



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

## Tesis

# Calidad de mieles y propóleos de abejas sin aguijón (Meliponini) como respuesta a factores genéticos y ambientales en San Martín

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

### **Autor:**

José Fernando Gonzales Saboya

<https://orcid.org/0000-0002-7381-1803>

### **Asesor:**

Ing. Dr. Javier Ormeño Luna

<https://orcid.org/0000-0003-3584-1451>

### **Coasesor:**

Ing. Dr. Carlos Daniel Vecco Giove

<https://orcid.org/0000-0003-2705-823X>

**Tarapoto, Perú**

**2022**



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

## Tesis

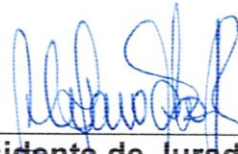
# Calidad de mieles y propóleos de abejas sin aguijón (Meliponini) como respuesta a factores genéticos y ambientales en San Martín

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

**Autor:**

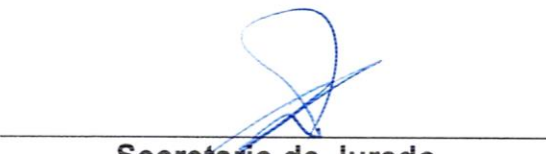
José Fernando Gonzales Saboya

**Sustentado y aprobado el 13 de diciembre de 2022, ante el honorable jurado**



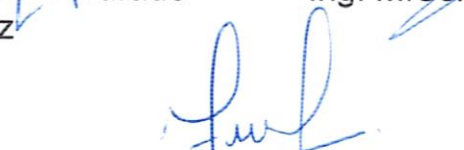
---

**Presidente de Jurado**  
Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado  
Ramirez



---

**Secretario de Jurado**  
Ing. M.Sc. Manuel Santiago Doria  
Bolaños



---

**Vocal de Jurado**  
Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz



---

**Asesor**  
Ing. Dr. Javier Ormeño Luna



---

**Coasesor**  
Ing. Dr. Carlos Daniel Vecco  
Giove

Tarapoto, Perú

2022



## ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL

### Para optar el Título de Ingeniero Agrónomo Modalidad Informe de Tesis

Mediante emisión video conferencia vía plataforma Zoom UNSM, a las 10:00 horas, del día trece del mes diciembre del año dos mil veintidós, en virtud a la DIRECTIVA N°01-2020-UNSM-T "Sustentación de Tesis de Pregrado según la Modalidad No Presencial en el Marco de la Emergencia Nacional por la COVID – 19, En la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM, aprobado con Resolución N° 266-2021-UNSM/CU-R, de fecha 15/03/2021, se reunió el Jurado de Tesis, integrado por:

**PRESIDENTE** : Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez  
**SECRETARIO** : Ing. M. Sc. Manuel Santiago Doria bolaños  
**MIEMBRO** : Ing. M. Sc. Tedy Castillo Díaz  
**ASESOR** : Dr. Javier Ormeño Luna  
**CO- ASESOR** : Dr. Carlos Daniel Vecco Giove

Para evaluar el Informe de Tesis titulado: "Calidad de mieles y propóleos de abejas sin aguijón (Meliponini) como respuesta a factores genéticos y ambientales en San Martín", Presentado por el Bachiller en Agronomía: **JOSÉ FERNANDO GONZÁLES SABOYA**.

Los Miembros del Jurado de Informe de Tesis, después de haber observado la sustentación virtual, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica, luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran Aprobado con el calificativo de Muy Bueno, en fe de lo cual se firmó la presente acta, siendo las 11:30 horas del mismo día, dándose por terminado el acto de sustentación.

Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez

PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Manuel Santiago Doria Bolaños

SECRETARIO

Ing. M. Sc. Tedy Castillo Díaz

MIEMBRO

Dr. Javier Ormeño Luna

ASESOR

Dr. Carlos Daniel Vecco Giove

Co- Asesor

José Fernando Gonzáles Saboya

SUSTENTANTE

RECIBIDO POR: José Fernando Gonzales Saboya  
DNI N.° 71503227 FECHA: 13-12-2022

## Declaratoria de autenticidad


José Fernando Gonzales Saboya, con DNI: 71503227, egresado de la Escuela Profesional de Agronomía - Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis: Calidad de mieles y propóleos de abejas sin aguijón (Meliponini) como respuesta a factores genéticos y ambientales en San Martín.

Declaro bajo juramento:

1. La tesis es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados son resultados 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, 13 de diciembre del 2022

  
\_\_\_\_\_  
José Fernando Gonzales Saboya  
DNI: 71503227



## Ficha de identificación

<p><b>Título del proyecto</b> Calidad de mieles y propóleos de abejas sin aguijón (Meliponini) como respuesta a factores genéticos y ambientales en San Martín</p>	<p><b>Área de investigación:</b> Ciencias agrícolas y forestales  <b>Línea de investigación:</b> Apicultura  <b>Sublínea de investigación:</b> Meliponicultura  <b>Grupo de investigación</b> (Abejas Peruanas, Resolución N° 031-2020-UNSM-T/FCA/CF/NLU)  <b>Tipo de investigación:</b>          Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p><b>Autor:</b> José Fernando Gonzales Saboya</p>	<p>Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía <a href="https://orcid.org/0000-0002-7381-1803">https://orcid.org/0000-0002-7381-1803</a></p>
<p><b>Asesor:</b> Ing. Dr. Javier Ormeño Luna</p>	<p><b>Dependencia local de soporte:</b> Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía Unidad o Laboratorio Agronomía <a href="https://orcid.org/0000-0003-3584-1451">https://orcid.org/0000-0003-3584-1451</a></p>
<p><b>Coasesor:</b> Ing. Dr. Carlos Daniel Vecco Giove</p>	<p><b>Contraparte científica:</b> Facultad o Institución: Unidad o Laboratorio: País: <a href="https://orcid.org/0000-0003-2705-823X">https://orcid.org/0000-0003-2705-823X</a></p>

## Dedicatoria

A mis padres Luis y Emérita por sus incondicionales apoyos en todos los momentos que necesitaba mientras llevaba a cabo mi proyecto de investigación siendo ellos mi mayor motivación y ejemplo a seguir, así como también a mis hermanos y amigos.

