte, almacenamiento y fraccionamiento de la miel. Se detalla a continuación:



**Figura 2**  
*Diagrama de flujo de las Buenas Prácticas Apícolas (BPAp).*

52

La toma de las muestras de miel, se visualiza en la tabla 6.

**Tabla 6***Sectores de extracción de miel*

Sector	Cantidad de miel (mL)
A (Divisoria)	1000
B (Previsto)	1000
C (Parabólica)	1000
<b>Total</b>	<b>3000</b>

Las mieles de *Apis mellifera L.*, luego de ser extraídas, se filtraron con tela organza con el fin de eliminar los residuos orgánicos, posteriormente se almacenó en recipientes de vidrio y finalmente se llevó al laboratorio donde se realizaron los análisis fisicoquímicos, reológicos, microbiológicos y sensoriales.

4

El estudio de las muestras de miel se determinó en el laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos, en el laboratorio de Investigación de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNSM, además del laboratorio de Análisis de Calidad de Derivados Apícolas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la misma institución universitaria.

3

2

### 3.1.2. Periodo de ejecución

Se inició en agosto de 2024 y concluyó en enero de 2025, el período de tiempo destinado que se llevó a cabo la investigación se extendió por 6 meses.

### 3.1.3. Permisos y la autorización

No se emplea.

### 3.1.4. Protocolos de bioseguridad y control ambiental

No se emplea.

1

### 3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

En la ejecución del proyecto se adherirá estrictamente a los principios éticos establecidos por la UNSM.

## 3.2. Sistema de variables

### 3.2.1. Variables principales

- Especie abeja (*Apis mellifera L.*).
- Lugar de procedencia (Divisoria, Previsto y Parabólica).

### 3.2.2. Variables secundarias

- propiedades fisicoquímicas (color, pH, sólidos solubles, conductividad eléctrica, humedad, acidez libre, cenizas, azúcares reductores, hidroximetilfurfural) de la miel. Propiedades reológicas (viscosidad, densidad) de la miel. Análisis microbiológico [bacterias (aerobios mesófilos), mohos y levaduras] a la miel. Análisis de las propiedades sensoriales (aroma, color, sabor, textura) de la miel.
- Toma de muestras de miel de las diferentes colonias (origen, procedencia floral y comportamiento climático).

### Variables interferentes

- Época de cosecha, manejo apícola, condiciones de almacenamiento postcosecha, genética y salud de la colonia.

## 3.3. Procedimientos de la investigación

### 3.3.1. Diseño de la investigación

**Tipo de investigación.** El estudio fue básico ya que se caracterizó la miel de acuerdo a su origen floral y las condiciones climáticas de la zona elegida. Esta investigación aportará información de carácter experimental sobre las abejas de Apis en la Región Ucayali.

**Nivel de investigación.** Experimental.

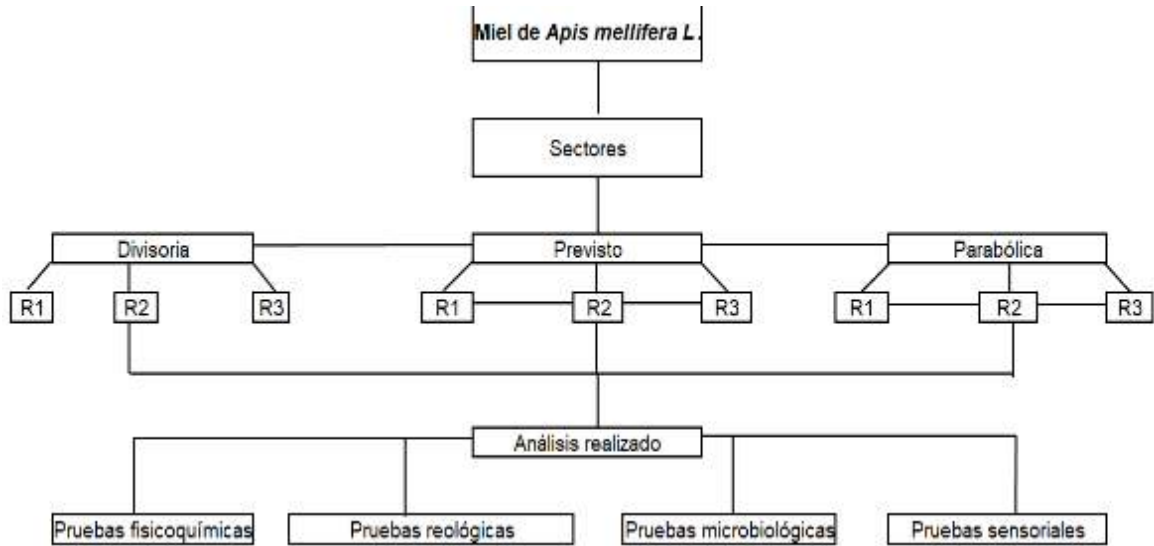
**Enfoque analítico.** El enfoque del estudio fue la caracterización de la miel en función de su origen floral y de las condiciones climáticas de acuerdo con el ecosistema del distrito de Boquerón-Padre Abad, en Ucayali.

**Diseño muestral.** El diseño muestral de carácter no probabilístico por conveniencia, lo que implica que las muestras de miel se seleccionaron en función de la disponibilidad y accesibilidad de los productores de miel en el distrito de Boquerón-Padre Abad.

Se identificó y seleccionó a los apicultores locales que operan en diferentes áreas del distrito, buscando una diversidad en las fuentes florales. Se estableció protocolos para la recolección de miel (inspección de la colmena, condiciones meteorológicas, filtrado, etc.), asegurando que las muestras sean representativas del producto final.

**Diseño experimental.** En la figura 2, el diseño completamente al azar-DCA con 3 tratamientos las pruebas fisicoquímicas, reológicas y microbiológicas. El DBCA que incluye 3 tratamientos por lugar de procedencia de la miel y 10 réplicas (panelistas) para las pruebas sensoriales. Luego se realizó el análisis de variación (ANVA) con una

significancia al nivel del 5% y para ver si hay diferencia estadística de las medias de la muestra, la prueba de Tukey. Se utilizó el software **Microsoft® Excel® 2019 MSO (versión 2507 compilación 16.0.19029.20136) de 64 bits, bajo licencia comercial propietaria (EULA) de Microsoft Corporation**, para procesar los datos.



**Figura 3**  
Reporte global de tratamientos, repeticiones y análisis de la miel de abeja.

El modelo lineal para el DCA es el siguiente (ecuación N° 1):

$$Y_i = \mu + T_i + \epsilon_i \quad \dots \text{Ecuación N° 1}$$

Donde:

**Y<sub>i</sub>**: Procedencia floral y comportamiento climático de la miel según ecosistema.

**μ**: Efecto de la media de todos los datos.

**T<sub>i</sub>**: Efecto de los tratamientos (sectores).

**ε<sub>i</sub>**: Error durante la experimentación.

**Tabla 7**  
El diseño experimental (DCA)

Descripción (tratamientos)	B1	B2	B3
A1	a1b1	a1b2	a1b3
A2	a2b1	a2b2	a2b3
A3	a3b1	a3b2	a3b3

Nota: A1= Divisoria, A2= Previsto, A3=Parabólica; B1= Réplica 1, B2= Réplica 2, B3= Réplica 3

18

27

**Tabla 8**  
*El análisis de varianza para el DCA*

F. V	G. L	S. C	C. M	F
Entre tratamientos	k - 1	SCTr	CMTr	CMTr/CME
Error	N-k	SCE	CME	
<b>Total</b>	<b>N-1</b>	<b>SCT</b>		

Nota: SC=Suma de cuadrados, FV= Fuente de variación GL= Grados libertad, CM=Cuadrado medio  
k: Número de tratamientos, N: Número total de observaciones

El modelo lineal correspondiente al DBCA es el siguiente (ecuación N°2):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \epsilon_{ij} \quad \dots \text{Ecuación N}^\circ 2$$

Dónde:

**Y<sub>ij</sub>**: Procedencia floral y comportamiento climático de la miel según ecosistema.

**μ**: Efecto de la media de todos los datos.

**τ<sub>i</sub>**: Efecto de los sectores.

**β<sub>j</sub>**: Efecto de los panelistas.

**ε<sub>ij</sub>**: Error experimental.

**Tabla 9**  
*El modelo matemático (DBCA)*

Tratamientos (sectores)	Repeticiones (panelistas)			
	P1	P2	⋮	P10
S1	s1p1	s1p2	⋮	s1p10
S2	s2p1	s2p2	⋮	s2p10
S3	s3p1	s3p2	⋮	s3p10

S1= Divisoria

P1= Réplica 1

S2= Previsto

P2= Réplica 2

S3= Parabólica

P10= Réplica 10

**Tabla 10**  
*Análisis de varianza (DBCA)*

F. V	G. L	S. C	C. M	F.C
Tratamientos	t - 1	SCT	CMT=SCT/(t-1)	CMT/CME
Bloques	b - 1	SCB	CMB=SCB/(b-1)	CMB/CME
Error	(t - 1)(b - 1)	SCE	CME=SCE/[(t-1)(b-1)]	
<b>Total</b>	<b>tb-1</b>	<b>SCTotal</b>		

Nota: GL= Grados libertad, CM=Cuadrado medio, FV= Fuente de variación, SC=Suma de cuadrados  
t: Número de tratamientos, b: Número de bloques

25

51

18

### 3.3.2. Evaluar las características fisicoquímicas de la miel

**Humedad.** Se siguió lo establecido por la AOAC 930.15 (Latimer, 2023), para llevar a cabo el análisis de determinación de humedad.

Procedimiento: Se agregó 5 gramos de miel en placa Petri, luego se pesó en una balanza analítica (marca BIOBASE, modelo BA2204C, China), posteriormente se colocó la muestra en una estufa (marca BIOBASE, modelo BOV-T30C, China) de  $105 \pm 2$  °C por 24 horas, luego se colocaron en un desecador por 10 minutos, posteriormente se pesó la muestra, se repitió el procedimiento hasta llegar al peso constante.

Se aplicó la siguiente fórmula (ecuación N° 3):

$$\% \text{ humedad} = \frac{(W_{\text{placa}} + W_{\text{miel húmeda}}) - (W_{\text{placa}} + W_{\text{miel seca final}})}{W_{\text{placa}} + \text{miel seca final}} \times 100 \quad \dots \text{ Ecuación N}^\circ 3$$

**pH.** Se siguió lo especificado en la NTP-209.174-1999 para realizar el análisis de pH (revisada el 2019) del (INACAL, 2019c).

Procedimiento: Se incorporó 10 gramos de muestras de miel en un vaso precipitado de 250 ml, acompañado de 75 ml de agua destilada. Después, la mezcla se homogenizó con un agitador magnético (marca BIOBASE, modelo MS-H280-Pro, China) hasta que la miel se disuelva completamente en el agua. A continuación, el electrodo del potenciómetro (marca HANNA, modelo HI11310, Rumanía) se insertó en la solución y se anotó el resultado del pH-metro (marca HANNA, modelo HI2020-02, Rumanía).

**Acidez libre.** Se llevó a cabo el análisis de acidez de acuerdo con lo establecido en la NTP-209.174-1999, revisada el 2019 del (INACAL, 2019c).

Procedimiento: La muestra se tituló utilizando una solución de NaOH 0.1N, y se añadió de 4 a 5 gotas de fenolftaleína como indicador. Los datos se presentaron en miliequivalentes de ácido por kilogramo de miel (meg/kg).

Se aplicó la siguiente fórmula (ecuación N° 4):

$$\text{Acidez libre (meq/kg)} = \frac{\text{Gasto (mL) NaOH} \cdot N \cdot 1000}{\text{Peso miel (g)}} = \frac{\text{Gasto (mL) NaOH} \cdot 0,1 \cdot 1000}{10} \quad \dots \text{ Ecuación N}^\circ 4$$

**Cenizas.** El análisis de cenizas está especificado en la NTP-209.175-1999, la cual fue actualizada en 2019 (INACAL, 2019d).

Procedimiento: Se pesó una cantidad de miel entre 5 g y 10 g, la cual se colocó en una cápsula de porcelana que ha sido pesada previamente. Luego, se calentó en una estufa (marca BIOBASE, modelo BOV-T30C, China) a  $105 \pm 2$  °C, hasta que la muestra adquiriera un color oscuro y se seque, con el objetivo de evitar pérdidas por derrame. A

68 continuación, se realizó la calcinación de la muestra en una mufla (marca JSR, modelo JSMF-30T, Korea) a 550 °C hasta conseguir un peso estable o constante. Finalmente, se dejó enfriar la muestra antes de proceder a su pesaje. El resultado se expresará como un porcentaje de cenizas (m/m). Se calculará utilizando la siguiente fórmula citada por (Navarro-Martínez et al., 2021).

Se aplicó la siguiente fórmula (ecuación N° 5):

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{m_{cm} - m_{cv}}{m_{cm} - m_{cv}} \times 100 \dots \text{ Ecuación N° 5}$$

Donde:

$m_{cm}$  = masa del crisol + la muestra calcinada (g).

47  $m_{cv}$  = masa del crisol vacío (g).

$m_{cm}$  = masa del crisol + la muestra inicial (g).

**Color.** Se utilizó un colorímetro (marca HANNA, modelo HI 96785, Estados Unidos).

Procedimiento: Primero se colocó la muestra en las cubetas que son recipientes pequeños que contienen la miel durante la medición, luego se calibró el equipo, posteriormente el dispositivo evalúa el color de la muestra y se anotan los resultados.

**Sólidos solubles %.** Se seguirá lo establecido por la NTP-209.178-1999 (INACAL, 2019f).

Procedimiento: En esta evaluación se necesitó de un refractómetro (marca ABBE, modelo AR12, Alemania) que midió el índice de refracción y el porcentaje de sólidos de la miel de los tres sitios (lugares) seleccionados.

**Conductividad eléctrica (CE).** El análisis de conductividad eléctrica está especificado en la Norma Técnica Peruana NTP-209.175-1999 (INACAL, 2019d).

62 Procedimiento: Para esta prueba, se necesitó de un conductímetro (marca HANNA, modelo HI2020-02, Rumanía). Se comenzó por disolver 20 ml de miel en agua destilada hasta llegar a un total de 80 ml en un matraz. Luego, se introduce el electrodo de conductividad (marca HANNA, modelo HI763100, Rumanía) en la solución. Luego asegurarse de que la temperatura esté ajustada a 20 °C antes de tomar la medición con el instrumento.

**Azúcares reductores.** El análisis de azúcares reductores está descrito en la NTP-209.172-1999, la cual fue revisada en 2019 (INACAL, 2019b).

Procedimiento: Se pesó aproximadamente 2 g de miel, que se disolvió en agua caliente. Luego, esta solución se transfirió a un frasco de 100 ml, completándose el volumen con agua destilada. Posteriormente, la mezcla se llenó en una bureta. En un matraz, se añadieron 5 ml de Fehling A, 5 ml de Fehling B y 20 ml de agua, y se llevó a ebullición. A continuación, se realizó la titulación gota a gota. Después, se incorporó un indicador y 3 a 4 gotas de azul de metileno como señal. Finalmente, se repitió la titulación, agitando hasta que se observe el cambio a un color rojo ladrillo.

**Hidroximetilfurfural.** Expresado en mg/kg. Miel. Determinación de Hidroximetilfurfural. Método espectrofotométrico NTP 209.176-1999 (INACAL, 2019e).

Procedimiento:

1. Se pesó 5 g de miel en un vaso de precipitados y posteriormente se a disolvió en 25 mL de agua purificada.

2. Luego se transfirió la disolución en un matraz de Erlenmeyer de 50 mL y agregar 0.5 mL de solución Carrez I y 0.5 mL de solución Carrez II.

3. Completar el volumen con agua destilada hasta 50 mL.

4. Mezclar la solución agitando bien.

5. Filtrar la mezcla empleando un embudo y papel de filtro, desechando los primeros 10 mL del filtrado.

6. Transferir 5 mL del filtrado a tubos de ensayo.

7. En uno de los tubos de ensayo, añadir 5 mL de agua destilada (muestra) y en el otro 5 mL de sulfito ácido de sodio (referencia), mezclando con cuidado.

Para establecer la absorbancia, se midió tanto la muestra como la referencia a 284 nm y 336 nm empleando cubetas de cuarzo (diseñadas específicamente para UV). Configurar el espectrofotómetro a cero utilizando agua destilada para cada longitud de onda al inicio de las mediciones y al cambiar de distancia de onda.

La concentración de hidroximetilfurfural (HMF) se expresará en miligramos por cada 100 gramos de miel utilizando la siguiente fórmula (ecuación N° 6):

$$HMF (mg/100g) = \frac{(B1-B2)*F*5}{P} \dots \dots \text{Ecuación N° 6}$$

Donde:

B1 representa la absorbancia registrada a 284 nm.

B2 representa la absorbancia registrada a 336 nm.

P es el peso de la muestra (gramos).

F tiene un valor de 14,97 (para expresarse en mg/100 g).

### 3.3.3. Evaluar las propiedades reológicas de la miel

**Viscosidad.** Expresado en Pascal-segundo (Pa·s). Se llevó a cabo según lo especificado en la ISO 3219-2 (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2021), para determinar la viscosidad, con un reómetro rotacional (marca PCE INSTRUMENTS, modelo PCE-RVI 10, Alemania).

Procedimiento: Se colocó 40 g de miel en un vaso precipitado (marca PYREX) de 500 ml limpio y seco, luego se homogenizó la muestra con un agitador magnético (marca BIOBASE, modelo MS-H280-Pro, China) que mantuvo a la temperatura de la muestra en promedio de 29-31 C°, con el fin que haya variación de resultados, posteriormente se insertó el husillo tipo cilíndrico sin causar derrames de la muestra, finalmente se anotó los resultados.

Se aplicó la siguiente fórmula (ecuación N° 7):

$$\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \dots \dots \text{Ecuación N° 7}$$

Donde:

$\eta$  = viscosidad (Pa·s),

$\tau$  = esfuerzo cortante (Pa),

$\dot{\gamma}$  = tasa de deformación cortante (s<sup>-1</sup>).

**Densidad.** El análisis de densidad está descrito en detalle en la AOAC 932.14 (Latimer, 2023b).

Se aplicó la siguiente fórmula (ecuación N°8):

$$\text{Densidad(g/mL)} = \frac{(\text{Peso picnómetro+miel}) - (\text{Peso picnómetro vacío})}{(\text{Peso picnómetro+agua destilada}) - (\text{Peso picnómetro vacío})} \dots \dots \text{Ecuación N° 8}$$

Procedimiento: Se llevó a cabo una determinación mediante gravimetría, utilizando un picnómetro de 50 ml y una balanza analítica (marca BIOBASE, modelo BA2204C, China).

12

### 3.3.4. Analizar microbiológicamente a la miel

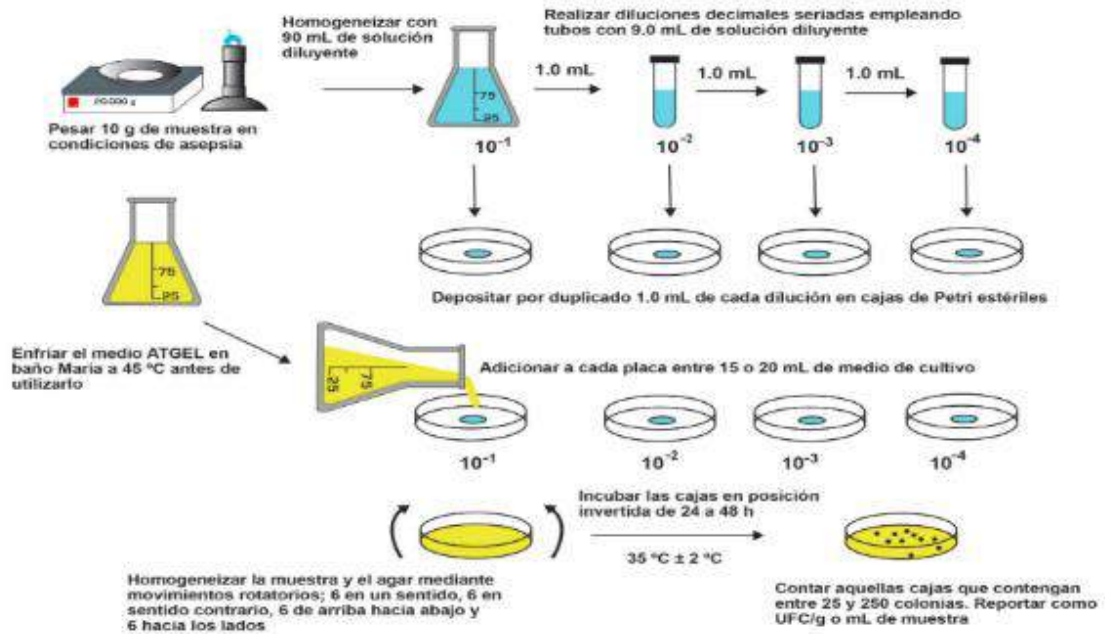
Los análisis realizados fueron aerobios mesófilos, mohos y levaduras (Manual de BPM en miel 1998, adaptado por Taverna, 2016).

#### Aerobios mesófilos

Metodología: El método de recuento en placa consiste en contabilizar las unidades formadoras de colonias (UFC) que se encuentran en un gramo o mililitro de muestra.

Procedimiento:

- Introducir 1 ml de las diluciones elegidas en las cajas de Petri, repitiendo la cantidad.
- Incorporar 15 ml de agar derretido y enfriado a 45 °C en cada caja de Petri.
- Mezclar las cajas con movimientos suaves:
  - a. Levantar y bajar la caja 5 veces.
  - b. Rotar la caja 5 veces en sentido horario.
  - c. Realizar movimientos en L, levantando la caja 5 veces.
  - d. Rotar la caja 5 veces en sentido antihorario.
- Permitir que el agar se solidifique y luego se añadió una capa adicional de agar. Dejar solidificar de nuevo.
- Invertir las cajas y colocar en incubación a 35 °C ± 1 °C durante un periodo de 48 ± 3 horas.
- Añadir una caja con medio sin inoculación como control para verificar la esterilidad.
- Disponer las cajas de Petri en la incubadora en grupos de hasta 6.
- Asegurarse de que el rango de conteo sea de 30 a 300.



**Figura 4**

*Determinación de bacterias mesofílicas aerobias en alimentos.*

Fuente: (Hernández & Giles, 2021).

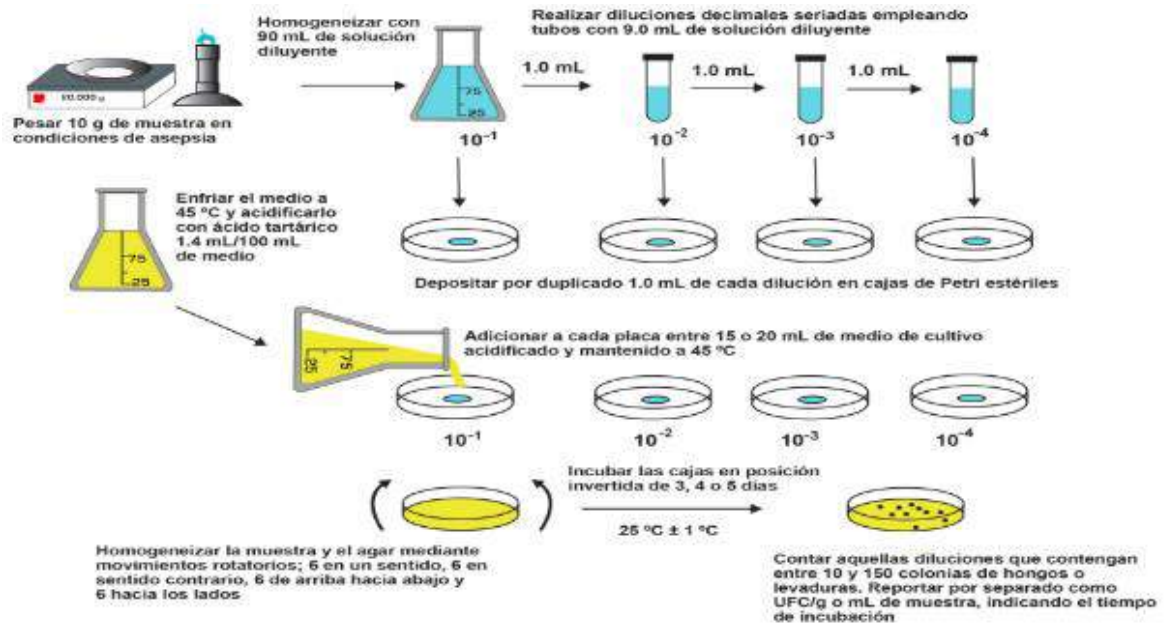
## Mohos y levaduras

La metodología se basa en las Normas Internacionales de (American Public Health Americana [APHA], 2015): Método 17.52.