## Agradecimientos

A la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Martín, en especial al Laboratorio de Análisis de Derivados Apícolas, donde se llevaron a cabo las evaluaciones correspondientes para la presente investigación.

Al Dr. Javier Ormeño Luna (asesor) y al Dr. Carlos Daniel Vecco Giove (co-asesor), quienes me orientaron durante el proceso de formulación, ejecución y redacción de resultados del proyecto en investigación.

A las entidades y/o productores dedicados a la meliponicultura líderes en la región San Martín, tales como URKU, IESTP-ED, Sr. David García, Sr. Ulises Ruiz, Ing. Daniel Ushiñahua, quienes me permitieron el ingreso a sus ambientes para la toma de muestras y sus análisis correspondientes.

Al Ing. Richer Garay Montes, especialista en fitoquímica y post cosecha de alimentos del Laboratorio de Investigación de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNSM, quien me asesoró en el procesamiento de datos de los análisis físico - químico y sensoriales de las mieles.

A la MSc. Dora Maurtua Torres, microbióloga, encargada del Laboratorio de Bacteriología de los Laboratorios de Investigación y Desarrollo de la Facultad de Ciencias y Filosofía–PCH, quien colaboró para la realización de los análisis microbiológicos de las mieles en estudio y evaluación de la mínima concentración inhibitoria de los propóleos.



## Índice general

Ficha de identificación .....	6
Dedicatoria .....	7
Agradecimientos .....	8
Índice general .....	9
Índice de tablas .....	10
Índice de figuras .....	11
RESUMEN .....	12
ABSTRACT .....	13
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN .....	14
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	16
2.1. Antecedentes de la investigación.....	16
2.2. Fundamentos teóricos .....	17
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación.....	25
3.2. Sistema de variables .....	26
3.3. Procedimientos de la investigación.....	27
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
ANEXOS .....	56

## Índice de tablas

Tabla 1. <i>Coordenadas geográficas de referencia para las zonas de estudio (zona 18M, Sistema WGS-84)</i> .....	25
Tabla 2. <i>Condiciones climáticas de las zonas priorizadas en el estudio (SENAMHI)</i> .....	26
Tabla 3. <i>Escala internacional de colores para mieles (en mm Pfund)</i> .....	30
Tabla 4. <i>Criterios de asignación de valores a las variables de caracterización ambiental</i> .....	35
Tabla 5. <i>Análisis de color de miel de <i>Tetragonisca</i> sp, en cinco meliponarios de la región San Martín</i> .....	38
Tabla 6. <i>Informe de ensayo N° MB006-12-2020 para las diferentes muestras de miel – Aerobios mesófilos</i> .....	41
Tabla 7. <i>Informe de ensayos N° MB006-12-2020 para las diferentes muestras de miel – Coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i></i> .....	42
Tabla 8. <i>Determinación de la concentración de los propóleos en mg/ml</i> .....	44
Tabla 9. <i>(MIC) Mínima Concentración Inhibitoria de los propóleos BBB, DDD, YYY ante <i>E. coli</i></i> .....	44
Tabla 10. <i>Criterios de asignación de valores a las variables de caracterización ambiental</i> .....	46

## Índice de figuras

Figura 1. Geolocalización de la toma de muestras de meliponarios ubicados en las diferentes localidades de estudio. ....	25
Figura 2. Identificación de las colonias de <i>Tetratgosnisca angustula</i> y <i>Scaptotrigona</i> sp., muestreo de abejas sin aguijón, y enfrascado en recipientes rotulados. ....	27
Figura 3. Observación de <i>Tetratgosnisca angustula</i> y <i>Scaptotrigona</i> sp., con ayuda del esteroscopio digital. ....	28
Figura 4. Cosecha de miel de <i>Tetragonisca</i> sp. ....	29
Figura 5. Envasado y rotulación de muestras de miel de <i>Tetragonisca</i> sp en frascos esteriles. ....	29
Figura 6. Análisis del color de miel de <i>Tetragonisca</i> sp. en el colorímetro/fotométrico digital Hanna. ....	30
Figura 7. Preparación de muestras de miel de <i>Tetragonisca</i> sp. para la prueba de pH y conductividad eléctrica. ....	31
Figura 8. Cosecha de propoleo de <i>Scaptotrigona</i> sp. ....	33
Figura 9. Filtro de propoleo de <i>Scaptotrigona</i> sp. con papel Watman Nº1. ....	33
Figura 10. Prueba de difusión en agar con disco, de propoleo de <i>Scaptotrigona</i> sp. ante cepa <i>E. coli</i> ATCC 25922. ....	34
Figura 11. Caracteres morfológicos de la especie <i>Tetragonisca</i> sp. ....	34
Figura 12. Caracteres morfológicos de <i>Scaptotrigona</i> sp. ....	34
Figura 13. Análisis físico de mieles: IR (a), Brix (b), Color (c), ....	39
Figura 14. Análisis físico de mieles para el pH (d), y Ce (f), ....	40
Figura 15. Análisis de aerobios mesófilos en la muestra AA (Utcurarca) de miel. ....	42
Figura 16. Análisis de aerobios mesófilos en la muestra BB (Sisa) de miel. ....	43
Figura 17. Análisis de aerobios mesófilos en la muestra CC (San Roque -Lamas) de miel. ....	43
Figura 18. Análisis de aerobios mesófilos en la muestra DD (Urku) de miel. ....	43
Figura 19. Análisis de aerobios mesófilos en la muestra YY (Yantaló) de miel. ....	43
Figura 20. Análisis de coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> en muestras de miel. ....	44
Figura 21. Diagrama de la metodología aplicada. ....	46
Figura 22. Caracterización ambiental de dos especies de abejas sin aguijón en diferentes sectores de la región San Martín. ....	47
Figura 23. Análisis clúster de las variables de caracterización ambiental en diferentes sectores de la región San Martín. ....	48

## RESUMEN

Calidad de mieles y propóleos de abejas sin aguijón (meliponini) como respuesta a factores genéticos y ambientales en San Martín

El presente trabajo tuvo como objetivos evaluar los caracteres morfológicos de las principales morfoespecies de abejas sin aguijón, comparar las características de calidad de las mieles de *Tetragonisca* sp, evaluar la capacidad antibiótica de propóleos de *Scaptotrigona* sp, registrar los factores ecosistémicos y de manejo sanitario que influyen en la calidad de las mieles y propóleos de abejas sin aguijón (Meliponini) en cinco localidades de la región San Martín. Los caracteres morfológicos de *Tetragonisca* sp, indicaron la longitud del cuerpo 5,5 mm y la coloración comprendida entre marron oscuro y caramelo, para *Scaptotrigona* sp, la longitud del cuerpo alcanzó 7 mm y una coloración negra del integumento, ambas especies evaluadas en las diferentes localidades no mostraron diferencias, por lo contrario, se encontraban dentro de las características mencionada por la referencia; las características de calidad de las mieles de *Tetragonisca* sp. reportaron en Yantaló una miel de color ambar claro, en Utcurarca, Centro Urku (Tarapoto) y San Roque, extra claro, y en San Jose de Sisa Ambar; en cuanto a °Brix, San José de Sisa presentó menor concentración de solidos totales (72,03 °Brix) y en Utcurarca una mayor concentración (75,13 °Brix); el pH promedio entre todas las muestras alcanzó un valor de 3,71, siendo la miel mas ácida proveniente del Centro Urku (Tarapoto), la CE alcanzó una media de 1 055,27  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . La calidad microbiológica de las muestras de Utcurarca, San Roque y Yantalo se encontraron por debajo de los límites máximos permisibles de aerobios mesófilos (103 ufc/g); mientras tanto la capacidad antibiótica de propóleos de *Scaptotrigona* sp. mostraron Mínima Concentración Inhibitoria (MIC) las muestras de propóleo de los meliponarios de Sisa, Urku y Yantalo, valores por encima (216,81; 328,99 y 348,60 mg/mL) de lo reportado por los autores, mientras que en la concentración inhibitoria del *E. coli* (13,55; 20,56 y 21,788 mg/mL) en la muestra indicaron similitud a la referencia. Los factores de los ecosistemas en el manejo sanitario, el meliponario de Urku presentó menor contaminación por uso de plaguicidas químicos, y en el interior de los cinco meliponarios estudiados no se encontró la presencia de agentes contaminantes peligrosos.

Palabras clave: *Tetragonisca*, *Scaptotrigona*, meliponario, propóleo.

## ABSTRACT

Quality of honeys and propolis from stingless bees (meliponini) in response to genetic and environmental factors in San Martin.

The objectives of this study were to evaluate the morphological characteristics of the main stingless bee morphospecies, to compare the quality characteristics of *Tetragonisca* sp. honeys, to evaluate the antibiotic capacity of *Scaptotrigona* sp. propolis, and to record the ecosystemic and sanitary management factors that influence the quality of stingless bee (Meliponini) honeys and propolis in five localities of the San Martin region. The morphological characters of *Tetragonisca* sp, indicated a body length of 5.5 mm and coloration between dark brown and caramel, for *Scaptotrigona* sp, the body length reached 7 mm and a black coloration of the integument, both species evaluated in the different localities did not show differences, on the contrary, they were within the characteristics mentioned by the reference. The quality characteristics of the honeys of *Tetragonisca* sp. reported in Yantaló a light amber honey, in Utcuarca, Centro Urku (Tarapoto) and San Roque, extra light, and in San Jose de Sisa, amber; in terms of °Brix, San Jose de Sisa had a lower concentration of total solids (72.03 °Brix) and in Utcuarca a higher concentration (75.13 °Brix); the average pH among all the samples reached a value of 3.71, with the most acidic honey coming from the Urku Center (Tarapoto); the EC reached an average of 1 055.27  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . The microbiological quality of the samples from Utcuarca, San Roque and Yantalo were found to be below the maximum permissible limits for mesophilic aerobes (103 cfu/g); meanwhile, the antibiotic capacity of propolis from *Scaptotrigona* sp. showed Minimum Inhibitory Concentration (MIC) values above (216.81, 328.99 and 348.60 mg/mL) of those reported by the authors, while the inhibitory concentration of *E. coli* (13.55, 20.56 and 21.788 mg/mL) in the sample showed similarity with the reference. In terms of ecosystem factors in sanitary management, the Urku meliponary showed less contamination from the use of chemical pesticides, and no dangerous pollutants were found in the five meliponaries under study.

Keywords: *Tetragonisca*, *Scaptotrigona*, meliponarium, propolis.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Las abejas si aguijon o abejas nativas pertenecen a la tribu Meliponini, e integran a la familia Apidae (Michener, 1990, 2000), desarrollan una convivencia permanente y habitan desde pocos individuos hasta miles en una misma colonia, donde almacenan el polen y elaboran la miel; son polinizadores fundamentales, desarrollan un rol ecológico interviniendo en la reproducción de las plantas y siendo de suma interés en los sistemas agrícolas productivos (Michener, 2000; citado por Ayala y Ortega, 2018), polinizan aproximadamente el 38% de las plantas en la región amazónica (Kerr et al. 2001); aprovechan la flora nativa y aportan a la seguridad alimentaria ya que la miel, el propóleo y el polen tienen altas propiedades nutritivas (vitaminas) y medicinales (antibacterianas, antiinflamatorias), posee bondades quimiopreventivas e inmunoreguladoras, siendo además fuente de antioxidante natural alimenticio (Flora, 2008 citados por Cauich et al. 2015).

La meliponicultura implica técnicas de manejo de las abejas sin aguijón (Quezada, 2001 citado por Cauich et al. 2015), las cuales producen una miel liviana, más líquida, que se cristaliza menos y con bajo contenido en azúcares. Entre las preocupaciones mayores que afectan la estructura de las comunidades de las abejas sin aguijón y la calidad de sus derivados es la excesiva deforestación, el descontrolado uso de pesticidas, la extensión sin control de áreas agrícolas, y toda práctica por el hombre que ocasiona cambios en los microclimas, en la estructura y composición de la vegetación, generando como consecuencia la falta de disponibilidad y competencia por alimento, reducción de los sitios de nidificación y aumento del índice de depredación (Rosso et al. 2001; Slaa, 2003).