Metodología: Recuento en placa de mohos y levaduras presentes.

Procedimiento:

- Se disuelven 10 g en 90 ml de agua peptonada con una concentración del 0,1%.
- La mezcla se siembra en placas con medio Agar Diclorán Glicerol (DG18).
- Se incuban a una temperatura de 22°C durante 72 horas.



**Figura 5**

Determinación de levaduras y mohos en alimentos.

Fuente: (Hernández & Giles, 2021).

### 3.3.5. Analizar las propiedades sensoriales de la miel

#### 3.3.5.1. Evaluación sensorial

Procedimiento: Se utilizó la metodología de análisis sensorial de (Salamanca, 2006, p. 10). Adaptado a la configuración del experimento.

Se llevó a cabo una encuesta dirigida a consumidores (panelistas no entrenados), utilizando una escala hedónica estructurada que varía del 0 (deficiente) al 2 (aceptable) y concluyendo en el 4 (excelente). A los participantes se les proporcionó hojas de evaluación junto con tres muestras de miel en vasos desechables de plástico y una cuchara de plástico. Las muestras que se entregó a los consumidores están identificadas con números o códigos (para Divisoria 380, Previsto 410 y Parabólica 520) y se les explicó la metodología de la evaluación. La hoja de evaluación se adjunta en la figura 30.

Se empleó el diseño de bloques completamente al azar-DBCA, donde se procedió a realizar los cálculos respectivos para un total de tres mieles de *Apis mellifera* de diferentes sectores con tres repeticiones, la muestra experimental siendo de 250 ml.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de la miel

Se evaluaron tres muestras de mieles procedentes del distrito de Boquerón, de los diferentes sectores: Previsto, Divisoria y Parabólica. Se reporta de manera global los análisis fisicoquímicos en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Reporte general de los análisis fisicoquímicos*

Parámetro	Unidad	Sectores		
		Divisoria	Previsto	Parabólica
pH	-	3.75±0.10	3.86±0.01	3.70±0.32
Conductividad eléctrica	μS/cm	232.97±2.95	303.30±4.97	290.00±20.00
Acidez libre	meq/kg	37.24±0.74	37.09±0.85	29.47±0.41
Color	mm (Pfund)	69.67±0.58	89.00±0.00	76.67±2.89
Sólidos solubles	°Brix	78.51±3.14	78.38±2.72	78.02±1.99
Humedad	%	17.32±0.41	19.87±0.09	18.49±0.38
Cenizas	%	0.04±0.01	0.03±0.01	0.04±0.00
Azúcares reductores	%	70.36±2.09	60.87±0.43	63.96±1.89
HMF	mg/kg	52.43±2.61	66.12±2.06	61.42±1.54

#### 4.1.1. pH

En la tabla 12, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos y sus tres repeticiones, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el análisis de varianza para los tratamientos, con el fin de saber el efecto sobre el pH (Hi) o la inexistencia de efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 12**

*Diseño completamente al azar para pH*

pH (0-14)						
Tratamientos	Repeticiones			Total tratamientos (X)	X medias	Coeficiente variación (%)
	R1	R2	R3			
<b>T1 (Divisoria)</b>	3.79	3.82	3.63	11.24	3.75±0.10	2.73
<b>T2 (Previsto)</b>	3.87	3.86	3.85	11.58	3.86±0.01	0.26
<b>T3 (Parabólica)</b>	3.90	3.87	3.33	11.10	3.70±0.32	8.67
<b>Total repeticiones (Y)</b>	11.56	11.55	10.81	<b>33.92</b>		

Ho: T1=T2=T3

Hi: T1≠T2≠T3

El análisis de varianza (ANOVA) presentado en la Tabla 13, arrojó un P-Valor de 0.61009. Dado que este valor es significativamente mayor que el nivel de significancia ( $p > 0.05$ ), se acepta la hipótesis nula ( $H_0: T_1=T_2=T_3$ ). Esto indica que, desde un punto de vista estadístico, no existen diferencias significativas en la acidez (pH) de la miel entre los tres tratamientos. Aun así, el sector Parabólica con menor acidez a comparación de las demás muestras.

**Tabla 13**  
ANOVA del pH

Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado	P=Valor	Sig
Tratamientos	2	0.041	0.020	0.54	<b>5.143</b>	0.61009	No
Error	6	0.227	0.038				
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>0.267</b>					

Nota: Sig=Significancia

Los resultados de la miel de los tres sectores procedentes de (Divisoria, Previsto y Parabólica) se puede visualizar en la tabla 14. El pH de los sectores varió desde  $3.70 \pm 0.32$  hasta  $3.86 \pm 0.01$ , esto se debe a la diversidad multifloral de las mieles. Siendo el sector Parabólica con  $3.70 \pm 0.32$ , seguidamente sector Divisoria con un pH de  $3.75 \pm 0.10$  y con mayor pH Previsto  $3.86 \pm 0.01$ . Estos resultados contrastan con lo reportado por García-Chaviano et al. (2022) límite de 3.5 a 4.5, Meza et al. (2025) límite  $3.50 \pm 0.04$  y Ulloa, (2022) rango entre 3.4 a 6.4, para mieles florales de 3.3 a 4.6, miel de castaño de 5 a 6 y para miel de mielatos de 4.5 a 6.5 de pH. Todas las mieles analizadas, presentan un nivel de acidez estadísticamente similar y acorde con los estándares de calidad. Esta baja concentración de pH es fundamental, ya que inhibe el crecimiento de la gran mayoría de microorganismos (bacterias y levaduras), lo que influye directamente en la estabilidad y capacidad de conservación de la miel.

**Tabla 14**  
Resultados de pH de los tres sectores

Sectores	pH	Temperatura (°C)
Divisoria	$3.75 \pm 0.10$	$29.90 \pm 0.40$
Previsto	$3.86 \pm 0.01$	$30.03 \pm 0.35$
Parabólica	$3.70 \pm 0.32$	$29.87 \pm 0.21$

#### 4.1.2. Conductividad eléctrica

En la tabla 15, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos y sus tres repeticiones, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el análisis de varianza para los tratamientos, con el fin

de saber el efecto sobre la conductividad eléctrica (Hi) o la inexistencia de efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 15**

*Diseño completamente al azar para la conductividad eléctrica*

Tratamientos	Conductividad eléctrica (µS/cm)					
	Repeticiones			Total tratamientos (X)	Promedios X	Coeficiente variación (%)
	R1	R2	R3			
<b>Divisoria</b>	234.20	229.60	235.10	698.90	232.97±2.95	1.27
<b>Previsto</b>	301.00	299.90	309.00	909.90	303.30±4.97	1.64
<b>Parabólica</b>	310.00	290.00	270.00	870.00	290.00±20.00	6.90
<b>Total repeticiones (Y)</b>	845.20	819.50	814.10	2478.80		

Ho: T1=T2=T3

Hi: T1≠T2≠T3

En la tabla 16, se visualiza que hay diferencia significativa en los tratamientos siendo el (p-valor 0.00082<0.05), por lo que se procedió a rechazar la hipótesis nula (Ho). Quiere decir que tiene efecto sobre la conductividad eléctrica entre cada tratamiento. Por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey.

**Tabla 16**

*ANOVA conductividad eléctrica*

Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F Cal	F Tab	P=Valor	Sig
Tratamientos	2	8376.47	4188.23	28.993	<b>5.143</b>	0.00082	Si
Error	6	866.75	144.46				
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>9243.22</b>					

Los resultados de la tabla 17, indican que hay diferencia significativa en la media de los tratamientos 1 y 2 siendo el valor 70.33, seguidamente la media de los tratamientos 1 y 3 fue de 57.03 que también hay diferencia significativa y por último la media de los tratamientos 2 y 3 el valor obtenido fue 13.30 que indica que no hay diferencia significativa. En este contexto, la conductividad eléctrica es mayor en el tratamiento 2, seguidamente del tratamiento 3 y por último el tratamiento 1.

**Tabla 17**

*Prueba de Tukey para conductividad eléctrica*

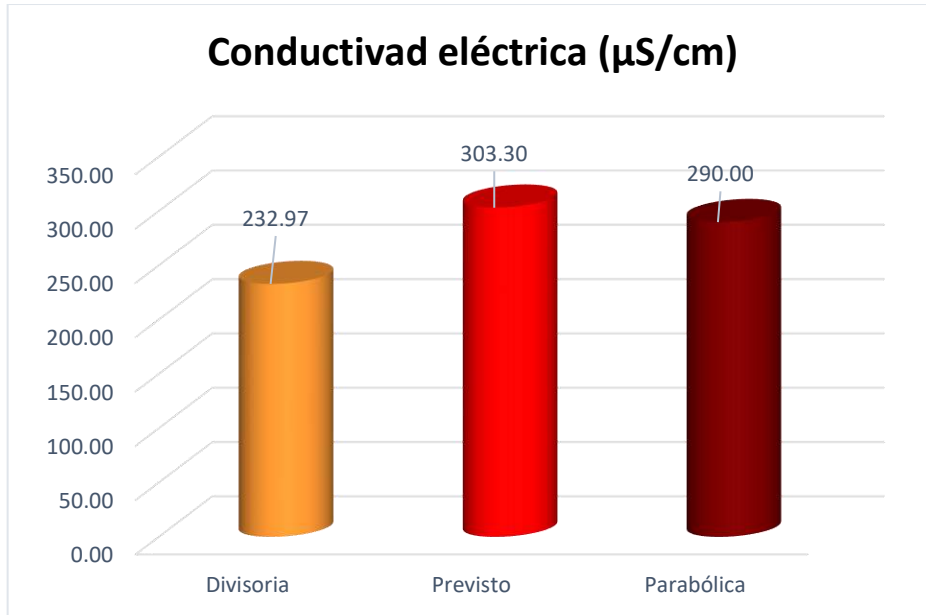
Tratamientos	Divisoria (1)	Previsto (2)	Parabólica (3)
<b>X medias</b>	232.97	303.30	290.00

Divisoria – Previsto = 232.97 – 303.30 = 70.33 > 30.12 **Hay diferencia**

Divisoria – Parabólica = 232.97 – 290.00 = 57.03 > 30.12 **Hay diferencia**

Previsto – Parabólica = 303.30 – 290.00 = 13.30 < 30.12 **No hay diferencia**

Los valores de conductividad eléctrica (CE) de las muestras (Figura 5) presentaron una clara variabilidad entre los sectores, fluctuando desde  $232.97 \pm 2.95 \mu\text{S/cm}$  (Divisoria) hasta  $303.30 \pm 4.97 \mu\text{S/cm}$  (Previsto). Esta diferencia es relevante, ya que la CE es un indicador físico-químico fundamental que refleja el contenido total de minerales (cenizas) y ácidos orgánicos disueltos en la miel. La mayor CE registrada en el sector Previsto ( $303.30 \mu\text{S/cm}$ ) sugiere una miel con una mayor riqueza mineral. Esta variabilidad entre los sectores está directamente influenciada por el origen geobotánico; es decir, las diferencias en la composición del suelo (geología) de cada sector y el tipo de flora (botánica) que las abejas recolectaron. Es probable que la flora del sector Previsto crezca en suelos con mayor disponibilidad de minerales o que las especies vegetales de esa zona transfieran más sales al néctar, en comparación con el sector Divisoria. Al contrastar con la literatura, todos los resultados se sitúan por debajo del límite máximo de  $\leq 800 \mu\text{S/cm}$  (o  $0.8 \text{ mS/cm}$ ), establecido por la Norma para la miel CXS12-1981 del Codex Alimentarius, (2022) y García-Chaviano et al. (2022) este límite no es arbitrario; es el estándar internacional clave para diferenciar las mieles florales de las mieles de mielato (mielada). Las mieles de mielato ( $\geq 800 \mu\text{S/cm}$ ), al provenir de secreciones de insectos y no de néctar, poseen una carga mineral mucho más alta. En este contexto, los hallazgos no solo cumplen con el límite permisible, sino que reafirman con contundencia el origen floral de todas las muestras. Finalmente, al comparar con los rangos de Pinto-Neto et al. (2024) límite de  $315 \pm 198$  a  $386 \pm 213 \mu\text{S/cm}$ , los valores de la investigación fueron de ( $232.97 \pm 2.95$  a  $303.30 \pm 4.97 \mu\text{S/cm}$ ) y se ubican en el rango inferior o ligeramente por debajo, esta no es una discrepancia de calidad, sino una evidencia clara de la variabilidad natural y la especificidad regional de la miel. Los resultados cumplen con los límites permisibles, por defecto la miel es de origen floral por su baja concentración de sales minerales y ácidos orgánicos.



**Figura 6**  
Conductividad eléctrica de los tres tratamientos.

### 4.1.3. Acidez libre

En la tabla 18, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos y sus tres repeticiones, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el análisis de varianza para los tratamientos, con el fin de saber el efecto sobre la acidez libre (Hi) o la inexistencia de efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 18**  
Diseño completamente al azar para los valores libres de acidez

Acidez libre (meq/kg)						
Tratamientos	Repeticiones			Total tratamientos (X)	Promedios X	Coeficiente de variación (%)
	R1	R2	R3			
Divisoria	37.80	37.52	36.40	111.72	37.24±0.74	1.98
Previsto	37.28	37.83	36.16	111.28	37.09±0.85	2.29
Parabólica	29.77	29.01	29.64	88.42	29.47±0.41	1.38
<b>Total repeticiones (Y)</b>	104.86	104.36	102.20	311.42		

Ho: T1=T2=T3

Hi: T1≠T2≠T3

En la tabla 19, se puede visualizar que existe diferencia estadística significativa en los tres tratamientos siendo (p-valor 0.000013<0.05), entonces se procedió a rechazar la hipótesis nula (Ho). Esto quiere decir que hay efecto sobre la acidez libre en cada tratamiento. Por lo que se aplica la prueba de Tukey.

15

**Tabla 19***ANOVA para los valores libres de acidez de la miel*

Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F cal	F tab	P=Valor	Sig
Tratamientos	2	118.41	59.20	123.875	<b>5.143</b>	0.000013	Si
Error	6	2.87	0.48				
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>121.28</b>					

En la tabla 20, se realizó las comparaciones de los promedios 1 y 2 el valor obtenido fue de 0.15 como resultado no hay diferencia significativa, en la segunda comparación del promedio de los tratamientos 2 y 3 el valor fue de 7.77 indicando que hay diferencia significativa y por último en la tercera comparación de los promedios de los tratamientos 2 y 3 el valor fue de 7.62 mostrando que hay diferencia significativa. Por consiguiente, la menor acidez fue en el tratamiento 3, seguido del tratamiento 2, finalmente la mayor acidez en el tratamiento 1.

**Tabla 20***Prueba de Tukey para los valores libres de acidez*

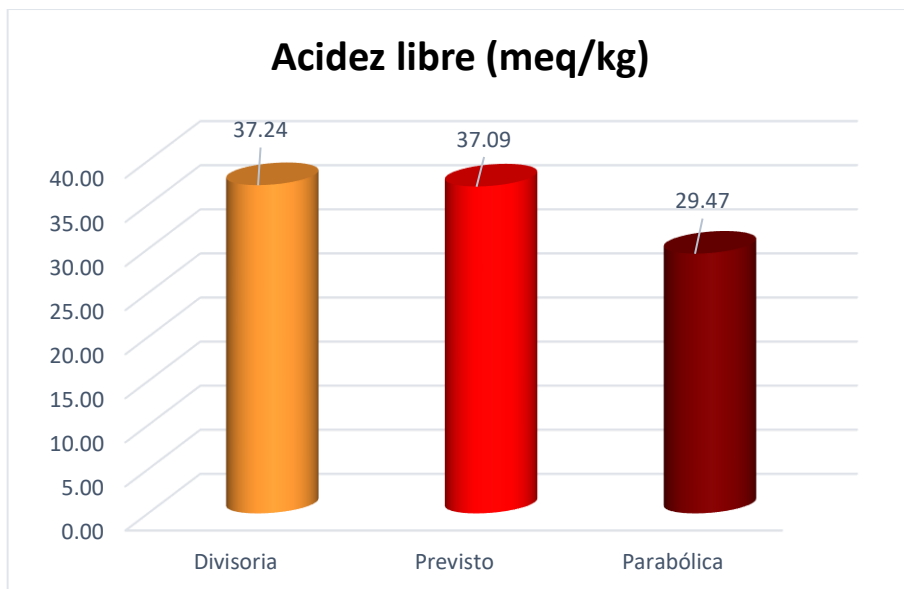
Tratamientos	Divisoria (1)	Previsto (2)	Parabólica (3)
<b>X medias</b>	37.24	37.09	29.47

Divisoria – Previsto =  $37.24 - 37.09 = 0.15 < 1.73$  No hay diferencia

Divisoria – Parabólica =  $37.24 - 29.07 = 7.77 > 1.73$  **Hay diferencia**

Previsto – Parabólica =  $37.09 - 29.47 = 7.62 > 1.73$  **Hay diferencia**

Los resultados de las tres muestras de la miel de los diferentes sectores (Divisoria, Previsto y Parabólica) se puede observar en la figura 6. Los análisis de acidez libre estuvieron en un rango de  $29.47 \pm 0.41$  a  $37.24 \pm 0.74$  meq/kg. En este sentido, el sector con mayor acidez fue Divisoria con  $37.24 \pm 0.74$  meq/kg en seguida por el sector Previsto de  $37.09 \pm 0.89$  meq/kg y con menor acidez el sector Parabólica  $29.47 \pm 0.41$  meq/kg. Según la NTP 209.168.1999, de INACAL, (2014) ninguna muestra excedió los límites permisibles de 40 meq/kg y la Norma para la miel CXS12-1981 del Codex Alimentarius, (2022) límite de 50 meq/kg. Niveles de acidez que superan estos límites suelen ser un indicador de fermentación (deterioro), donde las levaduras convierten los azúcares en ácidos (como el ácido acético), alterando la miel. Dado que todas las muestras analizadas están por debajo de estos parámetros, en este caso, la acidez presente es de origen primario (enzimático y floral) y no producto del deterioro. Esto confirma que las mieles de los tres sectores son frescas, no han sufrido fermentación y cumplen con los estándares de calidad.



**Figura 7**  
Valores libres de acidez de los tres tratamientos.

#### 4.1.4. Color

En la tabla 21, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos y sus tres repeticiones, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el análisis de varianza para los tratamientos, con el fin de saber el efecto sobre el color (Hi) o la inexistencia de efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 21**  
Diseño completamente al azar para color

Tratamientos	Color (mm Pfund)			Total de tratamientos (X)	Promedios X	Coeficiente de variación (%)
	Repeticiones					
	R1	R2	R3			
Divisoria	69	70	70	209	69.67±0.58	0.83
Previsto	89	89	89	267	89.00±0.00	0.00
Parabólica	75	80	75	230	76.67±2.89	3.77
<b>Total repeticiones (Y)</b>	233	239	234	706		

Ho: T1=T2=T3  
Hi: T1≠T2≠T3

6

En la tabla 22, se visualiza que hay diferencia significativa en los tratamientos siendo el (p-valor  $0.000025 < 0.05$ ), entonces se procedió a rechazar la hipótesis nula (Ho). Quiere decir que tiene efecto sobre el color entre cada tratamiento. Por lo que se aplicó el método de Tukey.

**Tabla 22**  
ANOVA para el color de la miel

F. V	G. L	S. C	C. M	F cal	F tab	P=Valor	Sig
Entre las muestras (tratamientos)	2	574.889	287.444	99.500	<b>5.143</b>	0.000025	Si
Dentro de las muestras (error)	6	117.333	2.889				
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>592.22</b>					

Los resultados de la tabla 23, indican que hay diferencia significativa en la media de los tratamientos 1 y 2 siendo el valor 19.33, seguidamente la media de los tratamientos 1 y 3 fue de 7.00 hubo diferencia significativa y por último la media de los tratamientos 2 y 3 el valor obtenido fue 12.33 que indica que hay diferencia significativa. Por lo tanto, el color de la miel es mayor en el tratamiento 2, en seguida del tratamiento 3 y por último el tratamiento 1.

**Tabla 23**  
Prueba de Tukey para el color de la miel

Tratamientos	Divisoria (1)	Previsto (2)	Parabólica (3)
<b>X medias</b>	69.67	89.00	76.67

Divisoria – Previsto =  $69.67 - 89.00 = 19.33 > 4.26$  **Hay diferencia**

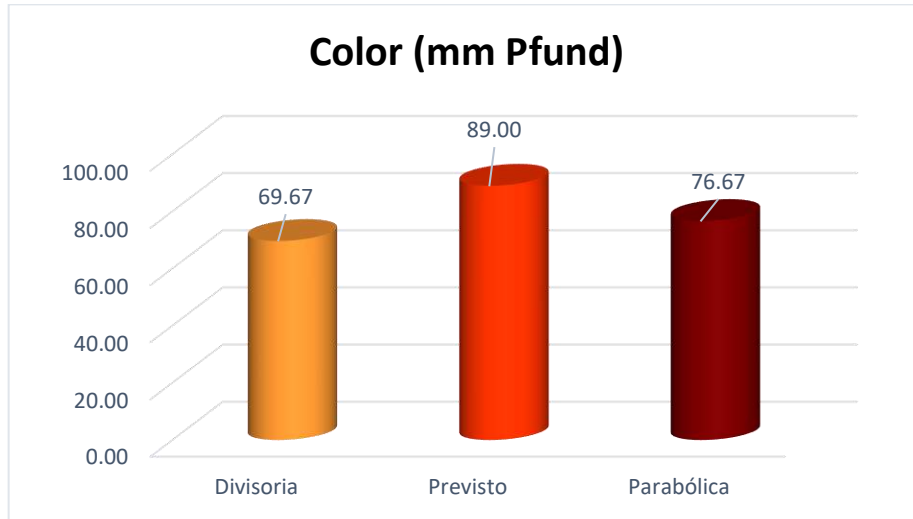
Divisoria – Parabólica =  $69.67 - 76.67 = 7.00 > 4.26$  **Hay diferencia**

Previsto – Parabólica =  $89.00 - 76.67 = 12.33 > 4.26$  **Hay diferencia**

Los valores de las tres muestras de miel de los diferentes sectores (Divisoria, Previsto y Parabólica) se visualiza en la figura 7. El color se mantuvo en un rango de  $89.00 \pm 0.00$  y  $69.67 \pm 0.58$  mm Pfund. En este contexto, el sector Previsto con mayor color  $89.00 \pm 0.00$  mm Pfund, según la escala de United States Department of Agriculture (USDA, 1985), se clasifica como miel ámbar, de 85 a 114 mm Pfund, seguidamente del sector Parabólica con  $76.67 \pm 2.89$  mm Pfund y un menor color en el sector Divisoria con valor de  $69.67 \pm 0.58$  mm Pfund, ambos sectores se clasifican como una miel ámbar claro de 50 a 85 mm Pfund. Conforme a, Coronado-Jorge et al. (2022) describe que el color de *Apis mellifera L.*, varió de 62.57 a 85.55 mm Pfund, Marconi et al. (2020) de  $115 \pm 23$  mm Pfund. De acuerdo con la escala universal de color de USDA, (1985) el rango va de 0 a  $> 114$  mm Pfund y Ulloa, (2022) de igual modo la escala de 0 a  $> 114$  mm Pfund.