Aunque se han realizado algunos trabajos de caracterización de calidad en mieles autóctonas producidas por abejas amazónicas en la región San Martín con énfasis en los parámetros nutritivos, físico – químico y sensoriales de los géneros *Trigona* y *Melipona* por Ormeño et al. en 2017; en 2020, Marconi, Ormeño y Vecco analizaron las características fisicoquímicas y la calidad microbiológica de las mieles producidas por *Scaptotrigona polysticta* Moure, *Melipona illota* Cockerell y *Tetragonisca angustula* Latreille en apiarios del departamento de San Martín en Perú; aún existen grandes vacíos de conocimiento sobre la variabilidad de los parámetros de calidad microbiológica, física y química de las mieles y propóleos de las especies de abejas sin aguijón en los diversos ecosistemas de San Martín (San José de Sisa- el Dorado, Tarapoto – San Martín, San Roque - Lamas, Yantaló- Moyobamba y Utcucarca – Alberto Leveau). Esta limitación dificulta los procesos

para establecer una norma técnica de calidad basada en la diversidad genética de Meliponini en los ecosistemas de origen, por lo que planteamos la hipótesis de investigación que la variación de factores ambientales y la diversidad de especies influye significativamente en la calidad física y química de las mieles y propóleos producidas por abejas sin aguijón (Meliponini) en cinco localidades de la región San Martín.

En consideración de esta problemática, la investigación tuvo como objetivo general, evaluar la respuesta de la calidad microbiológica, física y química de las mieles y propóleos de las abejas sin aguijón (Meliponini) a la variación de los factores genéticos y ambientales en cinco localidades de San Martín. Para lograrlo, se propusieron cuatro objetivos específicos:

- a. Evaluar los caracteres morfológicos de las principales morfoespecies de abejas sin aguijón que conforman meliponarios en cinco localidades de la región San Martín.
- b. Comparar las características de calidad de las mieles de *Tetragonisca* sp en meliponarios de cinco localidades de la región San Martín.
- c. Evaluar la capacidad antibiótica (mínima concentración inhibitoria) de propóleos producidas por *Scaptotrigona* sp en meliponarios de cinco localidades de la región San Martín.
- d. Registrar los factores ecosistémicos y de manejo sanitario que influyen en la calidad microbiológica, física y química de las mieles y propóleos de abejas sin aguijón (Meliponini) en cinco localidades de la región San Martín.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Vit et al. (2016), evaluaron la miel de abeja “angelita” (*Tetragonisca angustula*) producida en Esmeraldas, Ecuador, con el fin de realizar una caracterización fisicoquímica, donde con el colorímetro de marca Hanna Honey C221, evaluaron el color en cantidades Pfund pero por otro método que es el titrimétrico evaluaron pH y acidez libre, el contenido de humedad por refractometría y azúcares de reducción más sacarosa simulado por método Lane y Eynon, además de evaluar el contenido de nitrógeno por el método Micro Kjeldahl, finalmente concluyeron que la miel de *Tetragonisca angustula* presentaba las siguientes características como acidez libre (22,50 – 25,20 meq/kg), azúcares reductores (56,43 – 63,83 g/ 100 g), cenizas (0,16 – 0,50 g/100 g), HMF (0,44 – 1,41 mg/kg), humedad (23,1 – 25,2 g/100 g), nitrógeno (33,66 – 85,78 mg/100 g), pH (3,66 – 4,22), y sacarosa aparente (1,46 – 2,36 g/100 g).

Ormeño, Castillo, Garay y Rojas (2017), evaluaron variables de azúcares, caracterización física-química y sensoriales de mieles de abejas nativas (*Melipona eburnea* y *Tetragonisca angustula*) de las locales de San Roque (Lamas) y Yantaló (Moyobamba) en San Martín, concluyeron que estas especies segregan mieles de pH ácido con 3,34 y 3,49, líquidas con humedad del 25%, sin embargo, la diferencia entre ellos fue en la CE con 165.25  $\mu\text{S}/\text{Cm}$  siendo el de alto valor en Yantalo con 352, 67a  $\mu\text{S}/\text{Cm}$  y en San Roque de Cumbaza de bajo valor con 187, 42a  $\mu\text{S}/\text{Cm}$ , así mismo las mieles de estas localidades fueron clara y ámbar consecutivamente; en nutrientes correspondieron valores de 24,39%, 23,85% y 3,38% para glucosa, fructosa y sacarosa en la especie *Melipona eburnea* siendo para *Tetragonisca angustula* con 2,74% (glucosa), 24,45% (fructuosa) y <0,0025% (sacarosa); en flavonoides las mieles de las localidades anteriormente descritas muestran para *Melipona eburnea* con 0,46 a 0,51 mg de catequina/g y en *Tetragonisca angustula* con 0,52 – 0,55 mg de catequina/g; al final los fenoles de estas muestras posee diferencias significativa debido a que la *Melipona eburnea* tuvo 0,50 a 0,52 mg de ácido gálico/g y *Tetragonisca angustula* con 0,52 a 0,55 mg de ácido gálico/g.

Marconi et al. (2020), realizaron un análisis físico-químico y microbiológico de mieles de las especies *Scaptotrigona polysticta* Moure, *Melipona illota* Cockerell y *Tetragonisca angustula* Latreille en San Matín principalmente en Tarapoto y Chazuta, encontraron diferencias estadísticas para el pH que fueron  $3,8 \pm 0,6$  (*S. polysticta*),  $3,5 \pm 0,6$  (*M. illota*) y  $4,7 \pm 0,6$  (*T. angustula*). Presentaron diferentes cantidades de color siendo 115



$\pm 23$  mm Pfund (*S. polysticta*),  $178 \pm 33$  mm Pfund (*T. angustula*); concluyeron que existen microorganismos bacterianos de tipos mesófilos y anaerobios reductores de azufre en mieles de las especies trabajadas que no sobrepasaron del 1 UFC/mL, también se encontraron microorganismos fúngicos que pasaron del nivel permitido que es mayor del 10 UFC/mL según la norma N°71-Minsa/Digesa-V.01.