Por consiguiente, la drástica diferencia de altitud (de 1627 m a 391 m) crea ecosistemas distintos con una vegetación melífera dominante diferente. Las abejas en la Selva Alta recolectaron néctar de flores distintas a las de las zonas más bajas, y esta diferencia en el origen botánico es la causa principal de las variaciones de color que su análisis

estadístico (ANOVA Tabla 22) demostró ser significativas. Si bien otras variables como la época de cosecha, el almacenamiento poscosecha o el manejo apícola pueden influir, la diferencia fundamental entre estas zonas geográficas se atribuye a la flora. Por lo tanto, este parámetro (color) es un indicador del origen floral, sabor y composición (flavonoides y polifenoles) de la miel.



**Figura 8**  
Color de los tres tratamientos.

#### 4.1.5. Sólidos solubles

Los resultados de la tabla 24, indican que se trabajó con tres tratamientos y tres replicas, un total de nueve unidades experimentales, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Luego se realizó el análisis de varianza solo para los tratamientos, esto con el fin de medir el efecto sobre los sólidos solubles (Hi) o la inexistencia del efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 24**  
Diseño completamente al azar para sólidos solubles

Tratamientos	Repeticiones			Total tratamientos (X)	Promedios X	Coeficiente variación (%)
	R1	R2	R3			
<b>Divisoria</b>	74.90	80.60	80.02	235.52	78.51±3.14	4.00
<b>Previsto</b>	79.80	80.10	75.25	235.15	78.38±2.72	3.47
<b>Parabólica</b>	80.01	76.04	78.02	234.07	78.02±1.99	2.54
<b>Total repeticiones (Y)</b>	234.71	236.74	233.29	704.74	234.91	

Ho: T1=T2=T3

Hi: T1≠T2≠T3

En la tabla 25, se visualiza que no hay diferencia significativa en los tratamientos siendo el (p-valor 0.973655>0.05), por lo que se acepta la hipótesis nula (Ho). En este sentido,

la zona de Parabólica con menor concentración de azúcares a comparación de los demás sectores.

**Tabla 25**

*ANOVA de sólidos solubles*

Fuente variación	Grado libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F cal	F tab	P=Valor	Sig
Entre las muestras (tratamientos)	2	0.38	0.19	0.03	<b>5.143</b>	0.973655	No
Dentro de las muestras (error)	6	42.33	7.06				
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>42.71</b>					

Los efectos de los tres sectores procedentes de (Divisoria, Previsto y Parabólica) se puede observar en la tabla 26. En los °Brix hubo una variación desde  $78.02 \pm 1.99$  hasta  $78.51 \pm 3.14$ , esto en gran parte a la diversidad y origen de las mieles. En consecuencia, el sector Parabólica con  $78.02 \pm 1.99$ , el que le sigue sector Previsto  $78.38 \pm 2.72$  y finalmente con mayor °Brix el sector Divisoria  $78.51 \pm 3.14$ . Esto concuerda con lo reportado por Mejía et al. (2023) de  $85.603$  °Brix y Coronado-Jorge et al. (2022) valores de  $73.08$  a  $74.18$  °Brix. Esta homogeneidad en los °Brix sugiere que, independientemente de la flora, las prácticas de manejo apícola y el momento de la cosecha fueron consistentes y adecuados en los tres apiarios. Por lo tanto, todas las muestras reflejan una alta concentración de azúcares, lo que es un indicador de buena calidad, madurez y estabilidad de la miel.

**Tabla 26**

*Resultados de sólidos solubles de los tres sectores*

Sectores	°Brix	Índice refracción (nD)
Divisoria	$78.51 \pm 3.14$	1.48667
Previsto	$78.38 \pm 2.72$	1.48625
Parabólica	$78.02 \pm 1.99$	1.48545

#### 4.1.6. Humedad

En la tabla 27, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos y sus tres repeticiones, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el análisis de varianza para los tratamientos, con el fin de saber el efecto sobre la humedad (Hi) o la inexistencia de efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 27**  
*Diseño completamente al azar para humedad*

Tratamientos	Humedad (%)					
	Repeticiones			Total tratamientos (X)	Promedios X	Coeficiente variación (%)
	R1	R2	R3			
Previsto	17.26	16.94	17.75	51.95	17.32±0.41	2.37
Divisoria	19.97	19.85	19.80	59.62	19.87±0.09	0.44
Parabólica	18.43	18.90	18.14	55.47	18.49±0.38	2.07
<b>Total repeticiones (Y)</b>	55.67	55.68	55.69	167.04	55.68	

Ho: T1=T2=T3

Hi: T1≠T2≠T3

En la tabla 28, se visualiza que existe diferencia significativa en los tres tratamientos siendo el (p-valor  $0.000236 < 0.05$ ), por lo que se procede a rechazar la hipótesis nula (Ho). Lo que hay afectación en la humedad entre cada tratamiento. Por lo que se sigue a realizar la prueba de Tukey.

**Tabla 28**  
*ANOVA de la humedad de la miel*

Fuente variación	Grado libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F cal	F tab	P=Valor	Sig
Entre las muestras (tratamientos)	2	9.81	4.91	45.56	<b>5.143</b>	0.000236	Si
Dentro de las muestras (error)	6	0.65	0.11				
<b>Total</b>	8	10.46					

En la tabla 29, se realizó las comparaciones de los promedios 1 y 2 el valor obtenido fue de 2.55 como resultado fue que hubo diferencia significativa, en la segunda comparación del promedio de los tratamientos 2 y 3 el valor fue de 1.17 indicando que hay diferencia significativa y por último en la tercera comparación de los promedios de los tratamientos 2 y 3 el valor fue de 1.38 mostrando que hay diferencia significativa. Por consiguiente, la menor humedad fue en el tratamiento 1, seguido del tratamiento 3, finalmente la mayor humedad en el tratamiento 2.

**Tabla 29**  
*Prueba de Tukey para la humedad*

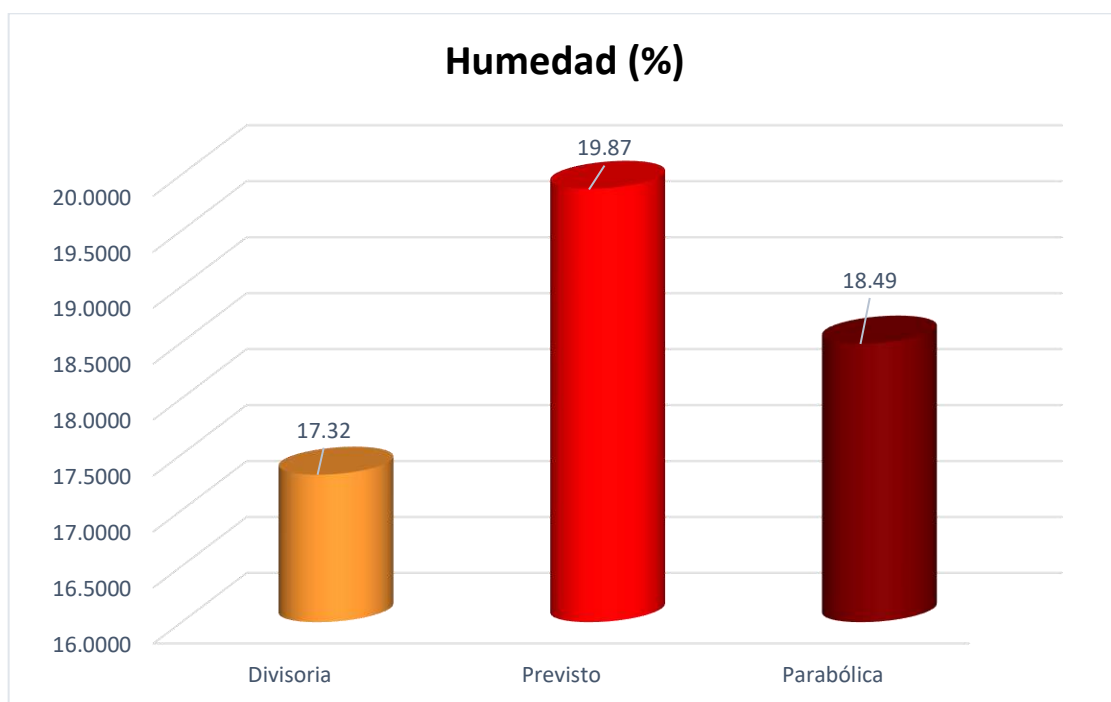
Tratamientos	Divisoria (1)	Previsto (2)	Parabólica (3)
<b>X medias</b>	17.32	19.87	18.49

Divisoria – Previsto =  $17.32 - 19.87 = 2.55 > 0.82$  **Hay diferencia**

Divisoria – Parabólica =  $17.32 - 18.49 = 1.17 < 0.82$  **Hay diferencia**

Previsto – Parabólica =  $19.87 - 18.49 = 1.38 > 0.82$  **Hay diferencia**

Los resultados de las tres muestras de la miel de los diferentes sectores (Divisoria, Previsto y Parabólica) se puede observar en la figura 8. Los análisis de humedad estuvieron en un rango de  $19.87 \pm 0.09$  a  $17.32 \pm 0.41$  %. En este sentido, el sector con mayor humedad fue Previsto con  $19.87 \pm 0.09$  %, en seguida por el sector Parabólica de  $18.49 \pm 0.38$  % y con menor humedad el sector Divisoria  $17.32 \pm 0.41$  %. Según, Mejía et al. (2023), reportó un menor contenido de humedad de 13.027 %, la NTP 209.168.1999, de INACAL, (2014) límite de 21 %, y la Norma para la miel CXS12-1981 del Codex Alimentarius, (2022)  $\leq 20$  %. Finalmente, aunque todas las mieles son aptas, la de Divisoria es significativamente más estable, confirmando que un bajo contenido de humedad es el indicador clave para inhibir el ataque microbiano.



**Figura 9**  
*Contenido de humedad en los tres tratamientos.*

#### 4.1.7. Cenizas

Los resultados de la tabla 30, indican que se trabajó con tres tratamientos y tres replicas, un total de nueve unidades experimentales, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Luego se realizó el análisis de varianza solo para los tratamientos, esto con el fin de medir el efecto sobre las cenizas ( $H_i$ ) o la inexistencia del efecto en absoluto ( $H_o$ ).

**Tabla 30***Diseño completamente al azar para cenizas*

Tratamientos	Repeticiones			Total tratamientos (X)	Promedios X	Coeficiente variación (%)
	R1	R2	R3			
<b>Divisoria</b>	0.03	0.04	0.04	0.11	0.04±0.01	18.03
<b>Previsto</b>	0.03	0.03	0.02	0.08	0.03±0.01	18.88
<b>Parabólica</b>	0.04	0.04	0.05	0.12	0.04±0.00	10.06
<b>Total repeticiones (Y)</b>	0.10	0.11	0.11	0.31		

Ho: T1=T2=T3  
Hi: T1≠T2≠T3

6

En la tabla 31, se visualiza que no hay diferencia estadística significativa en los tratamientos siendo el (valor-p 0.059374>0.05), entonces se procedió a aceptar la hipótesis nula (Ho). En este sentido, la zona de Previsto con menor concentración de minerales a comparación de los demás sectores.

**Tabla 31***ANOVA para cenizas de la miel*

Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado	P=Valor	Sig
Entre las muestras (tratamientos)	2	0.0003	0.0001	4.6899	<b>5.143</b>	0.059374	No
Dentro de las muestras (error)	6	0.0002	0.0000				
<b>Total</b>	8	0.0004					

Los efectos de los tres sectores procedentes de (Divisoria, Previsto y Parabólica) se puede observar en la tabla 32. En los valores de cenizas hubo una fluctuación desde 0.04±0.00 hasta 0.03±0.01 %, esto indica bajo contenido de minerales y otros componentes (polen, cera, insectos y material vegetal) en la miel, en este contexto las cenizas pueden variar según la fuente botánica del néctar. En consecuencia, el sector Previsto con 0.03±0.01 %, el que le sigue sector Divisoria 0.04±0.01 % y finalmente con mayor contenido de minerales el sector Parabólica con 0.04±0.00 %. En gran parte coinciden según Ulloa, (2022) rango de 0,02 a 0,3 % para mieles florales, miel de mielatos hasta 1% y la NTP 209.168.1999, de INACAL, (2014) límite de ≤ 0.6 %, miel de mielada ≤ 1.0 %. Estos niveles de cenizas extremadamente bajos permiten descartar de manera contundente un origen de mielato (cuyos valores pueden superar el 1.0%) y confirman con solidez que las mieles de Divisoria, Previsto y Parabólica son de origen floral predominante.

**Tabla 32**

*Resultados de cenizas de los tres sectores*

Sectores	Cenizas (%)
Divisoria	0.04±0.01
Previsto	0.03±0.01
Parabólica	0.04±0.00

#### 4.1.8. Azúcares reductores

En la tabla 33, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos y sus tres repeticiones en total nueve unidades experimentales, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el análisis de varianza para los tratamientos, con el fin de saber el efecto sobre los azúcares reductores (Hi) o la inexistencia de efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 33**

*Diseño completamente al azar para azúcares reductores*

Azúcares reductores (g/100g)						
Tratamientos	Repeticiones			Total tratamientos (X)	X medias	Coeficiente variación (%)
	R1	R2	R3			
<b>T1 (Divisoria)</b>	71.03	72.04	68.02	211.09	70.36±2.09	2.9721
<b>T2 (Boquerón)</b>	61.27	60.42	60.93	182.62	60.87±0.43	0.7028
<b>T3 (Parabólica)</b>	64.02	62.04	65.81	191.87	63.96±1.89	2.9486
<b>Total repeticiones (Y)</b>	196.32	194.50	194.76	585.58		

Ho: T1=T2=T3

Hi: T1≠T2≠T3

En la tabla 34, se puede visualizar que existe diferencia estadística significativa en los tres tratamientos siendo (p-valor 0.001107<0.05), entonces se procedió a rechazar la hipótesis nula (Ho). Esto quiere decir que hay efecto sobre los azúcares reductores en cada tratamiento. Por lo que se aplica la prueba de Tukey.

**Tabla 34**

*ANOVA de azúcares reductores de la miel*

Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado	P=Valor	Sig
Entre las muestras (tratamientos)	2	140.612	70.306	25.999	<b>5.143</b>	0.001107	Si
Dentro de las muestras (error)	6	16.225	2.704				
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>156.84</b>					

15

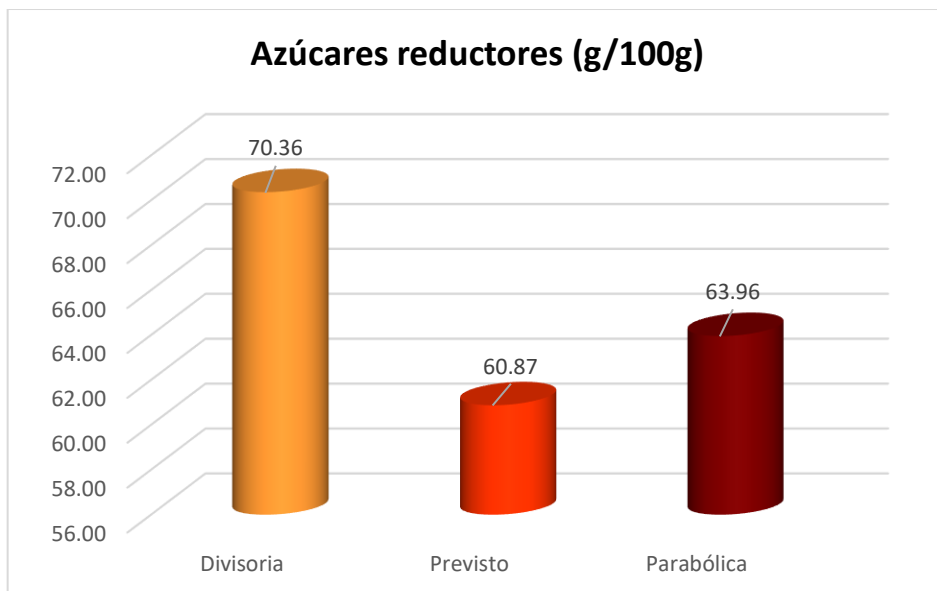
En la tabla 35, se realizó las comparaciones de los promedios 1 y 2 el valor obtenido fue de 9.49 como resultado hay diferencia significativa, en la segunda comparación del promedio de los tratamientos 2 y 3 el valor fue de 6.41, indicando que hay diferencia significativa y por último en la tercera comparación de los promedios de los tratamientos 2 y 3 el valor fue de 3.08, mostrando que no existe diferencia significativa. De modo que la mayor concentración de azúcares reductores se encuentra en el tratamiento 1, en seguida del tratamiento 3 y por último la menor concentración del análisis realizado en el tratamiento 2.

**Tabla 35**

*Prueba de Tukey de azúcares reductores*

Tratamientos	Divisoria (1)	Previsto (2)	Parabólica (3)
<b>X medias</b>	70.36	60.87	63.96
Divisoria – Previsto	$= 70.36 - 60.87 = 9.49 > 4.12$ <b>Hay diferencia</b>		
Divisoria – Parabólica	$= 70.36 - 63.96 = 6.41 > 4.12$ <b>Hay diferencia</b>		
Previsto – Parabólica	$= 60.87 - 63.96 = 3.08 < 4.12$ No hay diferencia		

Los resultados de las tres muestras de miel de los diferentes sectores (Divisoria, Previsto y Parabólica) se visualiza en la figura 9. Los azúcares reductores se mantuvieron en un rango de  $70.36 \pm 2.09$  g/100g y  $60.87 \pm 0.43$  g/100g. En este sentido, el sector Previsto con menor azúcares  $60.87 \pm 0.43$  g/100g, en seguida por el sector Parabólica  $63.96 \pm 1.89$  g/100g y, por último, con mayores azúcares el sector Divisoria con un valor de  $70.36 \pm 2.09$  g/100g. El alto contenido de azúcares reductores (fructuosa, glucosa y sacarosa) suele ser un indicador de calidad y autenticidad de la miel. Estos valores coinciden en gran medida por los reportes de la NTP 209.168.1999, de INACAL, (2014) límite de  $\geq 65$  %, miel de mielada  $\geq 60$  % y Norma para la miel CXS12-1981 del Codex Alimentarius, (2022) límite de  $\geq 60$  g/100g, miel de mielada  $\geq 45$  g/100g.

**Figura 10**

*Azúcares reductores de los tres tratamientos.*

En la tabla 36, se puede visualizar los datos de los azúcares totales, predominando la fructuosa seguidamente de glucosa y siendo la menor la sacarosa. El sector con mayores azúcares totales fue Divisoria con (35.362 g/100g de fructuosa, glucosa 31.763 g/100g y sacarosa 3.230 g) y la menor el sector Previsto (31.320 g/100g de fructuosa, glucosa 28.434 g/100g y sacarosa 1.113 g). Los valores se encuentran en los límites permisibles según lo reportado por García-Chaviano et al. (2022) fructuosa de 35 a 40, glucosa de 30 a 35, sacarosa de 5 a 10g/100g y Fattori, (2004) fructuosa 24 a 40%, glucosa 22 a 41% y sacarosa 0.2 a 7.5 %.

**Tabla 36**

*Resultados de los azúcares reductores (fructuosa, glucosa y sacarosa)*

Sectores	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Total (g/100g)
<b>Divisoria</b>	35.362	31.763	3.230	70.355
<b>Previsto</b>	31.320	28.434	1.113	60.867
<b>Parabólica</b>	32.892	29.741	1.331	63.964

#### 4.1.9. Hidroximetilfurfural

En la tabla 37, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos y sus tres repeticiones, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el análisis de varianza para los tratamientos, con el fin de saber el efecto sobre el hidroximetilfurfural (Hi) o la inexistencia de efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 37**  
*Diseño completamente al azar para hidroximetilfurfural*

Tratamientos	Repeticiones			Total tratamientos (X)	X medias	Coeficiente variación (%)
	R1	R2	R3			
Divisoria	50.03	52.04	55.21	157.28	52.43±2.61	4.98
Previsto	68.14	66.20	64.03	198.37	66.12±2.06	3.11
Parabólica	61.05	63.11	60.09	184.25	61.42±1.54	2.51
<b>Total repeticiones (Y)</b>	179.22	181.35	179.33	539.90	179.97	

Ho: T1=T2=T3

Hi: T1≠T2≠T3

En la tabla 38, se visualiza que hay diferencia estadística significativa en los tratamientos siendo el (valor-p 0.000606<0.05), entonces se procedió a rechazar la hipótesis nula (Ho). Quiere decir que tiene efecto sobre el hidroximetilfurfural entre cada tratamiento. Por lo que se aplicó el método de Tukey.

**Tabla 38**  
*ANOVA de Hidroximetilfurfural*

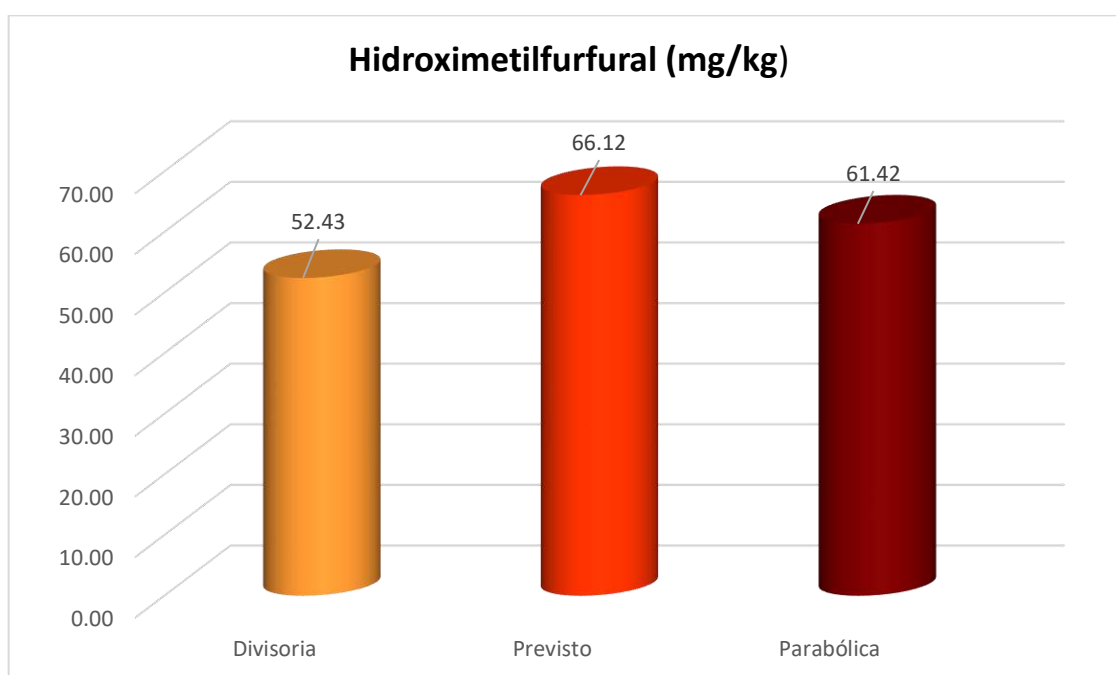
Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado	P=Valor	Sig
Entre las muestras (tratamientos)	2	290.571	145.286	32.457	<b>5.143</b>	0.000606	Si
Dentro de las muestras (error)	6	26.857	4.4776				
<b>Total</b>	8	317.429					

Los resultados de la tabla 39, indican que hay diferencia significativa en la media de los tratamientos 1 y 2 siendo el valor 13.67, seguidamente la media de los tratamientos 1 y 3 fue de 9.00 que también hubo diferencia significativa y por último la media de los tratamientos 2 y 3 el valor obtenido fue 4.67 que indica que no hay diferencia significativa. En consecuencia, el hidroximetilfurfural de la miel es mayor en el tratamiento 2, seguidamente del tratamiento 3 y por último la menor concentración de análisis realizado en el tratamiento 1.