Mendieta (2002), comparó la composición química de la miel de tres abejas (*Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula* y *Mellipoma beechei* en criaderos de Paraiso en Honduras, encontrando que la miel de *Tetragonisca angustula* contiene valores altos de humedad comprendidos entre 24,80% y 27,1% siendo este un factor influyente en el peso específico, viscosidad, el sabor, la conservación, palatabilidad y la solubilidad, además de presentar bajos contenido de azúcares reductores (48,82 -60,31 %), altos niveles en acidez (46 meq/kg – 232 meq/kg) y el pH ácido comprendido entre 3.54 a 4,82, en comparación a la miel de *Apis mellifera*; la especie de *Tetragonisca angustula* presentó una coloración ámbar oscuro con menor viscosidad.

Sarmiento et al. (2014), comparó la calidad biológica en microorganismos de miel procedente de *Tetragonisca angustula* y *Apis mellifera*, en Colombia, en donde dos de las 10 muestras de miel de *Tetragonisca angustula* evaluadas presentaron presencia de *E. coli*, indicando el alto potencial de contaminación fecal, asumiendo que se debe a la baja tecnología para la extracción de la miel, lo que ocasiona una contaminación cruzada al estar en contacto directo con diferentes utensilios y la superficie de madera (caja).

## **2.2. Fundamentos teóricos**

### **2.2.1. Meliponicultura**

Nates y Rosso (2013), mencionan que en el año 1953 el investigador Nogueira Neto, usó la palabra meliponicultura en Brasil por primera vez para describir la crianza de abejas sin aguijón que pertenece a la tribu meliponini.

Anteriormente los indígenas de la zona neotropical cultivaban la miel de estas abejas con el fin de alimentarse, sanarse y en ceremonias de tipo religiosas (Tessman, 1930). Estas abejas viven en colonias permanentes y los individuos pueden encontrarse en cantidades desde muy pocas docenas hasta cien mil. En un listado preliminar de abejas en el Perú, se estima que hay más de 140 especies de abejas sin aguijón, considerando especies nuevas para la ciencia (Rasmusen inéd, 2002).

### 2.2.2. Diversidad de las abejas sin aguijón

Su distribución de estas abejas es en zonas tropicales y subtropicales, así mismo estas son de la tribu Meliponini y están dentro de la subfamilia Apinae (Baumgartner, 1989).

Son de tipo eusocial lo cual manifiestan su sociabilidad a las demás especies de abejas como *Apis mellifera*; y porque existen diversidad de especies no se ha podido identificar de manera exacta a todas ellas (Michener, 2000), porque sus características son muy diferentes de manera superficial. Estas abejas poseen muchas características entre ellas están que sus venas son débiles de las alas, sus ojos son patente y su aguijón un poco disminuido (Cauich et al., 2015).

Philippe (1990), realizó su clasificación en tres géneros representativos que son: *Melipona*, *Lestrimelita* y *Trigona*, diferenciando al género *Trigona* por tener muchos subgéneros, no obstante, Michener (2000) evaluó de manera reiterada los gonostilos, los palpos labiales de las obreras y de los machos la genitalia, concluyendo en 21 géneros, 17 subgéneros: *Cleptotrigona*, *Hypotrigona*, *Austroplebeia*, *Pariotrigona*, *Lisotrigona*, *Trigonisca*, *Liotrigona*, *Plebeia*, *Trichotrigona*, *Dactylurina*, *Oxytrigona*, *Cephalotrigona*, *Trigona*, *Lestrimelitta*, *Melipona*, *Nannotrigona*, *Scaptotrigona*, *Paratrigona*, *Partamona*, *Meliponula*, *Plebeia*.

Por la falta de revisión y la complejidad en la caracterización de estas especies por ser similares entre sí, se considera que hay más de 400 de estas especies (Michener, 2000). Perú reconoció más de 140 especies, teniendo algunas nuevas para la ciencia (Rasmussen, 2002).

A excepción de *Lestrimelitta* spp, las abejas de tipo obrera tienen escopa en sus tibias posteriores cuya función es almacenar polen; lo cual se distingue de otras abejas (*Apis mellifera*) por la magnitud de sus cuerpos de 2 a 14 mm y por tener mínimo número de venas en sus alas, de manera adicional del aguijón pequeño en las hembras que son función para defenderse (Michener, 2000).

Estas abejas se encuentran formando castas, como el *Apis mellifera* (reina, obreras y zánganos). Sus casas o nidos están mayormente en árboles o troncos cortados o caídos, paredes, rocas o hasta el mismo suelo, casi lo mismo como las termitas (Michener, 2000).

Las abejas de la tribu Meliponini al igual que otras especies construyen su nido considerando que su cámara de cría que encubierto por el involucro, y los espacios que guardan el polen y miel son de materia suave cuya base es la cera secretada y conjugado con resinas de plantas; en su totalidad el nido está protegido por batumen

que es un compuesto endurecido cuyos ingredientes son cera, barro, arena, partículas de plantas y excrementos (Michener, 2000).

Respecto al ciclo biológico de estas abejas, Michener (2000) concluye que el ciclo de desarrollo de *Tetragonisca angustula* es en promedio de 36,5 días entre la postura del huevo y la emergencia del imago, posee 3 instares larvales y 5 fases de pupa; manifiestan además que cuanto estén lejos del panal en sus celdas, el ciclo durará más tiempo.

### 2.2.3. Taxonomía y morfología de *Tetragonisca* sp y *Scaptotrigona* sp

Michener (2000), reporta para las abejas *Tetragonisca angustula* y *Scaptotrigona* sp, la siguiente clasificación taxonómica:

#### a) *Tetragonisca angustula*

Reino	: Animalia.
Filo	: Arthropoda.
Clase	: Insecta.
Orden	: Hymenoptera.
Suborden	: Apocrita.
Superfamilia	: Apoidea.
Familia	: Apidae.
Subfamilia	: Apinae.
Tribu	: Meliponini.
Géneros	: <i>Tetragonisca</i>

#### b) *Scaptotrigona* sp

Reino	: Animalia.
Filo	: Arthropoda.
Clase	: Insecta.
Orden	: Hymenoptera.
Suborden	: Apocrita.
Superfamilia	: Apoidea.
Familia	: Apidae.
Subfamilia	: Apinae.
Tribu	: Meliponini.
Géneros	: <i>Scaptotrigona</i>

El tamaño corporal de las abejas sin aguijón están relacionadas con los ecosistemas que ocupan, siendo la altitud, las condiciones climáticas y la búsqueda de recursos florales muy influyentes; Pauly y Hora (2013) menciona que la altitud siendo una característica abiótica puede aislar poblaciones por tamaño; Matan (2021), afirma que cuanto mayor sea la altitud el tamaño de los insectos es mayor, esto se debe a la compensación durante la toma de oxígeno, Barrangan (2020) menciona que acorde se incrementa la altitud, la temperatura desciende, esto influye en la modificación corporal de las abejas ya que en su afán de buscar recursos florales implican mayor gasto de energía para la termorregulación y a su vez para realizar vuelos en relación con la densidad del aire, por lo que las abejas a mayor altitud tienen un tamaño corporal mayor. Michener (2007), describe a *Tetragonisca angustula* es una especie de apariencia delicada con longitud corporal de 4,0 a 6,5 mm de largo.