**Tabla 39**  
*Prueba de Tukey de hidroximetilfurfural*

Tratamientos	Divisoria (1)	Previsto (2)	Parabólica (3)
<b>X medias</b>	52.43	66.12	61.42
Divisoria – Previsto	= 52.43 – 66.12 = 13.70 > 5.15 <b>Hay diferencia</b>		
Divisoria – Parabólica	= 52.43 – 61.42 = 8.99 > 5.15 <b>Hay diferencia</b>		
Previsto – Parabólica	= 66.12 – 61.42 = 4.71 < 5.15 <b>No hay diferencia</b>		

Los valores de las tres muestras de miel de los diferentes sectores (Divisoria, Previsto y Parabólica) se visualiza en la figura 10. El hidroximetilfurfural se mantuvo en un rango de  $66.12 \pm 2.06$  mg/kg a  $52.43 \pm 2.61$  mg/kg. En este contexto, el sector Previsto con mayor concentración de HMF fue  $66.12 \pm 2.06$  mg/kg, seguidamente del sector Parabólica con  $61.42 \pm 1.54$  mg/kg y un menor HMF el sector Divisoria  $52.43 \pm 2.61$  mg/kg. El bajo contenido de hidroximetilfurfural es un indicador de frescura y calidad de la miel. Los valores se encuentran en los límites máximos permisibles según lo reportado por la Norma para la miel CXS12-1981 del Codex Alimentarius, (2022) límite de 40 mg/kg, zonas tropicales de  $\leq 80$  mg/kg y NTP 209.168.1999, de INACAL, (2014) límite de  $\leq 80$  mg/kg.



**Figura 11**  
*Hidroximetilfurfural de los tres tratamientos*

#### 4.2. Evaluación de las propiedades reológicas de la miel

Se analizaron tres muestras de mieles procedentes del distrito de Boquerón, de los diferentes sectores: Previsto, Divisoria y Parabólica. Se reporta de manera global los análisis en la tabla 40.

**Tabla 40**  
*Reporte general de los análisis reológicos*

Parámetro	Unidad	Sectores		
		Divisoria	Previsto	Parabólica
Densidad	g/mL	$1.44 \pm 0.00$	$1.39 \pm 0.00$	$1.43 \pm 0.01$
Viscosidad	Pa.s	$22.42 \pm 1.50$	$13.28 \pm 0.06$	$16.29 \pm 0.22$

#### 4.2.1. Densidad

En la tabla 41, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos y sus tres repeticiones, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el análisis de varianza para los tratamientos, con el fin de saber el efecto sobre la densidad (Hi) o la inexistencia de efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 41**

*Diseño completamente al azar para densidad*

Tratamientos	Densidad (g/mL)					
	Repeticiones			Total de tratamientos (X)	Promedios (X)	Coeficiente de variación (%)
	R1	R2	R3			
Divisoria	1.43	1.44	1.44	4.31	1.44±0.00	0.09
Previsto	1.39	1.39	1.39	4.16	1.39±0.00	0.03
Parabólica	1.42	1.42	1.43	4.28	1.43±0.01	0.50
<b>Total repeticiones (Y)</b>	4.24	4.24	4.26	12.75		

En la tabla 42, se puede visualizar que existe diferencia estadística significativa en los tres tratamientos siendo (p-valor  $0.000018 < 0.05$ ), entonces se procedió a rechazar la hipótesis nula (Ho). Esto quiere decir que hay efecto sobre la densidad en cada tratamiento. Por lo que se aplica la prueba de Tukey.

**Tabla 42**

*ANOVA de densidad de la miel*

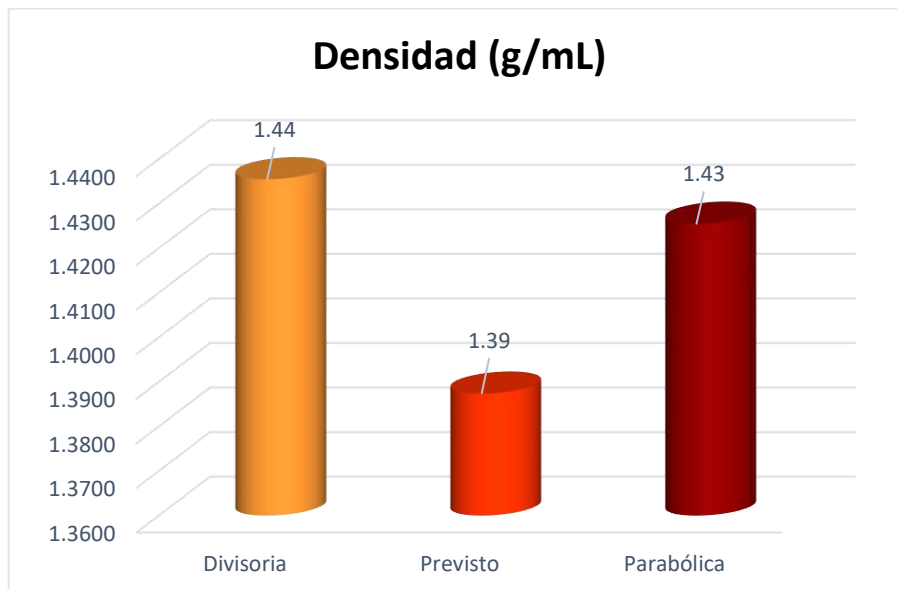
Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado	Valor-p	Sig
Entre las muestras (tratamientos)	2	0.00387	0.00193	110.77178	<b>5.143</b>	0.000018	Si
Dentro de las muestras (Error)	6	0.00010	0.00002				
<b>Total</b>	8	0.00397					

En la tabla 43, se realizó las comparaciones de los promedios 1 y 2 el valor obtenido fue de 0.05 como resultado hay diferencia estadística significativa, en la segunda comparación del promedio de los tratamientos 2 y 3 el valor fue de 0.01 indicando que no hay diferencia significativa y por último en la tercera comparación de los promedios de los tratamientos 2 y 3 el valor fue de 0.04 mostrando que hay diferencia significativa. De modo que la menor densidad en el tratamiento 2, seguidamente del tratamiento 3 y finalmente con mayor densidad el tratamiento 1.

**Tabla 43***Prueba de Tukey de la densidad de la miel*

Tratamientos	Divisoria (1)	Previsto (2)	Parabólica (3)
<b>X medias</b>	1.44	1.39	1.43
Divisoria – Previsto	$= 1.4355 - 1.3874 = 0.0481 > 0.0105$ <b>Hay diferencia</b>		
Divisoria – Parabólica	$= 1.4355 - 1.4255 = 0.0100 < 0.0105$ No hay diferencia		
Previsto – Parabólica	$= 1.3874 - 1.4255 = 0.0381 > 0.0105$ <b>Hay diferencia</b>		

Los valores de las tres muestras de miel de los diferentes sectores (Divisoria, Previsto y Parabólica) se visualiza en la figura 11. La densidad se mantuvo en un rango de  $1.44 \pm 0.00$  g/mL a  $1.39 \pm 0.00$  g/mL. En este contexto, el sector Previsto con menor densidad  $1.39 \pm 0.00$  g/mL, seguidamente del sector Parabólica con  $1.43 \pm 0.01$  g/mL y una mayor densidad el sector Divisoria  $1.44 \pm 0.00$  g/mL. Estas mieles de Divisoria y Previsto tuvieron un alto índice de densidad, lo que es un indicador de concentración de azúcares y mayor pureza. El sector Previsto con menor densidad por el nivel de humedad presente de  $19.87 \pm 0.09$  %, ver figura 8. Los valores se encuentran en los límites máximos permisibles según lo reportado por Coronado-Jorge et al. (2022) de 1.41 a 1.42 g mL<sup>-1</sup>, Achahui y Quispe, (2024) miel multifloral 1.42 g/cm<sup>3</sup>, miel de eucalipto 1.44 g/cm<sup>3</sup> y Meza et al. (2025)  $1.41 \pm 0.01$  g/mL.

**Figura 12***Densidad de los tres tratamientos.*

#### 4.2.2. Viscosidad

En la tabla 44, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos y sus tres repeticiones siendo en total nueve unidades experimentales, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el

análisis de varianza para los tratamientos, con el fin de saber el efecto sobre la viscosidad (Hi) o la inexistencia de efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 44**  
*Diseño completamente al azar para viscosidad*

Tratamientos	Viscosidad (Pa.s)					
	Repeticiones			Total de tratamientos	X medias	Coeficiente variación (%)
	R1	R2	R3			
<b>Divisoria</b>	22.20	24.02	21.04	67.26	22.42±1.50	6.70
<b>Previsto</b>	13.23	13.26	13.34	39.83	13.28±0.06	0.43
<b>Parabólica</b>	16.22	16.11	16.54	48.87	16.29±0.22	1.37
<b>Total repeticiones (Y)</b>	51.65	53.39	50.92	155.96		

En la tabla 45, se visualiza que hay diferencia significativa en los tratamientos siendo el (valor-p 0.00004017<0.05), por lo que se procedió a rechazar la hipótesis nula (Ho). Quiere decir que tiene efecto sobre la viscosidad entre cada tratamiento. En este contexto, se aplicó el método de Tukey para las comparaciones de los tratamientos.

**Tabla 45**  
*ANOVA de la viscosidad de la miel*

Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F cal	F tab	P=Valor	Sig
Tratamientos	2	130.26	65.13	84.600	<b>5.143</b>	0.00004017	Si
Error	6	4.62	0.77				
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>134.88</b>					

Los resultados de la tabla 46, indican que hay diferencia significativa en la media de los tratamientos 1 y 2 siendo el valor 9.14, seguidamente la media de los tratamientos 1 y 3 fue de 6.13 que no hubo diferencia significativa y por último la media de los tratamientos 2 y 3 el valor obtenido fue 3.01 que indica que hay diferencia significativa. En consecuencia, la viscosidad de la miel fue mayor en el tratamiento 1, seguidamente del tratamiento 3 y por último el tratamiento 2.

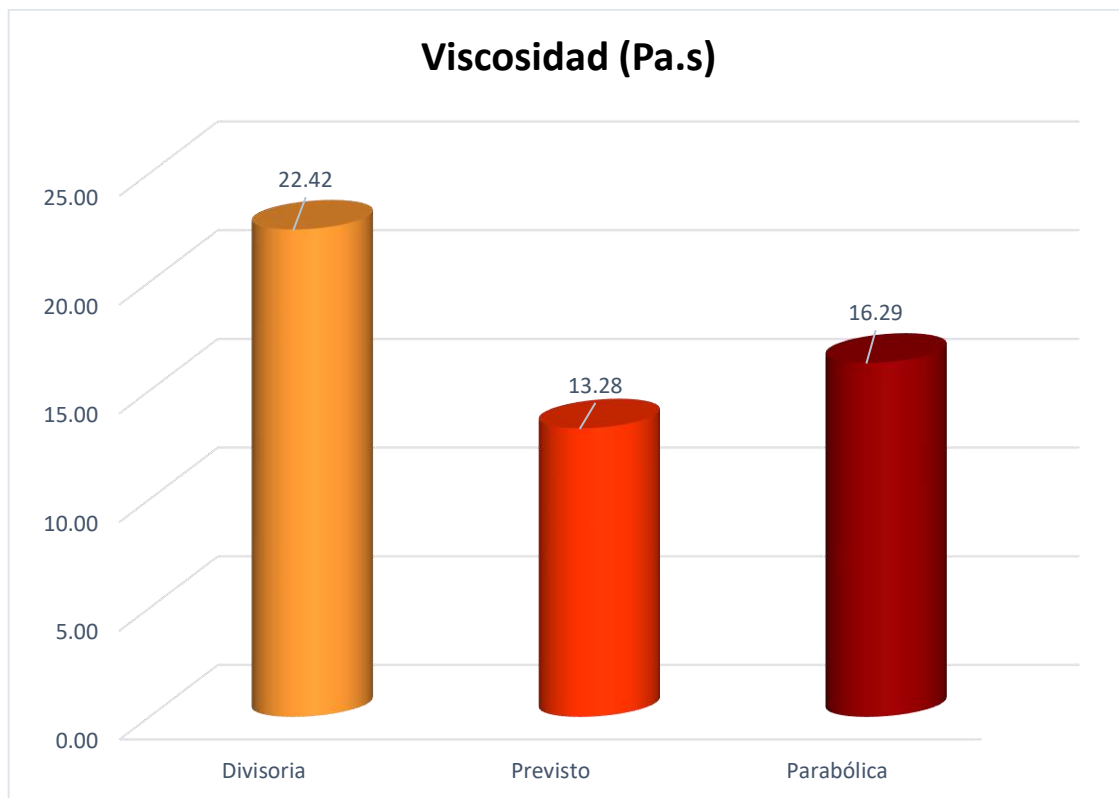
**Tabla 46**  
*Prueba de Tukey de viscosidad*

Tratamientos	Divisoria (1)	Previsto (2)	Parabólica (3)
<b>X medias</b>	22.42	13.28	16.29
Divisoria – Previsto	= 22.42 – 13.28 = 9.14 > 2.20 <b>Hay diferencia</b>		
Divisoria – Parabólica	= 22.42 – 16.29 = 6.13 > 2.20 <b>Hay diferencia</b>		
Previsto – Parabólica	= 13.28 – 16.29 = 3.01 > 2.20 <b>Hay diferencia</b>		

Los valores de las tres muestras de miel de los diferentes sectores (Divisoria, Previsto y Parabólica) se visualiza en la figura 12. La viscosidad se mantuvo en un rango de

11

22.42±1.50 Pa.s a 13.28±0.06 Pa.s. En este contexto, el sector Divisoria con un mayor promedio (consistencia de la miel es viscosa con presencia de pequeños cristales) 22.42±1.50 Pa.s, seguidamente del sector Parabólica (la miel es semilíquida) con 16.29±0.22 Pa.s y un menor promedio el sector Previsto (la miel es líquida) valor de 13.28±0.06 Pa.s. En efecto, la miel es de buena calidad, estable y no presenta adulteración por su resistencia a fluir. Los resultados de la viscosidad varió entre 1,76 y 252,6 Pa.s, están en el rango, concuerdan con lo reportado por Santos et al. (2014), otro estudio realizado por Ramadhan et al. (2025) 28.542 Pa.s a 25 °C y 18.750 Pa.s a 30 °C.



**Figura 13**

*Viscosidad de los tres sectores.*

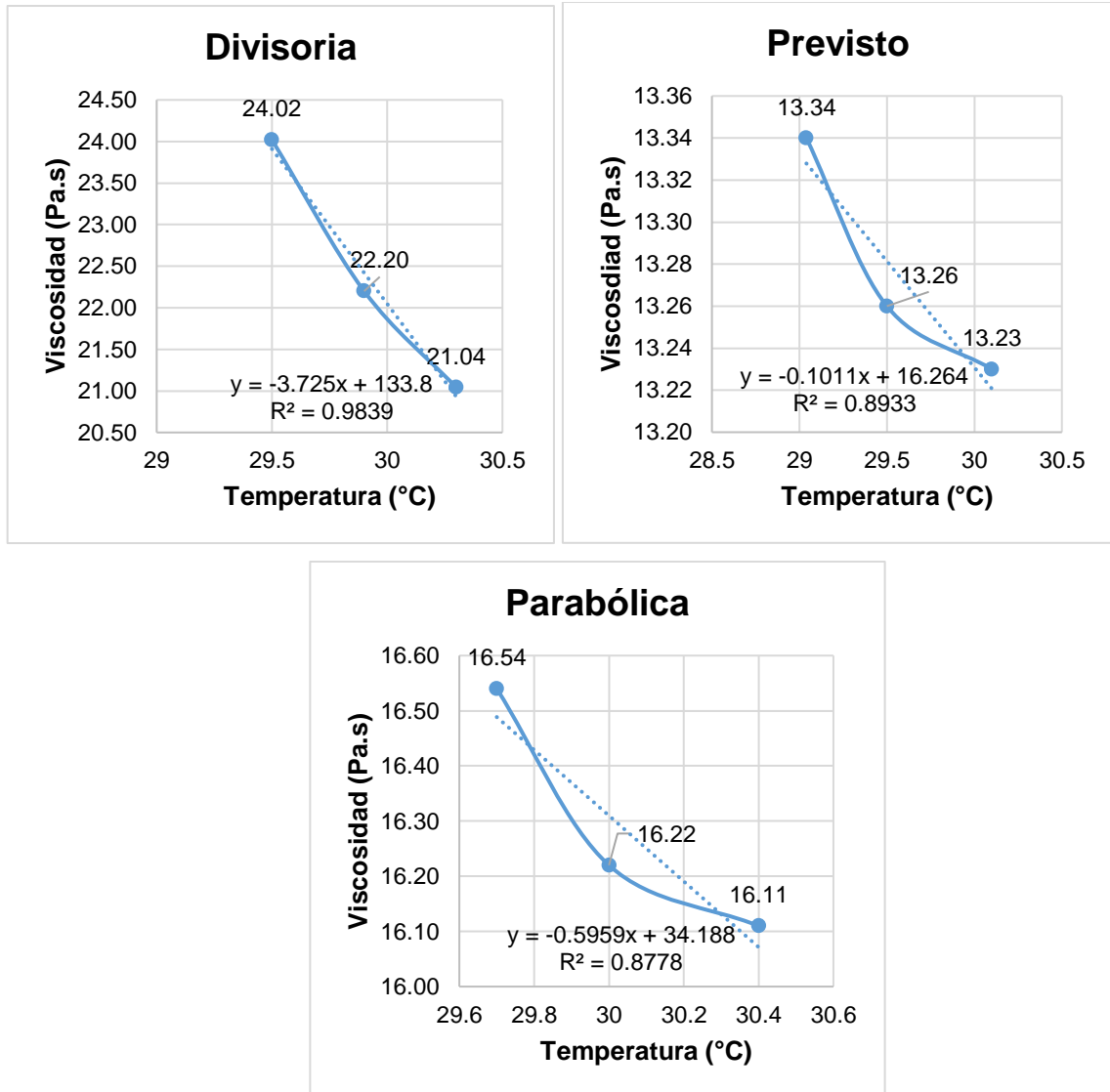
Los datos de la tabla 47, nos indica que la viscosidad de la miel va en aumento a medida que la temperatura disminuye. Igualmente, a menor contenido de humedad de la miel mayor será su viscosidad. Estos resultados demuestran la dependencia de la viscosidad con la temperatura y la humedad con la viscosidad. Las mieles mostraron un comportamiento newtoniano y la consistencia de la miel es viscosa.

**Tabla 47***Relación entre la viscosidad, temperatura y humedad de la miel*

Descripción	Temperatura (°C)	Viscosidad (Pa.s)	Humedad (%)
T1r2	29.50	24.02	16.94
T1r1	29.90	22.20	17.26
T1r3	30.30	21.04	17.75
T2r3	29.04	13.34	19.80
T2r2	29.50	13.26	19.85
T2r1	30.10	13.23	19.97
T3r3	29.70	16.54	18.14
T3r1	30.00	16.22	18.43
T3r2	30.40	16.11	18.90

#### 4.2.2.1. Relación viscosidad-temperatura

En la figura 13, se puede visualizar los datos que se relacionan viscosidad-temperatura, lo cual **la viscosidad de la miel va disminuyendo a medida que la temperatura aumenta**. Según los resultados con mayor viscosidad fue el sector Divisoria con (24.02 Pa.s a 29.5°C, 22.20 Pa.s a 29.90 °C, 21.04 Pa.s a 30.3 °C), seguidamente del sector Parabólica con (16.54 Pa.s a 29.7 °C, 16.22 Pa.s a 30°C, 16.11 Pa.s a 30.4 °C) y con menor viscosidad el sector Previsto (13.34 Pa.s a 29.04 °C, 13.26 Pa.s a 29.5 °C, 13.23 Pa.s a 30.1 °C).

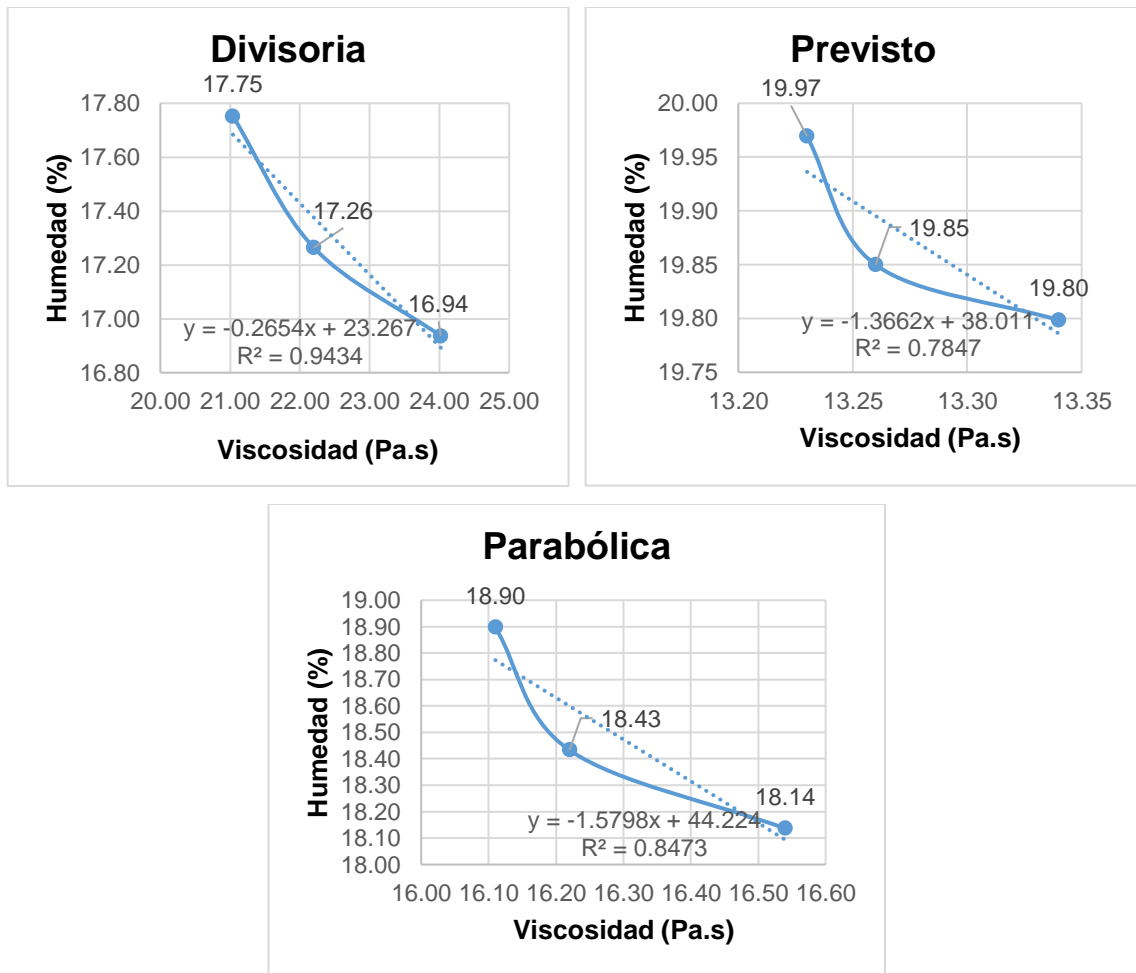


**Figura 14**

*Relación de viscosidad – temperatura de los tres tratamientos.*

**4.2.2.2. Relación humedad-viscosidad**

En la figura 14, se puede visualizar los datos que se relacionan humedad-viscosidad, es decir, **a mayor contenido de humedad de la miel, menor será su viscosidad**. Según los resultados con mayor humedad fue el sector Previsto con (19.97% a 13.23 Pa.s, 19.85 % a 13.26 Pa.s, 19.80 % a 13.34 Pa.s) seguidamente del sector Parabólica (18.90 % a 16.11 Pa.s, 18.43 % a 16.22 Pa.s, 18.14 % a 16.54 Pa.s) y con menor humedad el sector Divisoria (17.75 % a 20.04 Pa.s, 17.26 % a 20.40, 16.94 % a 21.02 Pa.s).



**Figura 15**  
 Relación humedad – viscosidad de los tres tratamientos.

### 4.3. Análisis microbiológico a la miel

Los resultados en la tabla 48, indican que no hay presencia de microorganismos que afecte a la miel, esto es un indicador de calidad y seguridad, lo que garantiza su consumo en la industria alimentaria, farmacéutico, cosmético u otros usos. Se encuentran por debajo de los límites permisibles según lo reportado por (SENASA, 2005) aerobios mesófilos  $1 \times 10^2$  UFC/g, levaduras y mohos  $1 \times 10^2$  UFC/g. De igual manera, Avilés y Matos, (2009) son inferiores los aerobios mesófilos  $10^2$  UFC/g, levaduras  $<10$  UFC/g y no existe mohos. Romero, (2017), aerobios mesófilos  $< 10$  UFC/g, mohos y levaduras 44,43 UFC/g, las mieles fueron cosechadas en setiembre y noviembre.

**Tabla 48**

*Análisis microbiológico de los tres sectores*

Sectores	Muestras*triplicado	Diluciones	Factor de dilución	Aerobios mesófilos (UFC/g)	Mohos y levaduras (UFC/g)
Divisoria	1*3	$10^{-1}$	1:10	0.00	0.00
		$10^{-2}$	1:100	0.00	0.00
		$10^{-3}$	1:1,000	0.00	0.00
		$10^{-4}$	1:10,000	0.00	0.00
		$10^{-5}$	1:100,000	0.00	0.00
		$10^{-6}$	1:1,000,000	0.00	0.00
Previsto	1*3	$10^{-1}$	1:10	0.00	0.00
		$10^{-2}$	1:100	0.00	0.00
		$10^{-3}$	1:1,000	0.00	0.00
		$10^{-4}$	1:10,000	0.00	0.00
		$10^{-5}$	1:100,000	0.00	0.00
		$10^{-6}$	1:1,000,000	0.00	0.00
Parabólica	1*3	$10^{-1}$	1:10	0.00	0.00
		$10^{-2}$	1:100	0.00	0.00
		$10^{-3}$	1:1,000	0.00	0.00
		$10^{-4}$	1:10,000	0.00	0.00
		$10^{-5}$	1:100,000	0.00	0.00
		$10^{-6}$	1:1,000,000	0.00	0.00

#### 4.4. Análisis de las propiedades sensoriales de la miel

Se evaluaron tres muestras de mieles procedentes del distrito de Boquerón, de los diferentes sectores: Previsto, Divisoria y Parabólica. Se reporta de manera global en la tabla 49, los puntajes que asignaron los jueces a los diferentes atributos.

**Tabla 49**  
*Reporte general de la evaluación sensorial*

Atributos	Unidad	Parámetro	Sectores (puntaje)		
			Divisoria	Previsto	Parabólica
Aspecto visual	Uso de los sentidos y escala hedónica	Color	137.20±2.07	66.64±1.89	94.08±2.02
		Humedad	44.40±0.00	35.87±1.02	44.31±0.67
Aroma	Uso de los sentidos y escala hedónica	Calidad	44.00±0.00	28.49±0.82	44.03±1.25
		Intensidad	60.00±0.00	33.11±0.95	51.17±1.45
Boca aroma retronasal	Uso de los sentidos y escala hedónica	Calidad	105.35±1.59	69.23±1.45	84.28±1.27
		Intensidad	99.05±1.49	65.09±1.37	79.24±1.19
Boca gusto	Uso de los sentidos y escala hedónica	Calidad	158.40±2.27	92.40±2.50	127.60±2.50
		Intensidad	112.68±1.62	65.73±1.78	93.90±1.48
Otros	Uso de los sentidos y escala hedónica	Cristalización	132.00±1.93	0.00±0.00	0.00±0.00
<b>TOTAL</b>			<b>893.08±41.58</b>	<b>456.56±28.20</b>	<b>618.61±37.64</b>

##### 4.4.1. Aspecto visual (apariencia)

En la tabla 50, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos y diez repeticiones en total 30 unidades experimentales, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el análisis de varianza tanto para los tratamientos y repeticiones, esto para saber el efecto sobre el aspecto visual (H<sub>i</sub>) o la ausencia de efecto en absoluto (H<sub>o</sub>).

**Tabla 50**  
*Diseño de bloques para el atributo aspecto visual*

Panelistas y/o repeticiones	TRATAMIENTOS			TOTAL	X medias	Coeficiente variación (%)
	I (Divisoria)	II (Previsto)	III (Parabólica)			
1	16.20	12.06	15.98	<b>44.24</b>	14.75±2.33	15.80
2	20.12	12.06	15.98	<b>48.16</b>	16.05±4.03	25.11
3	20.12	12.06	18.09	<b>50.27</b>	16.76±4.19	25.02
4	20.12	12.06	15.98	<b>48.16</b>	16.05±4.03	25.11
5	20.12	6.03	12.06	<b>38.21</b>	12.74±7.07	55.50
6	16.20	6.03	12.06	<b>34.29</b>	11.43±5.11	44.74
7	16.20	6.03	12.06	<b>34.29</b>	11.43±5.11	44.74
8	20.12	12.06	12.06	<b>44.24</b>	14.75±4.65	31.56
9	16.20	12.06	12.06	<b>40.32</b>	13.44±2.39	17.78
10	16.20	12.06	12.06	<b>40.32</b>	13.44±2.39	17.78
<b>TOTAL</b>	<b>181.60</b>	<b>102.51</b>	<b>138.39</b>	422.50		
<b>X medias</b>	18.16±2.07	10.25±2.91	13.84±2.38			
<b>Coeficiente variación (%)</b>	11.38	28.41	17.17			

Ho: T1=T2=T3      Hi: T1≠T2≠T3

Ho: B1=B2=B3=B4      Hi: B1≠B2≠B3≠B4

En la tabla 51, se visualiza que hay diferencia estadística en los tres tratamientos siendo el (valor-p 0.00003<0.05), por lo que se rechazó la hipótesis nula (Ho). Igualmente, para los bloques hay diferencia significativa siendo el (p-valor 0.02736<0.05), por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula (Ho). Lo que hay afectación en el aspecto visual entre cada tratamiento y bloque. Por lo que se sigue a realizar la prueba de Tukey.

**Tabla 51**  
*ANOVA aspecto visual*

Factor variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado	Valor-p	Sig
Tratamientos	2	313.657	156.828	41.480	<b>3.55456</b>	0.00003	Si
Panelistas	9	97.530	10.837	2.866	<b>2.45628</b>	0.02736	Si
Error	18	68.055	3.781				
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>479.242</b>					

Nota: Sig=Significancia

En la tabla 52, se realizó las comparaciones de los promedios 1 y 2 el valor obtenido fue de 7.91 como resultado hay diferencia significativa, en la segunda comparación del promedio de los tratamientos 1 y 3 el valor fue de 4.32, indicando que hay diferencia significativa y por último en la tercera comparación de los promedios de los tratamientos 2 y 3 el valor fue de 3.59, mostrando que no existe diferencia significativa. De modo que

la mayor puntuación se encuentra en el tratamiento 1, en seguida del tratamiento 3 y por último la menor puntuación del análisis realizado en el tratamiento 2.

**Tabla 52**  
*Tukey para aspecto visual (tratamientos)*

<b>Tratamientos Divisoria (1) Previsto (2) Parabólica (3)</b>			
<b>X medias</b>	18.16	10.25	13.84
Divisoria – Previsto	$= 18.16 - 10.25 = 7.91 > 4.05$ <b>Hay diferencia</b>		
Divisoria – Parabólica	$= 18.16 - 13.84 = 4.32 > 4.05$ <b>Hay diferencia</b>		
Previsto – Parabólica	$= 10.25 - 13.84 = 3.59 < 4.05$ <b>No hay diferencia</b>		

En la tabla 53, se puede visualizar las diferencias significativas en las medias de 1 a 6, 1 a 7, 2 a 5, 2 a 6, 2 a 7, 3 a 5, 3 a 6, 3 a 7, 3 a 9, 3 a 10, 4 a 5, 4 a 6, 4 a 7, 6 a 8, 7 a 8 y en las demás medias no existiendo diferencias significativas.

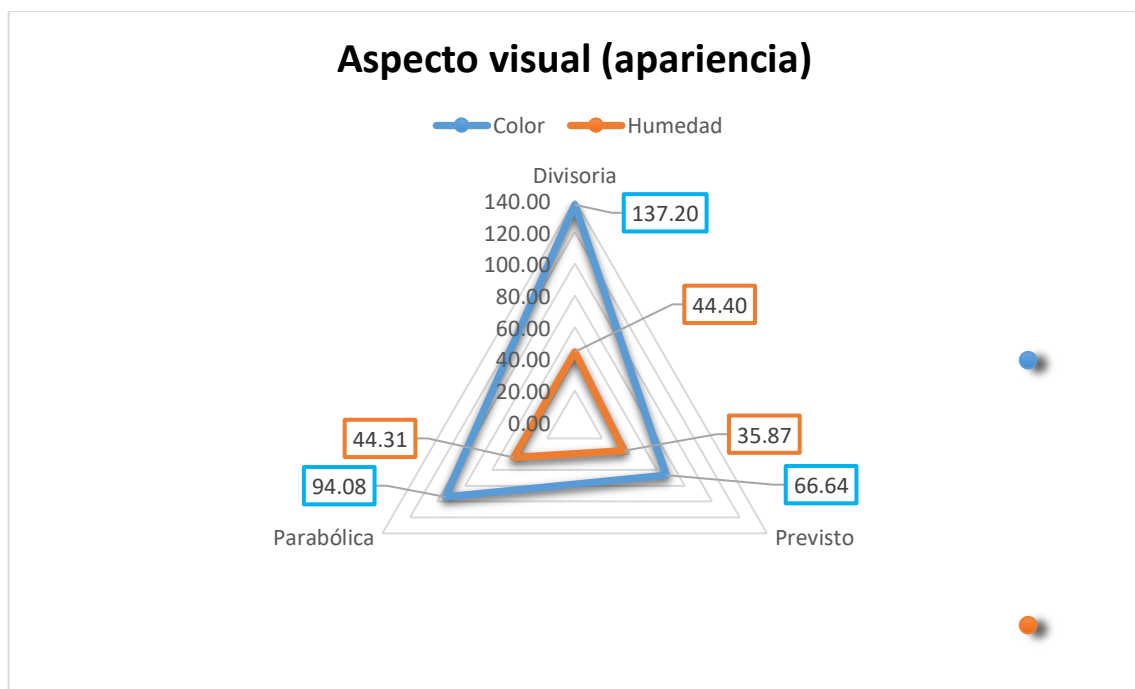
**Tabla 53**  
*Tukey para aspecto visual (bloques)*

<b>Panelistas</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>X medias</b>	14.75	16.05	16.76	16.05	12.74	11.43	11.43	14.75	13.44	13.44
<b>1 – 2</b>	$= 1.31 < 3.12$ No hay diferencia			<b>4 – 5</b>	$= 3.32 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>					
<b>1 – 3</b>	$= 2.01 < 3.12$ No hay diferencia			<b>4 – 6</b>	$= 4.62 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>					
<b>1 – 4</b>	$= 1.31 < 3.12$ No hay diferencia			<b>4 – 7</b>	$= 4.62 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>					
<b>1 – 5</b>	$= 2.01 < 3.12$ No hay diferencia			<b>4 – 8</b>	$= 1.31 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>1 – 6</b>	$= 3.32 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>			<b>4 – 9</b>	$= 2.61 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>1 – 7</b>	$= 3.32 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>			<b>4 – 10</b>	$= 2.61 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>1 – 8</b>	$= 0.00 < 3.12$ No hay diferencia			<b>5 – 6</b>	$= 1.31 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>1 – 9</b>	$= 1.31 < 3.12$ No hay diferencia			<b>5 – 7</b>	$= 1.31 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>1 – 10</b>	$= 1.31 < 3.12$ No hay diferencia			<b>5 – 8</b>	$= 2.01 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>2 – 3</b>	$= 0.70 < 3.12$ No hay diferencia			<b>5 – 9</b>	$= 0.70 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>2 – 4</b>	$= 0.00 < 3.12$ No hay diferencia			<b>5 – 10</b>	$= 0.70 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>2 – 5</b>	$= 3.32 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>			<b>6 – 7</b>	$= 0.00 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>2 – 6</b>	$= 4.62 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>			<b>6 – 8</b>	$= 3.32 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>					
<b>2 – 7</b>	$= 4.62 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>			<b>6 – 9</b>	$= 2.01 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>2 – 8</b>	$= 1.31 < 3.12$ No hay diferencia			<b>6 – 10</b>	$= 2.01 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>2 – 9</b>	$= 2.61 < 3.12$ No hay diferencia			<b>7 – 8</b>	$= 3.32 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>					
<b>2 – 10</b>	$= 2.61 < 3.12$ No hay diferencia			<b>7 – 9</b>	$= 2.01 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>3 – 4</b>	$= 0.70 < 3.12$ No hay diferencia			<b>7 – 10</b>	$= 2.01 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>3 – 5</b>	$= 4.02 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>			<b>8 – 9</b>	$= 1.31 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>3 – 6</b>	$= 5.33 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>			<b>8 – 10</b>	$= 1.31 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>3 – 7</b>	$= 5.33 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>			<b>9 – 10</b>	$= 0.00 < 3.12$ No hay diferencia					
<b>3 – 8</b>	$= 2.01 < 3.12$ No hay diferencia									
<b>3 – 9</b>	$= 3.32 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>									
<b>3 – 10</b>	$= 3.32 > 3.12$ <b>Hay diferencia</b>									

Los valores de la evaluación sensorial, del aspecto visual con respecto al color y humedad se visualizan en la figura 15, de las tres muestras de miel de los diferentes sectores (Divisoria, Previsto y Parabólica). En relación al color, los jueces calificaron con

la mayor puntuación al sector Divisoria con un valor de  $137.20 \pm 2.07$  puntos, seguidamente del sector Parabólica con  $94.08 \pm 2.02$  puntos y por último la menor puntuación con  $66.64 \pm 1.89$  puntos el sector Previsto. Por otra parte, la humedad, con mayor puntuación fue el sector Divisoria con  $44.40 \pm 0.00$  puntos, en seguida del sector Parabólica con  $44.31 \pm 0.67$  puntos y finalmente con menor puntuación el sector Previsto con  $35.87 \pm 1.02$  puntos.

En contraste con Coronado et al. (2019), las localidades (Zapatero, Juan Guerra, Las Palmas, Lamas y La Banda de Shilcayo) el aspecto visual con mayor puntuación en el sector Las Palmas y de color extra claro. Por otro lado, Avilés y Matos, (2009), las mieles recolectadas en las ciudades de Cajamarca, Huarochirí y Huánuco, no existe diferencia significativa.



**Figura 16**

*Perfilación sensorial de los tres sectores, atributo aspecto visual.*

#### 4.4.2. Aroma

En la tabla 54, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos y diez repeticiones, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el análisis de varianza tanto para los tratamientos y repeticiones, esto para saber el efecto sobre el aspecto aroma (Hi) o la ausencia de efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 54**  
*Diseño de bloques para el atributo aroma*

Panelistas y/o repeticiones	TRATAMIENTOS			TOTAL
	I (Divisoria)	II (Previsto)	III (Parabólica)	
1	10.40	5.60	11.20	<b>27.20</b>
2	10.40	11.20	11.20	<b>32.80</b>
3	10.40	5.60	5.60	<b>21.60</b>
4	10.40	5.60	11.20	<b>27.20</b>
5	10.40	5.60	11.20	<b>27.20</b>
6	10.40	5.60	11.20	<b>27.20</b>
7	10.40	5.60	5.60	<b>21.60</b>
8	10.40	5.60	11.20	<b>27.20</b>
9	10.40	5.60	5.60	<b>21.60</b>
10	10.40	5.60	11.20	<b>27.20</b>
<b>TOTAL</b>	<b>104.00</b>	<b>61.60</b>	<b>95.20</b>	260.80
<b>X medias</b>	10.40±0.00	6.16±1.77	9.52±2.71	
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	0.00	28.75	28.41	

2

Ho: T1=T2=T3      Hi: T1≠T2≠T3  
Ho: B1=B2=B3=B4      Hi: B1≠B2≠B3≠B4

5

En la tabla 55, se aprecia que hay diferencia estadística en los tres tratamientos siendo el (valor-p 0.00110<0.05), entonces se continuó a rechazar la hipótesis nula (Ho). Igualmente, para los bloques no existe diferencia significativa siendo el (p-valor 0.28754>0.05), en este caso, se acepta la hipótesis nula (Ho). En este contexto, hay afectación en el aspecto aroma entre cada tratamiento. Por lo que se avanzó a aplicar el método de Tukey.

**Tabla 55**  
*ANOVA atributo aroma*

Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado	P=Valor	Sig
Tratamientos	2	100.139	50.069	15.966	<b>3.55456</b>	0.00110	Si
Panelistas	9	37.632	4.181	1.333	<b>2.45628</b>	0.28754	No
Error	18	56.448	3.136				
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>194.219</b>					

1

En la tabla 56, se realizó las comparaciones de los promedios 1 y 2 el valor obtenido fue de 4.24 como resultado hay diferencia significativa, en la segunda comparación del promedio de los tratamientos 1 y 3 el valor fue de 0.88, indicando que no hay diferencia significativa y por último en la tercera comparación de los promedios de los tratamientos 2 y 3 el valor fue de 3.36, mostrando que no existe diferencia significativa. De modo que

la mayor puntuación se encuentra en el tratamiento 1, en seguida del tratamiento 3 y por último la menor puntuación del análisis realizado en el tratamiento 2.

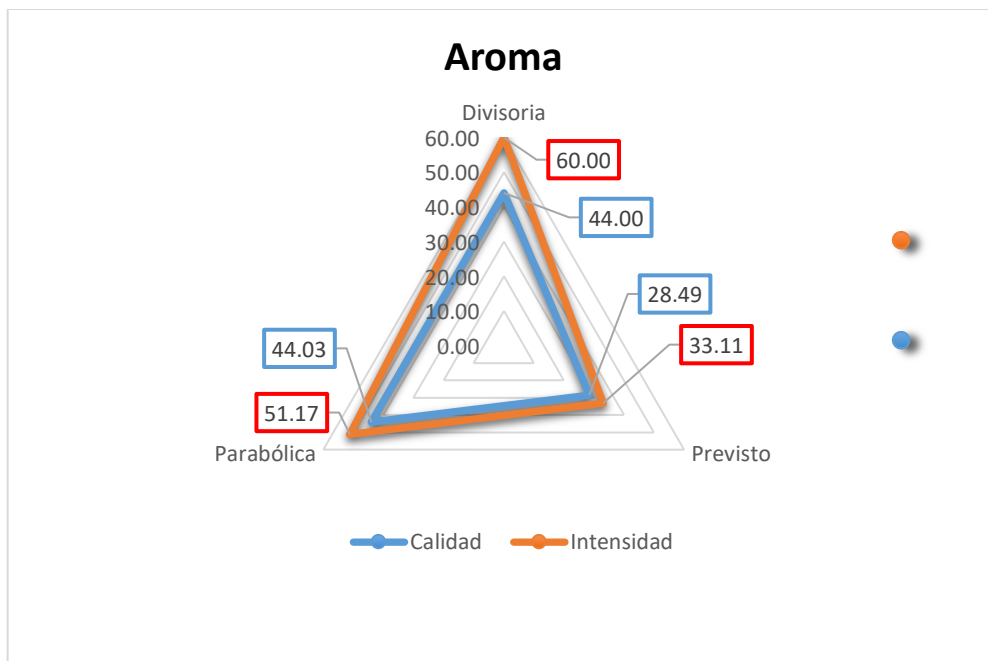
**Tabla 56**

*Tukey atributo aroma*

Tratamientos	Divisoria (1)	Previsto (2)	Parabólica (3)
<b>X medias</b>	10.40	6.16	9.52
Divisoria – Previsto	$= 10.40 - 6.16 = 4.24 > 3.69$ <b>Hay diferencia</b>		
Divisoria – Parabólica	$= 10.40 - 9.52 = 0.88 < 3.69$ No hay diferencia		
Previsto – Parabólica	$= 6.16 - 9.52 = 3.36 < 3.69$ No hay diferencia		

Los valores de la evaluación sensorial, del aspecto aroma con respecto a la calidad e intensidad de las tres muestras de miel de los diferentes sectores (Divisoria, Previsto y Parabólica) se visualiza en la figura 16. En relación a la calidad, los jueces calificaron con la mayor puntuación al sector Parabólica con un valor de  $44.03 \pm 1.25$  puntos, seguidamente del sector Divisoria con  $44.00 \pm 0.00$  puntos y por último la menor puntuación con  $28.49 \pm 0.82$  puntos el sector Previsto. Por otra parte, la intensidad, con mayor puntuación fue el sector Divisoria con  $60.00 \pm 0.00$  puntos, en seguida del sector Parabólica con  $51.17 \pm 1.45$  puntos y finalmente con menor puntuación el sector Previsto con  $33.11 \pm 0.95$  puntos.

A diferencia de, Coronado et al. (2019), las localidades de Zapatero, Juan Guerra, Lamas, La Banda de Shilcayo y Las Palmas, la mayor puntuación en el aspecto aroma siendo la localidad de La Banda de Shilcayo. Por otra parte, Avilés y Matos, (2009), las mieles recolectadas en las ciudades de Cajamarca, Huarochirí y Huánuco, no existe diferencia significativa.



**Figura 17**  
Perfilación sensorial de los tres sectores, atributo aroma.

#### 4.4.3. Boca (aroma retronasal) olfato-gusto

En la tabla 57, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos y diez repeticiones, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el análisis de varianza tanto para los tratamientos y repeticiones, esto para saber el efecto sobre el aspecto boca aroma retronasal (Hi) o la ausencia de efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 57**  
Diseño de bloques para el atributo boca (aroma retronasal)

Panelistas y/o repeticiones	TRATAMIENTOS			TOTAL	X medias	Coeficiente variación (%)
	I (Divisoria)	II (Previsto)	III (Parabólica)			
1	17.52	17.52	17.52	<b>52.56</b>	17.52±0.00	0.00
2	23.36	17.52	17.52	<b>58.40</b>	19.47±3.37	17.32
3	17.52	11.68	11.68	<b>40.88</b>	13.63±3.37	24.74
4	23.36	11.68	17.52	<b>52.56</b>	17.52±5.84	33.33
5	23.36	11.68	17.52	<b>52.56</b>	17.52±5.84	33.33
6	17.52	11.68	17.52	<b>46.72</b>	15.57±3.37	21.65
7	23.36	11.68	17.52	<b>52.56</b>	17.52±5.84	33.33
8	23.36	17.52	17.52	<b>58.40</b>	19.47±3.37	17.32
9	17.52	11.68	11.68	<b>40.88</b>	13.63±3.37	24.74
10	17.52	11.68	17.52	<b>46.72</b>	15.57±3.37	21.65
<b>TOTAL</b>	<b>204.40</b>	<b>134.32</b>	<b>163.52</b>	502.24		
<b>X medias</b>	20.44±3.08	13.43±2.82	16.35±2.46			
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	15.06	21.00	15.06			

2

Ho: T1=T2=T3      Hi: T1≠T2≠T3  
 Ho: B1=B2=B3=B4      Hi: B1≠B2≠B3≠B4

5

20

En la tabla 58, se observa que hay diferencia estadística en los tres tratamientos siendo el (valor-p 0.00025<0.05), por lo que, se rechazó la hipótesis nula (Ho). Igualmente, para los bloques hay diferencia significativa siendo el (p-valor 0.04434<0.05), en este caso, se rechaza la hipótesis nula (Ho). Lo que hay afectación en el aspecto boca aroma retronasal entre cada tratamiento y bloque. Por lo que se sigue a realizar la prueba de Tukey.