Moure (1942) describió morfológicamente a los individuos de *Scaptotrigona* sp, con el margen posterior del escutelo sin exceder por encima del propodeo, y el tórax aterciopelado apuntado; la longitud de su cuerpo es de 5 a 7 mm aproximadamente, son muy defensivas al proteger su nido y también son de géneros recios dentro de los meliponinos (Gonzales et al. 2005; Murcia et al., 2017).

#### **2.2.4. Miel de *Tetragonisca* sp**

##### **2.2.4.1. El color**

Arinda y Ramón (1995), señalan que el color posee variones desde blancos hasta pardos oscuros, presentando mieles de colores rojizas, amarillentas o verdosas, sin embargo, existen más de tonalidad clara o amarino. El color oscuro no quiere decir que es de menor calidad, es al contrario, que si la miel es más oscuro es más rico en fofato de calcio y fofato de hierro, por ende cuando los seres humanos están en etapa de crecimiento es requerido este tipo de miel siendo en personas anémicas y también para aquellos que tienen desgaste mental de manera diaria; la miel de color claro tiene más vitamina A y el de color oscuro tiene vitaminas B y C.

##### **2.2.4.2. Calidad de la miel**

Roubik (1989), asume que la calidad química de las mieles resulta por la interacción con el receptáculo en donde la abeja deposita la miel pudiendo ser cera, cera-resina o cera- polen.

Sarmiento et al. (2014), indican que los microorganismos analizados en las mieles son indicadores de la calidad de alimentos, por ejemplo, la presencia de aerobios mesófilos indica si las condiciones de extracción y comercialización del producto fueron higiénicas,

los mohos y levaduras indican las condiciones ambientales, mala conservación o deficiente control de temperatura; los coliformes, microorganismos fermentadores o productores de gas pueden ser o no de origen fecal.

Souza (2006), analizó 152 muestras de miel de diferentes especies de meliponinis de ocho países del continente americano, en el análisis de la miel de *Tetragonisca angustula* en São Paulo encontró niveles de pH entre 3,54 y 4,64.

Cortopassi-Laurino y Gelli (1991), asumen que las diferencias de los niveles de pH en las mieles se deben al origen botánico, al pH del néctar, suelo o asociación de vegetales; así mismo, Crane (1985) indica que el valor del pH en las mieles tiene relación con la composición florística cercana al meliponario, ya que del néctar recolectado depende el nivel del pH, así como también de la diversa composición de los suelos y la asociación entre especies vegetales. Los niveles bajos de pH en las mieles contribuyen a una mejor conservación sin contaminación, ya que al ser ácidas no junta condiciones para el desarrollo microbiano (Souza et al., 2004).

La conductividad eléctrica está estrechamente relacionada con la concentración de sales. minerales, ácidos orgánicos y proteínas; Silva; Aquino; y Rodrigues (2009) afirman que todas las sustancias orgánicas e inorgánicas, compuesto ionizables presentes en la miel son medidos por la conductividad eléctrica. Almeida-Anacleto *et al.* (2009), en Brasil, trabajó con *Tetragonisca angustula* y encontró valores que van desde 1 061,00 y 2 700,00  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , con un promedio de 1 337,20  $\mu\text{S cm}^{-1}$ .

### **2.2.5. Propóleo de *Scaptotrigona* sp**

El Sohaimy y Masry (2014), definen al propóleo como una sustancia resinosa compleja, que es recolectada por las abejas *Apis mellífera* y abejas de la tribu Meliponini. Es elaborado a partir de exudados y resinas de árboles, plantas y flores. Las abejas lo utilizan para la construcción y manteniendo de sus colmenas, además lo emplean para la protección ante la proliferación de microorganismos y/o larvas. El propóleo comprende capacidad antioxidante y antibacteriana entre otras más, depende mucho de la región geográfica, estación del año y principalmente la flora cercana a los colmenares de 3 a 4 km (Delgadillo, 2016). El propóleo está constituido de resinas y bálsamos (50 a 55 %), ceras (25- 35 %), aceites volátiles (10 %) polen (5 %), minerales y sustancias orgánicas (5%) (Vargas et al., 2014).

### 2.2.6. Variabilidad ecológica de la Región San Martín

Ministerio de agricultura (2009), informa que según los trabajos de investigación ejecutados por ONERN, en 1982 en el valle Alto Mayo y en 1984 en el valle Huallaga Central y Bajo Mayo en la región San Martín se distinguen seis zonas de vida naturales, y cinco transicionales (según clasificación de Holdridge), sin embargo, APECO a partir del expediente de APODESA afirma que en la Región San Martín existen 13 zonas de vida y 8 transicionales (Plan Estratégico Regional Agrario, 2009).