**Tabla 58**  
 ANOVA boca aroma retronasal

F. V	G. L	S. C	C. M	F Calculado	F Tabulado	Valor-p	Sig
Tratamientos	2	247.834	123.917	23.927	<b>3.55456</b>	0.00025	Si
Panelistas	9	118.233	13.137	2.537	<b>2.45628</b>	0.04434	Si
Error	18	93.222	5.179				
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>459.289</b>					

En la tabla 59, se realizó las comparaciones de los promedios 1 y 2 el valor obtenido fue de 7.01 como resultado hay diferencia significativa, en la segunda comparación del promedio de los tratamientos 1 y 3 el valor fue de 4.09, indicando que no hay diferencia significativa y por último en la tercera comparación de los promedios de los tratamientos 2 y 3 el valor fue de 2.92, mostrando que no existe diferencia significativa. De modo que la mayor puntuación se encuentra en el tratamiento 1, en seguida del tratamiento 3 y por último la menor puntuación del análisis realizado en el tratamiento 2.

**Tabla 59**  
 Tukey boca aroma retronasal (tratamientos)

Tratamientos	Divisoria (1)	Previsto (2)	Parabólica (3)
<b>X medias</b>	20.44	13.43	16.35
Divisoria – Previsto	= 20.44 – 13.43 = 7.01 > 4.74 <b>Hay diferencia</b>		
Divisoria – Parabólica	= 20.44 – 16.35 = 4.09 < 3.74 No hay diferencia		
Previsto – Parabólica	= 13.43 – 16.35 = 2.92 < 3.74 No hay diferencia		

En la tabla 60, se puede visualizar las diferencias significativas en las medias de 1 a 3, 1 a 9, 2 a 3, 2 a 6, 2 a 9, 2 a 10, de 3 a 4, de 3 a 5, de 3 a 7, de 3 a 8, de 4 a 9, de 5 a 9, de 6 a 8, de 7 a 9, de 8 a 9, de 8 a 10 y en las demás medias no existe diferencias significativas.

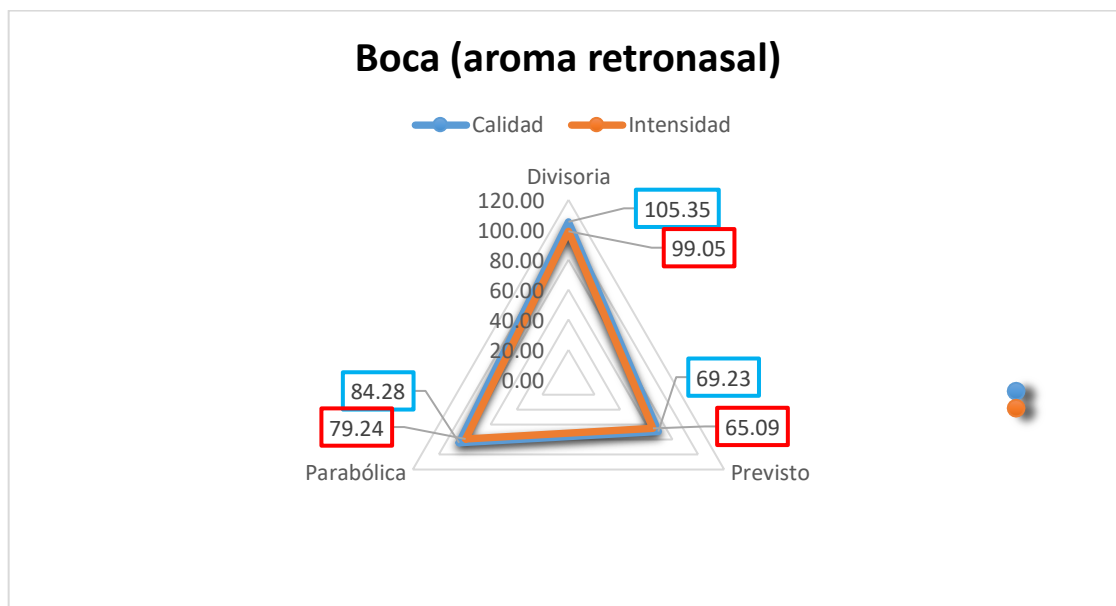
**Tabla 60**  
*Tukey boca aroma retronasal (bloques)*

Panelistas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>X medias</b>	17.52	19.47	13.63	17.52	17.52	15.57	17.52	19.47	13.63	15.57
1 – 2	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia			4 – 5	= 0.00 > 3.65 No hay diferencia					
1 – 3	<b>= 3.89 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>			4 – 6	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia					
1 – 4	= 0.00 > 3.65 No hay diferencia			4 – 7	= 0.00 > 3.65 No hay diferencia					
1 – 5	= 0.00 > 3.65 No hay diferencia			4 – 8	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia					
1 – 6	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia			4 – 9	<b>= 3.89 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>					
1 – 7	= 0.00 > 3.65 No hay diferencia			4 – 10	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia					
1 – 8	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia			5 – 6	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia					
1 – 9	<b>= 3.89 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>			5 – 7	= 0.00 > 3.65 No hay diferencia					
1 – 10	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia			5 – 8	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia					
2 – 3	<b>= 5.84 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>			5 – 9	<b>= 3.89 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>					
2 – 4	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia			5 – 10	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia					
2 – 5	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia			6 – 7	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia					
2 – 6	<b>= 3.89 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>			6 – 8	<b>= 3.89 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>					
2 – 7	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia			6 – 9	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia					
2 – 8	= 0.00 > 3.65 No hay diferencia			6 – 10	= 0.00 > 3.65 No hay diferencia					
2 – 9	<b>= 5.84 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>			7 – 8	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia					
2 – 10	<b>= 3.89 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>			7 – 9	<b>= 3.89 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>					
3 – 4	<b>= 3.89 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>			7 – 10	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia					
3 – 5	<b>= 3.89 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>			8 – 9	<b>= 5.84 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>					
3 – 6	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia			8 – 10	<b>= 3.89 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>					
3 – 7	<b>= 3.89 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>			9 – 10	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia					
3 – 8	<b>= 5.84 &gt; 3.65 Hay diferencia</b>									
3 – 9	= 0.00 > 3.65 No hay diferencia									
3 – 10	= 1.95 < 3.65 No hay diferencia									

Los valores de la evaluación sensorial, del aspecto boca (aroma retronasal) con respecto a la calidad e intensidad se visualizan en la figura 17, de las tres muestras de miel de los diferentes sectores (Divisoria, Previsto y Parabólica). En relación a la calidad, los jueces calificaron con la mayor puntuación al sector Divisoria con un valor de  $105.35 \pm 1.59$  puntos, seguidamente del sector Parabólica con  $84.28 \pm 1.27$  puntos y por último la menor puntuación con  $69.23 \pm 1.45$  puntos el sector Previsto. Por otra parte, la intensidad, con mayor puntuación fue el sector Divisoria con  $99.05 \pm 1.49$  puntos, en seguida del sector Parabólica con  $79.24 \pm 1.19$  puntos y finalmente con menor puntuación el sector Previsto con  $65.09 \pm 1.37$  puntos.

Por consiguiente, Coronado et al. (2019), en las localidades de Lamas, Zapatero, Las Palmas, La Banda de Shilcayo y Juan Guerra, en el atributo Boca (aroma retronasal) con mayor puntuación las localidades de Zapatero y La Banda de Shilcayo, siendo el aroma a bosque. Finalmente, Avilés y Matos, (2009), reportaron que las mieles

recolectadas en las ciudades de Cajamarca, Huarochirí y Huánuco, no existe diferencia significativa.



**Figura 18**

Perfilación sensorial de los tres sectores, atributo boca (aroma retronasal).

#### 4.4.4. Boca (gusto)

En la tabla 61, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos y diez repeticiones en total 30 unidades experimentales, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el análisis de varianza tanto para los tratamientos y repeticiones, esto para saber el efecto sobre el aspecto boca gusto (Hi) o la ausencia de efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 61**

Diseño de bloques para el atributo boca gusto

Panelistas y/o repeticiones	TRATAMIENTOS			TOTAL
	I Divisoria	II Previsto	III Parabólica	
1	30.12	22.59	22.59	<b>75.30</b>
2	30.12	15.06	30.12	<b>75.30</b>
3	22.59	15.06	15.06	<b>52.71</b>
4	30.12	15.06	22.59	<b>67.77</b>
5	30.12	22.59	22.59	<b>75.30</b>
6	30.12	15.06	22.59	<b>67.77</b>
7	22.59	15.06	22.59	<b>60.24</b>
8	30.12	7.53	22.59	<b>60.24</b>
9	22.59	15.06	18.19	<b>55.84</b>
10	22.59	15.06	22.59	<b>60.24</b>
<b>TOTAL</b>	<b>271.08</b>	<b>158.13</b>	<b>221.50</b>	650.71
<b>X medias</b>	27.11±3.89	15.81±4.27	22.15±3.81	

<b>Coefficiente de variación (%)</b>	14.34	27.03	17.21
	Ho: T1=T2=T3	Hi: T1≠T2≠T3	
	Ho: B1=B2=B3=B4	Hi: B1≠B2≠B3≠B4	

En la tabla 62, se distingue que hay diferencia estadística en los tres tratamientos siendo el (valor-p 0.00017<0.05), por lo que se rechazó la hipótesis nula (Ho). Igualmente, para los bloques no existe diferencia significativa siendo el (p-valor 0.11135>0.05), en este caso, se acepta la hipótesis nula (Ho). Lo que hay afectación en el aspecto boca gusto entre cada tratamiento. Por lo que se procede a realizar la prueba de Tukey.

**Tabla 62**  
ANOVA aspecto boca gusto

F. V	G. L	S. C	C. M	F Calculado	F Tabulado	P=Valor	Sig
Tratamientos	2	641.055	320.527	26.323	<b>3.55456</b>	0.00017	Si
Panelistas	9	212.163	23.574	1.936	<b>2.45628</b>	0.11135	No
Error	18	219.178	12.177				
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>1072.395</b>					

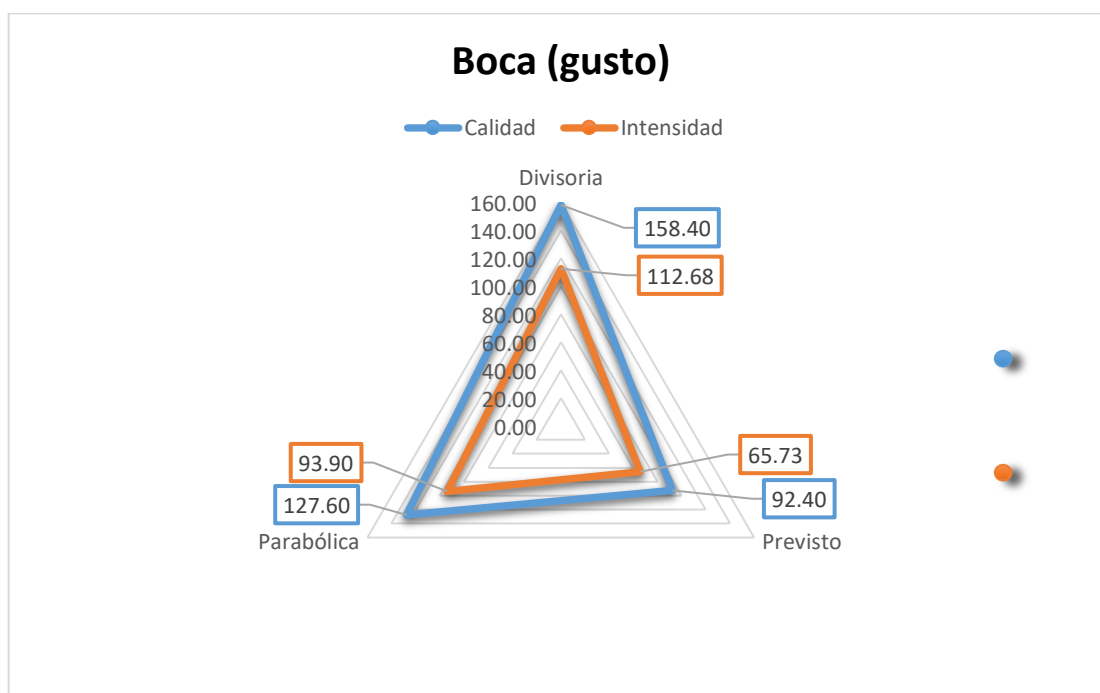
En la tabla 63, se realizó las comparaciones de los promedios 1 y 2 el valor obtenido fue de 11.30 como resultado hay diferencia significativa, en la segunda comparación del promedio de los tratamientos 1 y 3 el valor fue de 4.96, indicando que no hay diferencia significativa y por último en la tercera comparación de los promedios de los tratamientos 2 y 3 el valor fue de 6.34, mostrando que no existe diferencia significativa. De modo que la mayor puntuación se encuentra en el tratamiento 1, en seguida del tratamiento 3 y por último la menor puntuación del análisis realizado en el tratamiento 2.

**Tabla 63**  
Tukey aspecto boca gusto

Tratamientos	Divisoria (1)	Previsto (2)	Parabólica (3)
<b>X medias</b>	27.11	15.81	22.15
Divisoria – Previsto	= 27.11 – 15.81 = 11.30 > 7.27 <b>Hay diferencia</b>		
Divisoria – Parabólica	= 27.11 – 22.15 = 4.96 < 7.27 No hay diferencia		
Previsto – Parabólica	= 15.81 – 22.15 = 6.34 < 7.27 No hay diferencia		

Los valores de la evaluación sensorial, del aspecto boca gusto con respecto a la calidad e intensidad de las tres muestras de miel de los diferentes sectores (Divisoria, Previsto y Parabólica) se visualiza en la figura 18. En relación a la calidad, los jueces calificaron con la mayor puntuación al sector Divisoria con un valor de 158.40±2.27 puntos,

seguidamente del sector Parabólica con  $127.60 \pm 2.50$  puntos y por último la menor puntuación con  $92.40 \pm 2.50$  puntos el sector Previsto. Por otra parte, la intensidad, con mayor puntuación fue el sector Divisoria con  $112.68 \pm 1.62$  puntos, en seguida del sector Parabólica con  $93.90 \pm 1.48$  puntos y finalmente con menor puntuación el sector Previsto con  $65.73 \pm 1.78$  puntos. En su investigación de, Coronado et al. (2019), las localidades de Las Palmas, Juan Guerra, La Banda de Shilcayo, Lamas y Zapatero, no hubo diferencia entre ellas, sin embargo Zapatero y La Banda de Shilcayo mostraron puntajes más altos. Así mismo, Avilés y Matos, (2009), las mieles recolectadas en las ciudades de Cajamarca, Huarochirí y Huánuco, la que posee aceptabilidad mayor es la región Cajamarca.



**Figura 19**

*Perfilación sensorial de los tres sectores, atributo boca gusto.*

#### 4.4.5. Otros (cristalización)

En la tabla 64, se puede visualizar los datos de los experimentos siendo tres tratamientos, en este caso hubo cristalización solo en el tratamiento 1 (Divisoria) y diez repeticiones, nivel de confianza (95%) y nivel de significancia (5%). Posteriormente se realizó el análisis de varianza tanto para los tratamientos y repeticiones, esto para saber el efecto sobre el aspecto cristalización (Hi) o la ausencia de efecto en absoluto (Ho).

**Tabla 64**  
*Diseño de bloques para el atributo consistencia de la miel cristalizada*

Panelistas y/o repeticiones	TRATAMIENTOS			TOTAL
	I (Divisoria)	II (Previsto)	III (Parabólica)	
1	12.00	0.00	0.00	<b>12.00</b>
2	16.00	0.00	0.00	<b>16.00</b>
3	12.00	0.00	0.00	<b>12.00</b>
4	12.00	0.00	0.00	<b>12.00</b>
5	16.00	0.00	0.00	<b>16.00</b>
6	12.00	0.00	0.00	<b>12.00</b>
7	16.00	0.00	0.00	<b>16.00</b>
8	12.00	0.00	0.00	<b>12.00</b>
9	12.00	0.00	0.00	<b>12.00</b>
10	12.00	0.00	0.00	<b>12.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>132.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	132.00
<b>X medias</b>	13.20±1.93	0.00±0.00	0.00±0.00	
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	14.64	-	-	

2

Ho: T1=T2=T3      Hi: T1≠T2≠T3  
Ho: B1=B2=B3=B4      Hi: B1≠B2≠B3≠B4

5

En la tabla 65, los resultados manifiestan que hay diferencia estadística en los tres tratamientos siendo el (valor-p 0.0000000008<0.05), entonces se rechaza la hipótesis nula (Ho). Igualmente, para los bloques no existe diferencia significativa siendo el (p-valor 0.47415>0.05), en este caso, se acepta la hipótesis nula (Ho). Lo que hay afectación en el aspecto cristalización en el tratamiento 1. Por lo que se procede a realizar la prueba de Tukey.

23

**Tabla 65**  
*ANOVA consistencia de la miel cristalizada*

Fuente variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado	P=Valor	Sig
Tratamientos	2	1161.600	580.800	466.714	<b>3.55456</b>	0.0000000008	Si
Panelistas	9	11.200	1.244	1.000	<b>2.45628</b>	0.47415	No
Error	18	22.400	1.244				
<b>Total</b>	29	1195.200					

38

En la tabla 66, se realizó las comparaciones de los promedios 1 y 2 el valor obtenido fue de 13.00 como resultado hay diferencia significativa, en la segunda comparación del promedio de los tratamientos 1 y 3 el valor fue de 13.20, indicando que hay diferencia significativa y por último en la tercera comparación de los promedios de los tratamientos 2 y 3 el valor fue de 0.00, mostrando que no existe diferencia significativa. De modo que

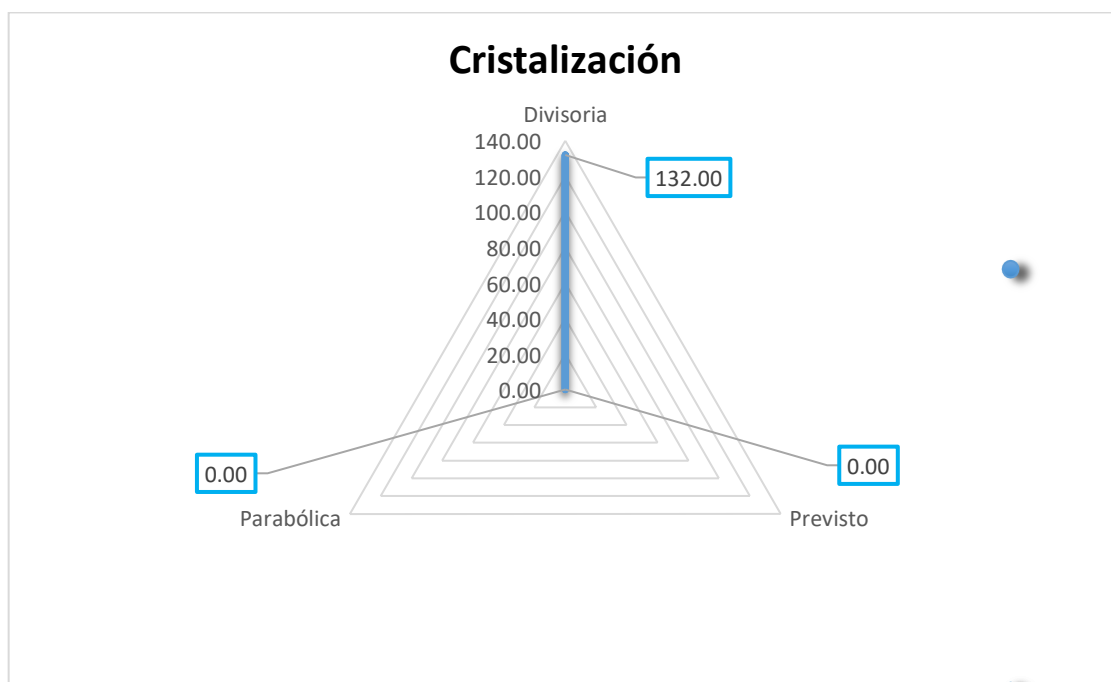
la mayor puntuación de las medias se encuentra en el tratamiento 1, y sin puntuación los tratamientos 3 y 2.

**Tabla 66**

*Tukey consistencia de la miel cristalizada*

Tratamientos	Divisoria (1)	Previsto (2)	Parabólica (3)
<b>X medias</b>	13.20	0.00	0.00
Divisoria – Previsto	$= 13.20 - 0.00 = 13.00 > 3.75$ <b>Hay diferencia</b>		
Divisoria – Parabólica	$= 13.20 - 0.00 = 13.20 > 3.75$ <b>Hay diferencia</b>		
Previsto – Parabólica	$= 0.00 - 0.00 = 0.00 < 3.75$ <b>No hay diferencia</b>		

Los valores de la evaluación sensorial, del aspecto cristalización de las tres muestras de miel de los diferentes sectores (Divisoria, Previsto y Parabólica) se visualiza en la figura 19. Los jueces calificaron al sector Divisoria con un valor de  $132.00 \pm 1.93$  puntos, al sector Parabólica con  $0.00 \pm 0.00$  puntos y por último al sector Previsto con  $0.00 \pm 0.00$  puntos. La cristalización en la miel es un indicador de calidad y pureza. En este caso solo en el sector Divisoria hubo presencia de pequeños cristales y ausencia en los demás tratamientos. Para contrastar, Frigerio, (2010), evaluaron la miel en almacenamiento (3 meses, 6 meses, 8 meses y 10 meses) y reporta que la consistencia de la miel aumenta a través del tiempo. Por otro lado, Avilés y Matos, (2009), las mieles recolectadas en las ciudades de Cajamarca, Huarochirí y Huánuco, no existe diferencia significativa. Finalmente, Coronado et al. (2019), no reportó la cristalización en la miel.



**Figura 20**

*Perfilación sensorial de los tres sectores, atributo consistencia de la miel cristalizada.*

## 4.5. Realización de la toma de muestras de las mieles

### 4.5.1. Origen, procedencia floral y comportamiento climático

En la tabla 67, se observa que las mieles de abeja provienen del distrito de Boquerón de tres zonas diferentes: Sectores Divisoria, Previsto y Parabólica, esto con el fin que pueda haber variación en el origen floral y zona climática de la miel según ecosistema. En la fuente botánica la miel multifloral siendo este su origen floral y los sectores Divisoria, Previsto y Parabólica del distrito de Boquerón – Perú, lugar de procedencia. De tal manera, hay un aporte nutracéutico por ser multifloral por su diversidad de compuestos bioactivos (vitaminas, flavonoides, ácidos fenólicos y enzimas). Según, Fernández et al. (2022), las obreras tienen la capacidad de recorrer hasta unos 3 km, pero generalmente no se alejan más de 1 km mientras buscan flores.