- A. Bosque Seco Tropical (bs-T). Entre Tarapoto, Bellavista y Juanjuí (el Bajo Mayo, el Huallaga Central y una parte del Alto Mayo) conforman una de las zonas de vida muy importantes en la región; tienen mayormente el conglomerado de colinas bajas y lomadas, así como las planicies y terrazas aledañas a los ríos Cumbaza, Mayo, Huallaga, Sisa, Saposoa, Chipurana, Tocache, Uchiza, en altitudes que varían de 350 m.s.n.m. y 850 m.s.n.m. aproximadamente.
- . Bosque seco – Tropical, cuando cambia a bosque húmedo – Sub Tropical (bs-T a bh-ST). Posee un clima subhúmedo-Cálido, en la zona transicional la temperatura media varía entre 22°C y 24°C; y precipitación pluvial total, promedio anual, entre 1 200 y 1400 milímetros, la cubierta vegetal lo conforma un bosque alto con especies perennifolias y caducifolias, potencialmente, ofrece condiciones muy favorables para el desarrollo de la agricultura y ganadería económicamente rentable.
- B. Bosque Húmedo – Premontano Tropical (bh-PT). Se encuentra principalmente en el Alto Mayo, a altitudes entre 850 a 1 000 m.s.n.m; sin embargo, también se encuentran en lugares como Lamas, Sauce, áreas limítrofes a Juanjuí y Tarapoto; tiene las características principales de una zona de lluvias moderadas y de bajas temperaturas siendo contrarias a las zonas anteriores, su relieve es de colina altas, depresivas, laderas y de montaña. Aquí la altitud es de 850 a 1200 m.s.n.m situándose en conjunto de colinas bajas y lomas.
- C. Bosque muy Húmedo-Premontano Tropical (bmh-PT). Aquí predomina la humedad con un aumento de precipitación y disminución de temperaturas, comprende la altitud de 1 400 a 1 800 m.s.n.m, el relieve que predomina es de tipo montañoso, donde no existen personas que habitan allí. El promedio de la temperatura es de 18 °C, aquí las zonas que abarcan son selva alta y la mayoría de la ceja de selva.
- D. Bosque muy Húmedo-Montano Bajo Tropical (bmh-MBT). Abarca los cerros de gran altitud de cordilleras de la extremidad oriental, alrededor de estas zonas está

los bloques de tipo húmedo-premontano tropical. La altitud está de 1 800 a 2 600 m.s.n.m; la superficie está cubierto por montaña de topografía accidentada.

- E. Bosque Pluvial-Montano Bajo Tropical (bp-MBT). De clima superhúmeda, comprendido de 1 800 a 2 600 m.s.n.m, con elevadas lluvias que son de 4 100 mm aproximadamente, de temperatura cambiante de 12 °C a 17 °C. La fisiografía es de tipo montañoso, abrupto, con pendiente superior a 75%, siendo de fácil erosión hídrica y mayor movilidad de la capa superficial del suelo.
- F. Bosque Pluvial –Montano Tropical (bp-MT). Comprende las partes más elevadas de la zona sobre los 3000 m.s.n.m.; es de carácter súper-húmedo; presenta alto grado de nubosidad y ocurrencia casi diaria de lluvias y neblinas. Las precipitaciones se estiman entre 3 000 a 4 000 mm. anuales, las temperaturas entre 10 y 12°C en promedio. La configuración fisiográfica es abrupta, caracterizada por un conjunto de picos, cimas y laderas largas, con declives que sobrepasan el 75%, propio de las Cordillera de los Andes.

#### **2.2.6.1. Las zonas de vidas y calidad de mieles y propóleos**

Las diversas características (temperatura, humedad relativa, precipitaciones pluviales, altitudes) en una misma zona de vida (bs-T) influye en la calidad de las mieles y propóleos de las abejas, por ejemplo: los periodos largos de sequías afecta la productividad en los cultivos, generando alteración en las épocas de floración, de tal forma, las abejas comienzan a tener problemas para encontrar fuentes de alimento suficientes y con abundante néctar, la escases de éste recurso incentiva procesos de selección natural donde las colonias de abejas buscan nuevos hábitats donde establecerse (Ashman 2004). Así mismo las lluvias excesivas diluyen el néctar y pierde atracción para las abejas, además de incrementar la humedad en una zona de vida, incentivando a los encierros de los individuos dentro la colonia.

Por otro lado, mientras aumenta la temperatura disminuye la cantidad de néctar y calidad del polen (Ashman 2004).

#### **2.2.7. Definición de términos básicos**

Abejas sin aguijón. son abejas nativas cuya principal atribución es la ausencia del aguijón (Velthuis, 1997 citado por Cauich, 2015).

Castas: son abejas que hacen ciertas tareas en la colmena (Jerí, 2014).

Meliponicultura. Práctica apícola que trata la crianza y manejo de abejas que no poseen aguijón cuyo fin es la obtención de productos derivados de estos para los humanos (Ormeño et al., 2017).

Miel. Néctar de las flores cambiadas por las abejas, también son el resultado de secreción de partes vivas de plantas o de insectos dejadas encima de las hojas de plantas y que ha sido cambiado por las abejas (Philippe, 1990 citada por Jerí, 2014).

Propóleo. “Resina de los árboles recolectado por las abejas. Presenta propiedades bactericidas y fungicidas, es anestésico y cicatrizante, es utilizada para barnizar las paredes y los bastidores, para tapar orificios y cubrir a los muertos en la colmena” (Jerí, 2014).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

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

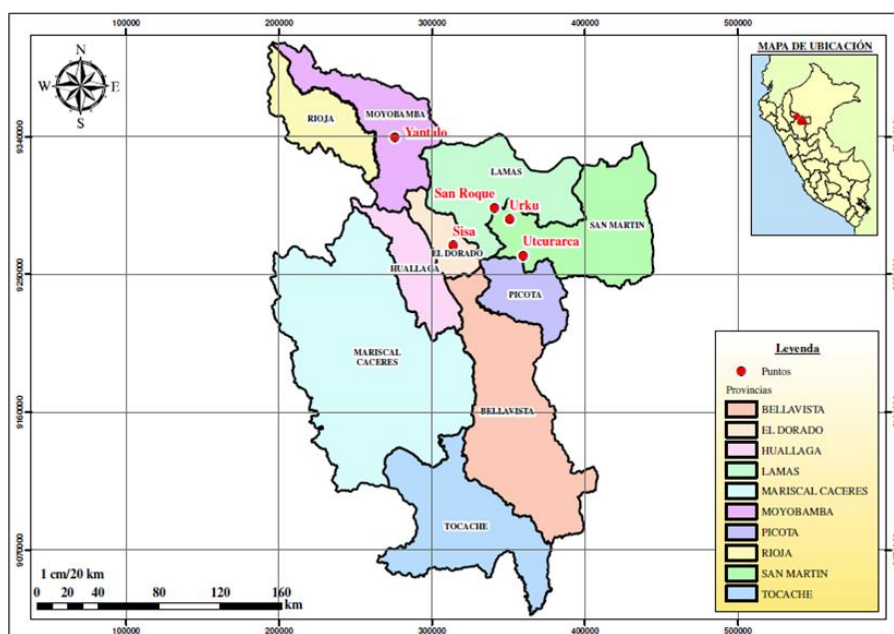
##### 3.1.1 Contexto de la investigación

Las muestras de miel y propóleo derivaron de los distritos de San José de Sisa Provincia El Dorado, San Roque de Cumbaza Provincia de Lamas, Yantaló Provincia de Moyobamba, Utcucarca distrito de Alberto Leveau y Tarapoto (centro Urku), siendo los dos últimos pertenecientes a la provincia de San Martín.