La flora apícola con un radio de 5 km a la redonda, para los tres sectores son los siguientes:

**Divisoria.** Cedro (*Cedrela odorata L.*), Limón (*Citrus limon*), Mango (*Mangifera indica*), Café (*Coffea arabica*), Yuca (*Manihot esculenta*), Cocona (*Solanum sessiliflorum*), Granadilla (*Passiflora ligularis*), Cúrcuma (*Curcuma longa L.*), Bijao (*Calathea lutea*), Maíz (*Zea mays*), Repollo (*Brassica oleracea*), Zapallo (*Cucurbita sp.*), Granadilla (*Passiflora ligularis*), Sangre de grado (*Croton lechleri*).

**Previsto.** Copaiba (*Copaifera officinalis*), Pandisho (*Artocarpus altilis*), Cúrcuma (*Curcuma longa L.*), Palta (*Persea americana*), Rocoto (*Capsicum pubescens*), Caigua (*Cyclanthera pedata*), Brizantha (*Brachiaria brizantha*), Cocona (*Solanum sessiliflorum*),

**Parabólica.** Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), Cedro (*Cedrela odorata L.*), Cacao (*Theobroma cacao*), Palma (*Elaeis guineensis*), Cético (*Cecropia membranacea*), Matico (*Piper aduncum*), Malva (*Malva sylvestris*), Aguaje (*Mauritia flexuosa*), Coco (*Cocos nucifera*), Cocona (*Solanum sessiliflorum*), Brizantha (*Brachiaria brizantha*), Guaba (*Inga edulis*), Pituca (*Colocasia esculenta*), Sandía (*Citrullus lanatus*).

Boquerón cuenta con una temporada lluviosa (empieza desde los meses noviembre a abril) y seca (mayo a octubre), esta última no implica la ausencia total de lluvias, disminuye en frecuencia e intensidad. En la región climática se tuvo bastante cuidado al momento de época de cosecha, manejo apícola, salud de la colonia, almacenamiento por el lugar de extracción ya que ambas son de trópico húmedo (Divisoria y Previsto), puede ocasionar que la miel fermente, muy diferente al sector Parabólica de zona templada con menor humedad.

**Tabla 67***Distribución, origen de las mieles*

<b>Región climática</b>	<b>Sector</b>	<b>Especie de abeja</b>	<b>Fuente botánica</b>
Trópico húmedo	Divisoria	<i>Apis mellifera</i> L	Multifloral
Trópico húmedo	Previsto	<i>Apis mellifera</i> L	Multifloral
Zona templada	Parabólica	<i>Apis mellifera</i> L	Multifloral

## CONCLUSIONES

Mediante la evaluación de los caracteres fisicoquímicos de las mieles procedentes de las zonas de Previsto, Divisoria y Parabólica se determinó que existe diferencias significativas en los análisis de conductividad eléctrica, acidez libre, color, humedad, azúcares reductores, hidroximetilfurfural, bajo estos fundamentos las muestras examinadas se encuentran en los límites permisibles de acuerdo a las Normas nacionales e internacionales. Y no significativas en los análisis de pH, sólidos solubles, cenizas.

La descripción reológica presenta diferencias significativas en las tres zonas diferentes tanto para densidad y viscosidad. El sector Previsto con menor densidad por el nivel de humedad presente de  $19.87 \pm 0.09$  %.

En los análisis microbiológicos de las tres zonas diferentes se realizó las pruebas de aerobios mesófilos, mohos y levadoras, se determinó que en ninguna muestra hubo presencia de microorganismos que afecte a la miel, por lo tanto, es óptima para consumo y comercialización.

En el análisis sensorial de las diferentes muestras de miel de los tres sectores todas difieren, la muestra con mayor puntaje calificado por diez panelistas de los diferentes atributos siendo aspecto visual, aroma, aroma boca retronasal, boca gusto y cristalización, fue el sector Divisoria con  $893.08 \pm 41.58$  puntos.

La toma de muestras de las mieles de *Apis mellifera L.*, de los tres sectores (Divisoria, Previsto y Parabólica) son de origen floral y de diferente zona, lo que ofrece un mayor equilibrio de las propiedades diversas en beneficio de la salud.

## RECOMENDACIONES

Se sugiere evaluar las mieles de áreas geográficas a mayor altitud para ver su influencia en la procedencia floral y comportamiento climático según ecosistema.

Se sugiere emplear la metodología descrita en esta investigación para poder analizar las mieles de las diferentes zonas del país.

Se debe realizar estudios de conservación de flora apícola ya que de ellas recolectan néctar las abejas y se alimentan, además para la producción de miel y el polen en beneficio de nutrir a sus crías (larvas).

Se recomienda que, después de la extracción de las mieles, se debe almacenar en recipientes de vidrio ámbar, en un lugar fresco, seco y a una temperatura de 18 °C a 24 °C.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbasi, K. H., Jamal, M., Ahmad, S., Ghramh, H. A., Khanum, S., Khan, K. A., Ullah, M. A., Aljedani, D. M., & Zulfiqar, B. (2021). Standardization of managed honey bee (*Apis mellifera*) hives for pollination of Sunflower (*Helianthus annuus*) crop. *Journal of King Saud University - Science*, 33(8), 101608. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101608>
- Achahui Chuctaya, I., & Quispe Huaman, A. (2024). Evaluación de los parámetros fisicoquímicos, actividad antioxidante y antibacteriano in vitro frente a *Streptococcus pneumoniae* atcc 49619 en muestras de miel de abeja (*Apis mellifera*) multifloral de Huarán (calca) y la miel de eucalipto de Chacán (Anta), Cusco 2023. *Repositorio Institucional - UNSAAC*, 194. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/10086>
- Alatraste-Perez, I., Rivera-Arredondo, V. M., Rodriguez-Alcala, O., & Zarate-Castillo, G. (2017). Evaluación de características fisicoquímicas y reológicas de miel comercializada en municipios de la zona centro del Estado de Veracruz. *Revista de Simulación y Laboratorio*, 4(12), 6–11. [https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Simulacion\\_y\\_Laboratorio/vol4\\_num12/Revista\\_de\\_Simulacion\\_y\\_Laboratorio\\_V4\\_N12\\_2.pdf](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Simulacion_y_Laboratorio/vol4_num12/Revista_de_Simulacion_y_Laboratorio_V4_N12_2.pdf)
- Amazará-García, E., & Quintero-Lidueñez, Y. (2022). *Microbiología de alimentos recuento de los microorganismos aerobios mesófilos*. 1–5. [https://www.researchgate.net/publication/361449495\\_MICROBIOLOGIA\\_DE\\_ALIMENTOS\\_RECUESTO\\_DE\\_LOS\\_MICROORGANISMOS\\_AEROBIOS\\_MESOFILOS](https://www.researchgate.net/publication/361449495_MICROBIOLOGIA_DE_ALIMENTOS_RECUESTO_DE_LOS_MICROORGANISMOS_AEROBIOS_MESOFILOS)
- American Public Health Americana [APHA]. (2015). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (5 ed.). APHA. <http://ajph.aphapublications.org/doi/book/10.2105/MBEF.0222>

- Arias, L., Diaz, P., & Pozzo, L. (2019). Estudio preliminar de propiedades fisicoquímicas y sensoriales de mieles florales del Delta medio e inferior del Río Paraná como herramienta para su caracterización. *AJEA (Actas De Jornadas Y Eventos Académicos De UTN)*, 1, Article 1. <https://doi.org/10.33414/ajea.1.594.2019>
- Avilés Pérez, H. A., y Matos Chamorro, A. (2009). Análisis Comparativo de la Calidad Fisicoquímica, Microbiológica y Organoléptica de la Miel de Abeja (*Apis mellifera*) Producida en Diferentes Regiones de Perú. *Revista de Investigación Universitaria*, 1(1), 5–11. <https://doi.org/10.17162/riu.v1i1.5>
- Bogdanov, S., Vit, P., Lullmann, C., Martin, P., Ohe, W. von der, Russmann, H., Vorwohl, G., & Persano Oddo, L. (2000). Calidad de la miel de abejas y estándares de control: Revisión realizada por la Comisión Internacional de la Miel. Sugerencias para las normas venezolanas. *Revista de La Facultad de Farmacia de La Universidad de Los Andes*, 39, Article 39. <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-de-la-facultad-de-farmacia-de-la-universidad-de-los-andes/articulo/calidad-de-la-miel-de-abejas-y-estandares-de-control-revision-realizada-por-la-comision-internacional-de-la-miel-sugerencias-para-las-normas-venezolanas>
- Campo Barrera, O. I., & Hincapié Llanos, G. A. (2022). Factores que determinan las propiedades fisicoquímicas de la miel de abejas: Revisión Sistemática de Literatura. *Revista Mutis*, 13(1), 1–28. <https://doi.org/10.21789/22561498.1851>
- Cárdenas F, C., Villat, C., & Laporte, G. (2008). Características microbiológicas de la miel. Revisión bibliográfica. *Veterinaria Cuyana*, 3(1 y 2), 29–33. [https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/119164/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/119164/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Castillo-Martínez, T., García-Osorio, C., García-Muñiz, J. G., Aguilar-Ávila, J., & Ramírez-Valverde, R. (2022). Sugars and °Brix in honey from *Apis mellifera*, *Melipona beecheii*, and commercial honey from a local market in Mexico.

*Veterinaria* México OA, 9, 1–12.

<https://doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2022.950>

Cervera Sanz, S., & Cervera Sanz, M. M. (1994). Índice de diastasa y contenido en hidroximetilfurfural en las mieles de la Rioja. *Zubía*, 12, 181–191.

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35248590/Dialnet-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35248590/Dialnet-IndiceDeDiastasasYContenidoEnHidrosimetilfurfuralE-110290-libre.pdf?1414062805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDialnet_Indice_De_Diastasas_YContenido_E.pdf&Expires=1719518018&Signature=VJbl6kb32UIJtj0XIYj3kIRxzcc0niu2dc)

[IndiceDeDiastasasYContenidoEnHidrosimetilfurfuralE-110290-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35248590/Dialnet-IndiceDeDiastasasYContenidoEnHidrosimetilfurfuralE-110290-libre.pdf?1414062805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDialnet_Indice_De_Diastasas_YContenido_E.pdf&Expires=1719518018&Signature=VJbl6kb32UIJtj0XIYj3kIRxzcc0niu2dc)

[libre.pdf?1414062805=&response-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35248590/Dialnet-IndiceDeDiastasasYContenidoEnHidrosimetilfurfuralE-110290-libre.pdf?1414062805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDialnet_Indice_De_Diastasas_YContenido_E.pdf&Expires=1719518018&Signature=VJbl6kb32UIJtj0XIYj3kIRxzcc0niu2dc)

[disposition=inline%3B+filename%3DDialnet\\_Indice\\_De\\_Diastasas\\_YContenido](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35248590/Dialnet-IndiceDeDiastasasYContenidoEnHidrosimetilfurfuralE-110290-libre.pdf?1414062805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDialnet_Indice_De_Diastasas_YContenido_E.pdf&Expires=1719518018&Signature=VJbl6kb32UIJtj0XIYj3kIRxzcc0niu2dc)

[\\_E.pdf&Expires=1719518018&Signature=VJbl6kb32UIJtj0XIYj3kIRxzcc0niu2dc](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35248590/Dialnet-IndiceDeDiastasasYContenidoEnHidrosimetilfurfuralE-110290-libre.pdf?1414062805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDialnet_Indice_De_Diastasas_YContenido_E.pdf&Expires=1719518018&Signature=VJbl6kb32UIJtj0XIYj3kIRxzcc0niu2dc)

[m-GhGAe5pnODvwclsDRK8Gd5yTK0kPIyOGwPH6MPIG-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35248590/Dialnet-IndiceDeDiastasasYContenidoEnHidrosimetilfurfuralE-110290-libre.pdf?1414062805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDialnet_Indice_De_Diastasas_YContenido_E.pdf&Expires=1719518018&Signature=VJbl6kb32UIJtj0XIYj3kIRxzcc0niu2dc)

[Dz~vs44mstk7JdOrhn9PefZ5ifomGy~K8ms3Tis9kZJqzY0w0Y2nJiY9hYbOhT3](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35248590/Dialnet-IndiceDeDiastasasYContenidoEnHidrosimetilfurfuralE-110290-libre.pdf?1414062805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDialnet_Indice_De_Diastasas_YContenido_E.pdf&Expires=1719518018&Signature=VJbl6kb32UIJtj0XIYj3kIRxzcc0niu2dc)

[AOL54E470cxHOHLxAcNMqYKFVh8yG9xbwQSyJuXRgKpyckxygsfhQL2nl73](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35248590/Dialnet-IndiceDeDiastasasYContenidoEnHidrosimetilfurfuralE-110290-libre.pdf?1414062805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDialnet_Indice_De_Diastasas_YContenido_E.pdf&Expires=1719518018&Signature=VJbl6kb32UIJtj0XIYj3kIRxzcc0niu2dc)

[w20hwyOuXlrDxk84yoycWNEvLmIVBUk4~GYPmFFGYsrUt1pla3m0xNm7T7B0](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35248590/Dialnet-IndiceDeDiastasasYContenidoEnHidrosimetilfurfuralE-110290-libre.pdf?1414062805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDialnet_Indice_De_Diastasas_YContenido_E.pdf&Expires=1719518018&Signature=VJbl6kb32UIJtj0XIYj3kIRxzcc0niu2dc)

[ihMPQPp0cs2jwLOKITQcbR5-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35248590/Dialnet-IndiceDeDiastasasYContenidoEnHidrosimetilfurfuralE-110290-libre.pdf?1414062805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDialnet_Indice_De_Diastasas_YContenido_E.pdf&Expires=1719518018&Signature=VJbl6kb32UIJtj0XIYj3kIRxzcc0niu2dc)

[IV3eJd4w8RUF8tvIxHzNAT4cH8qrveoFtiAKP4Z2wDfaFf~bxCKCuGKWQA\\_\\_](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35248590/Dialnet-IndiceDeDiastasasYContenidoEnHidrosimetilfurfuralE-110290-libre.pdf?1414062805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDialnet_Indice_De_Diastasas_YContenido_E.pdf&Expires=1719518018&Signature=VJbl6kb32UIJtj0XIYj3kIRxzcc0niu2dc)

[&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35248590/Dialnet-IndiceDeDiastasasYContenidoEnHidrosimetilfurfuralE-110290-libre.pdf?1414062805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDialnet_Indice_De_Diastasas_YContenido_E.pdf&Expires=1719518018&Signature=VJbl6kb32UIJtj0XIYj3kIRxzcc0niu2dc)

Ciappini, M. C., Gatti, M. B., & Di Vito, M. V. (2013). El Color como indicador del contenido de flavonoides en miel. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 15(19), 59–63. <http://www.scielo.org.ar/pdf/recyt/n19/n19a09.pdf>

Codex Alimentarius. (2022). *Normas para la miel CXS 12-1981* (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS)). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012s.pdf)

[proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012s.pdf)

[%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS\\_012s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012s.pdf)

Córdova-Rodríguez, A., Aragón-Moreno, A. A., Islebe, G. A., & Torrescano-Valle, N. (2023). Botanical characterization of *Apis mellifera* honeys in areas under

- different degrees of disturbance in the southern Yucatan Peninsula, Mexico. *Taylor & Francis*, 47(4). <https://doi.org/10.1080/01916122.2023.2215290>
- Coronado Jorge, M. F., Ormeño Luna, J., Barrera Lozano, M., & Castillo Díaz, T. (2019). Caracteres fisicoquímicos en mieles del ecosistema del Bajo Mayo, región San Martín, Perú. *Arnaldoa*, 26(2), 607–622. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26206>
- Coronado-Jorge, M. F., Silva-Cruz, A., Ormeño-Luna, J., Terleira-García, E., Martínez-Mena, E., & Vidaurre-Rojas, P. (2022). Physicochemical characterization of honey bee (*Apis mellifera* L.) from the Peruvian Amazon region. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, 17(4), 1–7. <https://doi.org/10.5039/agraria.v17i4a2585>
- Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., Clementz, A., & Pranzetti, V. (2010). El color en los alimentos: Determinación de color en mieles. *Invenio*, 13(25), 145–152. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87715116010>
- Ek-Huchim, J. P., Rodríguez-Cab, E. M., López-Torres, E., Dzul-Caamal, R., Canepa-Pérez, I. M., & Osten, J. R. (2024). Pesticides and polycyclic aromatic hydrocarbons in honey and *Apis mellifera* from the Yucatán Peninsula, Mexico. *Journal of Food Composition and Analysis*, 132, 106293. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106293>
- Farouk Miranda, K., J. Palmera, K., & Sepúlveda Cano, P. A. (2014). Abejas. *InfoZoa*, 6, 1–12. [https://www.unimagdalena.edu.co/Content/Public/Docs/Entrada\\_Facultad3/adju nto\\_1029-20181004104847\\_528.pdf](https://www.unimagdalena.edu.co/Content/Public/Docs/Entrada_Facultad3/adju nto_1029-20181004104847_528.pdf)
- Fattori, S. B. (2004). *La miel-Propiedades, Composición Y Análisis Físico- Químico* (Apimondia). Beekeeping Technology and Bee Products Commission. [https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/la\\_miel\\_propiedades\\_composicion\\_y\\_analisis\\_fisico-quimico.pdf](https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/la_miel_propiedades_composicion_y_analisis_fisico-quimico.pdf)

- Feás, X., Pires, J., Iglesias, A., & Estevinho, M. L. (2010). Characterization of artisanal honey produced on the Northwest of Portugal by melissopalynological and physico-chemical data. *Food and Chemical Toxicology*, 48(12), 3462–3470. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.09.024>
- Fernández, M., Solís, D., & Carreras Melgarejo, P. (2022). *Producción de miel de abeja guía para el productor* (Segunda edición). Fondo Mundial para la Naturaleza. <https://www.wwf.org.pe/en/?378918/Guia-para-el-productor-de-miel-de-abeja>
- Frigerio Tisi, C. A. (2010). *Elaboración de miel crema (Apis Mellífera) mediante el método de cristalización inducida y evaluación de sus propiedades texturales* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105332>
- Gallez, L. M. (2006). Los colores, aromas y texturas de nuestras mieles. *AgroUNS*, 3(6), 10–15. <https://host170.sedici.unlp.edu.ar/server/api/core/bitstreams/2a031203-de8d-40e6-869a-370dcdda1074/content>
- García-Chaviano, M. E., Armenteros-Rodríguez, E., Escobar-Álvarez, M. del C., García-Chaviano, J. A., Méndez-Martínez, J., & Ramos-Castro, G. (2022). Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud. . . *Ene.*, 44(1). <http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v44n1/1684-1824-rme-44-01-155.pdf>
- González Rodríguez, C. (2018). *Análisis de la calidad microbiológica de los alimentos procedentes de cadenas de comida rápida* [Tesis de grado, Universidade da Coruña]. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/21542>
- Hernández Pérez, H. A., & Giles Gómez, M. (2021). *Métodos Microbiológicos para el Análisis de Alimentos* (Universidad Nacional Autónoma de México, Vol. 1). Comité Editorial de la Facultad de Química. <https://librosoa.unam.mx/handle/123456789/3205>
- Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2014, octubre 3). *NTP 209.168:1999 (revisada el 2014) MIEL. Definiciones, requisitos y rotulado (2a ed.)*. Instituto Nacional de

Calidad. <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=21245>

Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2019a). *NTP 209.172:1999 (revisada el 2019) MIEL. Determinación del contenido de azúcar reductor (2a ed.)*. Instituto Nacional de Calidad. <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=31052>

Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2019b). *NTP 209.174:1999 (revisada el 2019) MIEL. Determinación de la acidez (2a ed.)*. Instituto Nacional de Calidad. <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=31054>

Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2019c). *NTP 209.175:1999 (revisada el 2019) MIEL. Determinación del contenido de sustancias minerales (cenizas) (2a ed.)*. Instituto Nacional de Calidad. <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=31055>

Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2019d). *NTP 209.176:1999 (revisada el 2019) MIEL. Determinación de Hidroximetilfurfural. Método espectrofotométrico (2a ed.)*. Instituto Nacional de Calidad. <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=31056>

Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2019e). *NTP 209.178:1999 (revisada el 2019) MIEL. Determinación del contenido de sólidos insolubles en agua (2a ed.)*. Instituto Nacional de Calidad. <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=31058>

Jacinto-Pimienta, S. Y., Mendoza-Hernández, J. H. R., Zaldivar-Cruz, J. M., Sol-Sánchez, Á., Vargas-Villamil, L. M., & Reyes-Sánchez, C. A. (2016). Use of principal component in melissopalynology classification of honey from *Apis mellifera* L. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(SPE14), 2831–2840. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-09342016001002831&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342016001002831&lng=es&nrm=iso&tlng=en)

- La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2022, septiembre 14). *Procesos ecológicos* [Informativo]. Biodiversidad Mexicana. <https://biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/procesose/polinizacion>
- Laboratorio Profeco. (2015, febrero). Estudio de calidad: Miel de abeja. *Revista del consumidor*, 36–47. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100347/RC456\\_Estudio\\_Calidad\\_de\\_Miel\\_de\\_Abejas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100347/RC456_Estudio_Calidad_de_Miel_de_Abejas.pdf)
- Latimer Jr, G. W. (Ed.). (2023a). 4.1.06 AOAC Official Method 930.15 Loss on Drying (Moisture) for Feeds (at 135°C for 2 Hours): Dry Matter on Oven Drying for Feeds (at 135°C for 2 Hours). En *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22nd Edition). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.1384>
- Latimer Jr, G. W. (Ed.). (2023b). 44.1.04 Official Method AOAC 932.14 Solids in Syrups, B By Means of Pycnometer. En *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22nd Edition, p. Page C44-2). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.3636>
- Marconi, M., Ormeño Luna, J., & Vecco Giove, C. D. (2020). Physicochemical and microbiological quality of honeys produced by stingless bees *Scaptotrigona polysticta*, *Melipona illota* and *Tetragonisca angustula* (Apidae: Meliponini) in San Martín, Peru. *Peruvian Journal of Agronomy*, 4(2), 55. <https://doi.org/10.21704/pja.v4i2.1541>
- McMinn-Sauder, H., Lin, C.-H., Eaton, T., & Johnson, R. (2022). A Comparison of Springtime Pollen and Nectar Foraging in Honey Bees Kept in Urban and Agricultural Environments. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.825137>
- Mejía, F. T., Mejía, J. A. T., Cruz, M. D. B., & Licona, E. P. (2023). Análisis fisicoquímico de miel de tres especies de abejas en el Oriente de Honduras. *Ciencia Latina*

*Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), Article 1.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.5241](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5241)

Meza, J., Escamilla, K. I., Ramírez, A., Collahuazo, J., & Cantos-Cruz, M. (2025). Estudio comparativo de variables fisicoquímicas entre mieles de *Apis mellifera* y *Melipona beecheii* de la región Norte de Ecuador. *Actas del Congreso de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 270–275.  
<https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2024-34>

Mouteira, M. C. (2014). Calidad de miel y su inocuidad: Inocuidad alimentaria. *Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Universidad Nacional de la Plata*, 11(1), 1–14.  
[https://www.agro.unlp.edu.ar/sites/default/files/paginas/capitulo\\_xi.\\_inocuidad\\_de\\_los\\_alimentos.pdf](https://www.agro.unlp.edu.ar/sites/default/files/paginas/capitulo_xi._inocuidad_de_los_alimentos.pdf)

Moyano Sanchez, R. A., Abril Carvajal, L. M., Enríquez Pico, J. M., & Inga Aguagallo, C. F. (2023). Características organolépticas de la miel de abeja (*Apis mellifera*) producida en apiarios de Ambato, provincia del Tungurahua. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 2629–2641.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i2.5515](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5515)

Navarro-Martínez, A., Del Toro-Sánchez, C. L., Aguilar, A. J., Aguilar-Martínez, J., Padilla-Frausto, J. J., Navarro-Villarruel, C. L., Casillas, J. E., Gutiérrez-Lomelí, M., Ávila-Novoa, M. A., Reynoso-Marín, F. J., & Robles-García, M. A. (2021). Determinación de las características fisicoquímicas de mieles del Occidente de México. *Avances de Investigación en Inocuidad de Alimentos*, 4, 6–6.  
<http://www.e-gnosis.udg.mx/index.php/inocuidad/article/view/222>

Obdulio Crozier, J. (2019). *Manual Técnico de Apicultura* (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA)). Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) y Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG).  
<https://dicta.gob.hn/files/2019,Manual-tecnico-de-apicultura.pdf>

Ordóñez, Y. B. M., Gonzalez, C. E., & Escobedo, R. M. (2005). Calidad fisicoquímica de la miel de abeja *Apis mellifera* producida en el estado de Yucatán durante

diferentes etapas del proceso de producción y tipos de floración. *Técnica Pecuaria en México*, 43(3), 323–334.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61343303>

Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2021). *ISO 3219-2: Reología – parte 2: Principios generales de la reometría rotacional y oscilatoria* (1era edición). Estándar internacional. <https://www.iso.org/home.html>

Ormeño Luna, J., Castillo Diaz, T., Garay Montes, R., Vallejos Torres, G., Ormeño Luna, J., Castillo Diaz, T., Garay Montes, R., & Vallejos Torres, G. (2021). Calidad de miel por “abejas nativas” (Meliponini) en la Región San Martín, Perú. *Arnaldoa*, 28(1), 139–148. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.281.28108>

Ormeño-Luna, J., y Santander-Ruiz, W. E. (2023). Dominancia cromática de carga de polen corbicular y mieles colectadas por *Apis mellifera* L. en el Bajo Mayo, San Martín. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.51252/raa.v3i1.432>

Ortega, I. L., & Currián Montes, M. (2024). Capítulo 6 composición nutricional y calidad de la miel producida en el territorio Patagonia Verde. *Biblioteca Digital INIA*, 107–123.  
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67894/Capitulo%206.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

Perez Arquillue, C., & Jimeno Benito, M. F. (1985). *Manejo y alteraciones de la miel* (Publicaciones de extensión agraria, Vol. 13). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1985\\_13.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1985_13.pdf)

Pinto-Neto, W. de P., Silva, R. K., de Santana Lima, B., de Souza Acioli, G. F., Alves da Paixão, G., Coutinho Muniz, B., Nogueira da Silva, P. K., Brandão Costa, R. M. P., Barbosa da Silva, F. S., Fernandes de Melo, H., Barros de Souza, R., & de Moraes Júnior, M. A. (2024). Bee honey of the Pajeú hinterland, Pernambuco,

- Brazil: Physicochemical characterization and biological activity. *Food Bioscience*, 60, 104289. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104289>
- Ramadhan, M. S., Ölçücü, A., Aydoğmuş, E., Demirel, M. H., Temüz, M. M., & Karagöz, M. H. (2025). *Effects of Temperature and Feeding Practices on Viscosity and Physicochemical Properties of Honey*. 3(9), 138–147. [https://www.researchgate.net/publication/389660927\\_Effects\\_of\\_Temperature\\_and\\_Feeding\\_Practices\\_on\\_Viscosity\\_and\\_Physicochemical\\_Properties\\_of\\_Honey](https://www.researchgate.net/publication/389660927_Effects_of_Temperature_and_Feeding_Practices_on_Viscosity_and_Physicochemical_Properties_of_Honey)
- Régnière, J. (2009). Predicción de la distribución continental de insectos a partir de. *Unasylva*, 60, 37–42. <https://www.fao.org/4/i0670s/i0670s09.pdf>
- Reina Kilama Sociedad Cooperativa. (2023, noviembre 10). *Los sabores de la miel*. Reina Kilama. <https://www.reinakilama.com/los-sabores-de-la-miel/>
- Romero Quispe, A. (2017). *Caracterización de mieles de abeja (Apis mellífera Lin) en bosques secundarios de 6 localidades de Coronel Portillo, Ucayali*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3098>
- Salamanca Grosso, G. (2006). Criterios relativos al análisis sensorial de mieles. *Universidad del Tolima. Facultad de Ciencias Básicas. Departamento de Química.*, 1–14. [https://www.researchgate.net/publication/235504426\\_CRITERIOS\\_RELATIVOS\\_AL\\_ANALISIS\\_SENSORIAL\\_DE\\_MIELES](https://www.researchgate.net/publication/235504426_CRITERIOS_RELATIVOS_AL_ANALISIS_SENSORIAL_DE_MIELES)
- Salamanca Grosso, G. (2007). Criterios relativos al análisis sensorial de mieles. *Departamento de Química - Facultad de Ciencias Básicas -Colombia*, 1–14. [https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/criterios\\_relativos\\_al\\_analisis\\_sensorial\\_de\\_mieles.pdf](https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/criterios_relativos_al_analisis_sensorial_de_mieles.pdf)
- Santos, F. K., Filho, A., Leite, R. H. L., Aroucha, E., Santos, A., & Oliveira, T. (2014). Rheological and some physicochemical characteristics of selected floral honeys

from plants of caatinga. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86(2), 981–994. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130064>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015, junio 21). *¿Qué es la apicultura?* [Informativo]. gov.mx. <http://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/que-es-la-apicultura>

Servicio Nacional de Salud Animal Costa Rica [SENASA]. (2005). *Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para Plantas Exportadoras de Miel de Abejas* (Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), Vol. 1). <https://www.senasa.go.cr/informacion/centro-de-informacion/informacion/manuales-de-buenas-practicas/247-manual-de-buenas-practicas-de-manufactura-para-plantas-exportadoras-de-miel-de-abejas>

Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú [SENASA]. (2014). *Guía de buenas prácticas apícolas* (pp. 1–22) [Plataforma del Estado Peruano]. SENASA. <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/12/GUIA-DE-BUENAS-PRACTICAS-APICOLAS.pdf>

Taverna, A. (2016). *Guía de Buenas Prácticas Apícolas y de Manufactura* (Secretaría de Agricultura, Ganadería y pesca). Ministerio de Economía Argentina. [https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Apicultura/documentos/Guia\\_Apicola\\_2016.pdf](https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Apicultura/documentos/Guia_Apicola_2016.pdf)

Tobler, A. S., & Basilio, A. M. (2023). La oferta de miel a los consumidores: El caso de la ciudad de Zárate, (Buenos Aires, Argentina). *Eunk - Revista Científica de Abejas y Apicultores*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.52559/eunk.v2i1.33>

Ulloa Fuentes, P. A. (2022). *Metodologías para la determinación de parámetros fisicoquímicos y de calidad en miel* (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). Biblioteca Digital INIA. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/68794>

Ulloa, J. A., Mondragón Cortez, P. M., Rodríguez Rodríguez, R., Reséndiz Vázquez, J. A., & Rosas Ulloa, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente*, 2(4), 11–18. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/01-04/2.pdf>

- United States Department of Agriculture [USDA]. (1985). *United States Standards for Grades of Extracted Honey* (5th edition). United States Department of Agriculture. Agricultural Marketing Service. Fruit and Vegetable Division. Processed Products Branch. [https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Extracted\\_Honey\\_Standard%5B1%5D.pdf](https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Extracted_Honey_Standard%5B1%5D.pdf)
- Veach, V., Moilanen, A., & Minin, E. D. (2017). Threats from urban expansion, agricultural transformation and forest loss on global conservation priority areas. *PLOS ONE*, 12(11), e0188397. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188397>
- Velásquez Gutiérrez, B. D., & Vargas Bautista, G. A. (2016). Diagnóstico de enfermedades parasitarias en abejas africanizadas *Apis mellifera* en el municipio de Marsella, Risaralda, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 7(1). <https://doi.org/10.22490/21456453.1618>
- Visscher, P. K., & Seeley, T. D. (1982). Foraging Strategy of Honeybee Colonies in a Temperate Deciduous Forest. *Ecology*, 63(6), 1790–1801. <https://doi.org/10.2307/1940121>
- Vorwohl, G. (1964). Las relaciones entre la conductividad eléctrica de las mieles y su origen tradicional. *Les Annales de l'Abeille*, 7(4), 301–309. <https://hal.science/hal-00890203>
- Williams, G. R., Tarpy, D. R., vanEngelsdorp, D., Chauzat, M., Cox-Foster, D. L., Delaplane, K. S., Neumann, P., Pettis, J. S., Rogers, R. E. L., & Shutler, D. (2010). Colony Collapse Disorder in context. *BioEssays*, 32(10), 845–846. <https://doi.org/10.1002/bies.201000075>

## ANEXOS



**Figura 21**  
*Análisis de conductividad eléctrica.*



**Figura 22**  
*Análisis de pH.*



**Figura 23**

*Análisis de acidez libre. (a) titulación de las muestras T1, (b) titulación de las muestras T2, T3 y (c) cambio de color de las muestras.*



**Figura 24**  
*Análisis de color.*



**Figura 25**  
*Análisis de sólidos solubles (°Brix). (a) acondicionamiento del refractómetro, (b) se añadió una gota de miel para ser analizada.*

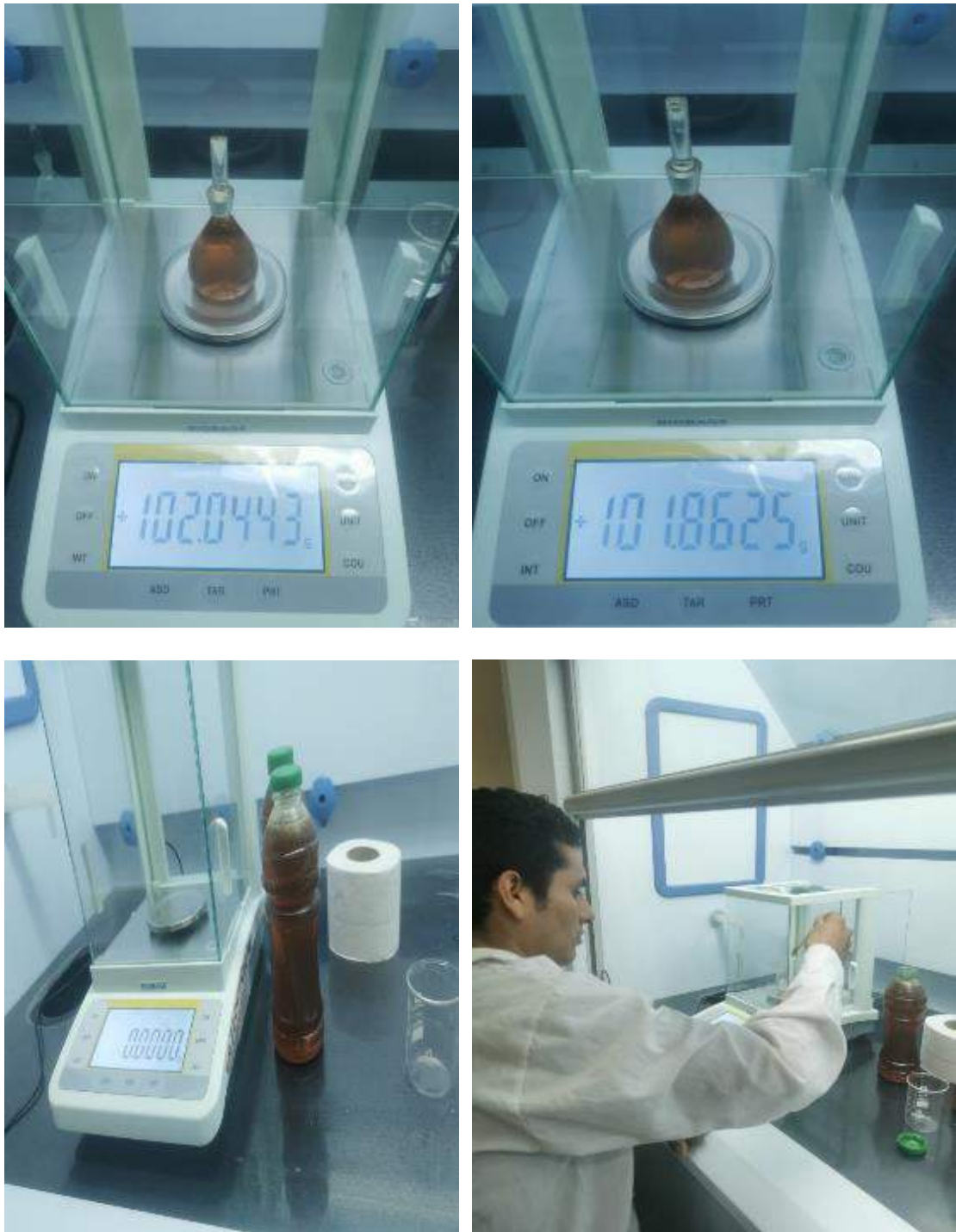


**Figura 26**  
*Análisis de humedad de la miel.*

17



**Figura 27**  
*Análisis de cenizas de la miel.*

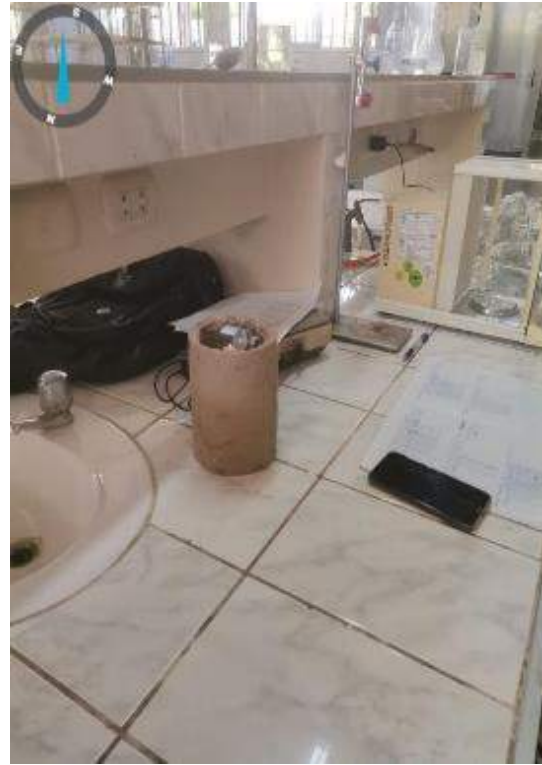


**Figura 28**  
*Análisis de densidad.*

**Figura 29**

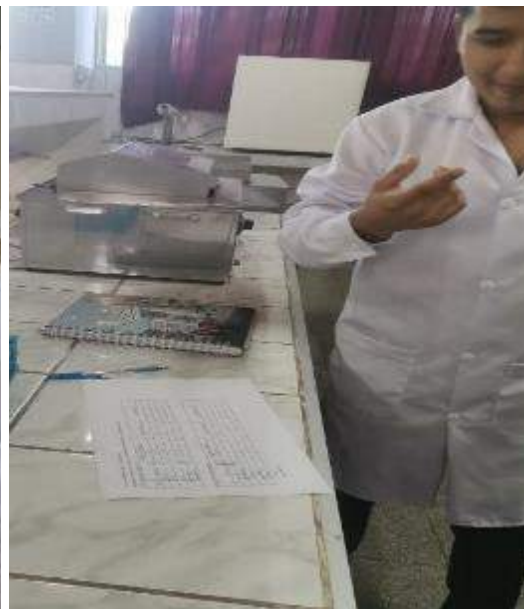
*Eliminación de impurezas, posteriormente el análisis de viscosidad.*





**Figura 30**  
*Pruebas microbiológicas.*

FICHA ANALITICA DE PERFILACIÓN DE MIELES													
Fecha:													
Catador:													
MUESTRA N°		PUNTUACIÓN PARCIAL					COEFICIENTES		PUNTUACIÓN CORREGIDA				
ORIGEN:		D	M	A	B	E	Miel líquida	Miel Cristalizada	D	M	A	B	E
ASPECTO VISUAL	Color						3.92	3.92					
	Humedad						2.11	1.11					
AROMA	Calidad						2.59	1.10					
	Intensidad						3.01	1.50					
BOCA aroma retronasal	Calidad						3.01	3.01					
	Intensidad						2.83	2.83					
Boca Gusto	Calidad						4.40	4.40					
	Intensidad						3.13	3.13					
OTROS	Cristalización						3.00	4.00					
PUNTUACIONES PARCIALES									GLOBAL				
PUNTUACIÓN:													
0=D (deficiente)													
1=M (mediocre)													
2=A (aceptable)													
3=B (bueno)													
4=E (excelente)													
Comentarios:													



**Figura 31**  
 Formato de evaluación sensorial, capacitación a los panelistas y degustación de las mieles.  
 Fuente: Adaptado de Salamanca, (2006).

**Tabla 68***Datos meteorológicos anual del distrito de Boquerón*

Año	Índice UV de la superficie del cielo completo ( $W\ m^{-2}\times 40$ )	Humedad superficial del suelo (1)	Promedio de precipitación (mm/día)	Humedad específica a 2 metros (g/kg)	Humedad relativa a 2 metros (%)	Temperatura máxima a 2 metros (°C)	Temperatura mínima a 2 metros (°C)	Velocidad del viento a 2 metros (m/s)
2014	1.73	0.76	5.42	16.03	83.30	35.73	17.44	0.12
2015	1.79	0.76	4.34	15.99	81.97	36.75	17.39	0.12
2016	1.84	0.76	5.50	16.16	81.84	36.56	15.98	0.12
2017	1.72	0.85	7.50	16.58	88.51	32.76	15.40	0.11
2018	1.76	0.83	5.69	16.13	86.59	34.72	16.64	0.13
2019	1.79	0.69	4.18	15.82	80.63	36.30	16.25	0.10
2020	1.87	0.65	2.58	15.76	77.21	36.11	16.91	0.09
2021	1.83	0.60	2.28	14.86	72.19	36.08	16.42	0.09
2022	1.85	0.59	2.44	14.60	70.17	36.22	14.67	0.10
2023	1.75	0.53	2.00	14.51	65.06	39.08	17.85	0.08
2024	1.72	0.56	2.03	15.17	67.23	37.70	18.32	0.09

Nota: Los datos meteorológicos de los últimos 10 años de la zona de estudio, fueron recopilados de la plataforma "The POWER Data Access Viewer".

**Tabla 69**

*Datos meteorológicos de forma mensual sector Divisoria (año 2024)*

Meses	Índice UV de la superficie del cielo completo ( $W\ m^{-2}\ x\ 40$ )	Humedad superficial del suelo (1)	Promedio de precipitación (mm/día)	Humedad específica a 2 metros (g/kg)	Humedad relativa a 2 metros (%)	Temperatura máxima a 2 metros (°C)	Temperatura mínima a 2 metros (°C)	Velocidad del viento a 2 metros (m/s)
Enero	1.86	0.68	1.35	16.89	76.37	34.45	20.35	0.06
Febrero	1.75	0.63	2.58	16.58	75.52	34.34	20.25	0.06
Marzo	2.01	0.63	2.18	16.79	74.59	33.32	20.88	0.08
Abril	1.79	0.60	1.51	16.56	73.29	34.23	21.23	0.06
Mayo	1.78	0.56	1.14	15.85	70.22	34.23	19.12	0.07
Junio	1.45	0.50	2.58	13.68	61.35	34.12	19.98	0.12
Julio	1.46	0.53	1.27	12.90	59.96	34.78	18.11	0.17
Agosto	1.43	0.40	0.49	12.30	51.04	35.12	20.13	0.13
Setiembre	1.08	0.35	0.52	12.86	50.02	37.23	20.34	0.10
Octubre	1.79	0.46	1.13	14.24	56.76	36.87	18.97	0.06
Noviembre	1.57	0.64	4.71	16.32	75.14	35.12	20.03	0.05
Diciembre	1.79	0.72	6.33	17.10	82.71	33.56	19.92	0.07
<b>Total</b>	1.65	0.56	2.15	15.17	67.25	34.78	19.94	0.09

Nota: Los datos fueron recopilados de la plataforma "The POWER Data Access Viewer".

**Tabla 70**

*Datos meteorológicos de forma mensual sector Previsto (año 2024)*

Meses	Índice UV de la superficie del cielo completo ( $W\ m^{-2}\times 40$ )	Humedad superficial del suelo (1)	Promedio de precipitación (mm/día)	Humedad específica a 2 metros (g/kg)	Humedad relativa a 2 metros (%)	Temperatura máxima a 2 metros (°C)	Temperatura mínima a 2 metros (°C)	Velocidad del viento a 2 metros (m/s)
Enero	1.96	0.56	1.34	16.69	75.37	34.55	20.55	0.05
Febrero	1.74	0.56	2.53	16.48	74.32	34.65	20.46	0.05
Marzo	2.01	0.63	2.13	16.65	74.45	33.70	20.92	0.07
Abril	1.89	0.50	1.47	16.45	73.12	34.23	21.34	0.05
Mayo	1.78	0.53	1.12	15.56	69.78	35.12	19.34	0.06
Junio	1.55	0.48	1.12	13.58	61.12	34.63	20.02	0.11
Julio	1.56	0.53	1.12	12.87	59.50	35.06	18.22	0.15
Agosto	1.43	0.35	0.49	12.22	50.88	35.91	20.19	0.14
Setiembre	1.08	0.35	0.52	12.78	49.98	37.35	20.45	0.09
Octubre	1.79	0.46	1.13	14.15	56.45	37.11	19.02	0.05
Noviembre	1.67	0.64	4.71	16.22	75.01	35.12	20.11	0.04
Diciembre	1.79	0.72	6.12	17.01	82.34	34.07	20.05	0.05
<b>Total</b>	1.69	0.53	1.98	15.06	66.86	35.13	20.06	0.08

Nota: Los datos fueron recopilados de la plataforma "The POWER Data Access Viewer".

**Tabla 71**

*Datos meteorológicos de forma mensual sector Parabólica (año 2024)*

Meses	Índice UV de la superficie del cielo completo ( $W\ m^{-2} \times 40$ )	Humedad superficial del suelo (1)	Promedio de precipitación (mm/día)	Humedad específica a 2 metros (g/kg)	Humedad relativa a 2 metros (%)	Temperatura máxima a 2 metros (°C)	Temperatura mínima a 2 metros (°C)	Velocidad del viento a 2 metros (m/s)
Enero	1.96	0.58	1.32	16.56	74.23	35.85	20.90	0.05
Febrero	2.00	0.53	2.34	16.45	73.45	34.73	20.70	0.04
Marzo	2.07	0.54	2.02	16.56	72.78	33.98	21.04	0.05
Abril	1.89	0.52	1.47	16.34	71.23	34.57	21.51	0.04
Mayo	1.72	0.52	1.05	15.45	69.12	35.34	19.40	0.04
Junio	1.55	0.54	1.16	13.53	60.35	35.63	20.15	0.08
Julio	1.53	0.39	1.17	12.67	57.96	36.06	18.32	0.11
Agosto	1.43	0.38	0.43	12.11	50.04	35.70	20.24	0.09
Setiembre	1.08	0.31	0.51	12.67	49.67	37.65	20.62	0.08
Octubre	2.02	0.41	1.11	14.12	55.23	37.70	19.11	0.05
Noviembre	1.67	0.54	4.61	16.11	74.14	36.33	20.21	0.04
Diciembre	1.76	0.59	5.13	16.93	81.67	34.09	20.10	0.04
<b>Total</b>	1.72	0.49	1.86	14.96	65.82	35.64	20.19	0.06

Nota: Los datos fueron recopilados de la plataforma "The POWER Data Access Viewer".