**Tabla 1.**

*Coordenadas geográficas de referencia para las zonas de estudio (zona 18M, Sistema WGS-84).*

Ecosistema	Distrito	Provincia	Nombre del propietario o entidad	Altitud	Grados/minutos/segundos	
				msnm	Longitud	Latitud
Alto Mayo	Yantaló	Moyobamba	Ulises	810	77°01'33".65	5° 58'13".46
	San José de Sisa	El Dorado	IESTP-ED	362	76°42'57".99	6° 42'57".99
Bajo mayo	San Roque de Cumbaza	Lamas	David García	537	76°25'51".26	6° 23'30".07
	Tarapoto	San Martín	URKU	462	76°21'09".05	6° 27'52".30
	Alberto Leveau		Daniel Ushiñahua	489	76°17'05".40	6° 39'49".99



**Figura 1.** Geolocalización de la toma de muestras de meliponarios ubicados en las diferentes localidades de estudio.

**Tabla 2.**  
Condiciones climáticas de las zonas priorizadas en el estudio (SENAMHI, 2022)

Mes de muestreo	Distrito	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION TOTAL (mm/día)
		MAX	MIN		
Nov-19	Yantaló	29,0	19,7	84,4	7,6
	San José de Sisa	32,7	21,6	85,3	7,4
	San Roque de Cumbaza	32,6	21,3	85,3	6,4
	Tarapoto - Urku	31,9	21,9	90,1	6,7
	Alberto Leveau	33,5	22,7	87,7	6,6

### 3.1.2 Periodo de ejecución

La investigación se ejecutó en los meses comprendidos de julio del 2019 a enero del 2020.

### 3.1.3 Autorizaciones y permisos

Autorización otorgada por la Autoridad Regional Ambiental del Gobierno Regional de San Martín, mediante Resolución Directoral Ejecutiva N° 238-2020/GRSM/ARA/DEACRN; otorgando la autorización de investigación de fauna silvestre con código de autorización N° 22-SAM/AUT-IFS-2020-001 a favor del Dr. Javier Ormeño Luna.

### 3.1.4 Control ambiental y protocolos de bioseguridad

La presente tesis no presenta impactos ambientales negativos; no obstante, el responsable de la tesis consideró la aplicación de buenas prácticas ambientales y la disminución de la huella ecológica de las actividades realizadas en campo y gabinete.

El estudio se realizó respetando las disposiciones nacionales e institucionales para el trabajo en el ámbito de la Emergencia Nacional por la Covid-19.

### 3.1.5 Aplicación de principios éticos internacionales

El tesista y asesores que participaron en el estudio se afirman en los principios de éticos generales de la investigación (CRI), entre los que cabe destacar: totalidad / integridad, respeto a las personas, respeto al ecosistema, beneficencia y justicia.

## 3.2. Sistema de variables

### 3.2.1 Variables principales

- Caracteres morfológicos de Meliponini.

- Condición sanitaria del ambiente de trabajo (presencia y proximidad de focos de contaminación, manejo del paisaje y sistemas de manejo ambiental).

### 3.2.2 Variables secundarias

- Parámetros físicos, químicos de la miel de *Tetragonisca* sp
- Capacidad antibiótica de propóleo de *Scaptotrigona* sp

### 3.3 Procedimientos de la investigación

Para proceder con la ejecución del proyecto después de fijar los meliponarios a muestrear se tuvo como referencias antecedentes de investigaciones y/o códigos para la evaluación de los objetivos establecidos.

#### O.E. 1: Evaluar los caracteres morfológicos de las principales morfoespecies de abejas sin aguijón que conforman meliponarios en cinco localidades de la región San Martín

Para evaluar los caracteres morfológicos de las principales morfoespecies de abejas sin aguijón que conforman meliponarios en cinco localidades de la región San Martín, se procedió acorde a la siguiente secuencia:

##### 1. Recolección de abejas en meliponarios

La recolección se realizó de forma manual. Se eligieron obreras de *Tetragonisca* sp y *Scaptotrigona* sp que no estuvieron eclosionados de manera reciente (por la diferencias de colores), y sin lastimarlas se depositaron en frascos previamente rotulados con la zona de muestreo.



**Figura 2.** Identificación de las colonias de *Tetragonisca* sp y *Scaptotrigona* sp muestreo de abejas sin aguijón, y envasado en recipientes rotulados.

## 1. Evaluación de caracteres morfológicos de abejas sin aguijón

Los individuos capturados se llevaron al laboratorio de Derivados Apícolas de la UNSM, con ayuda del estereomicroscopio digital se tomaron fotos en diferentes posiciones de las abejas muestreadas, después de tener las fotos correspondientes se realizaron mediciones y se describieron algunas características, para *Tetragonisca* sp (tamaño del individuo, color de patas, color de abdomen, color de escutelo, color de tórax, color de clípeo y color de las antenas) en el caso de *Scaptotrigona* sp (Tamaño del individuo, forma de la corbícula, forma del escutelo y estructura del tórax).



**Figura 3.** Observación de *Tetragonisca* sp y *Scaptotrigona* sp con ayuda del estereomicroscopio digital.

### 3.3.1 O.E 2: Comparar las características de calidad de las mieles de *Tetragonisca* sp en meliponarios de cinco localidades de la región San Martín

Para comparar las características de calidad de las mieles de *Tetragonisca* sp en meliponarios de cinco localidades de la región San Martín, se procedió acorde a la siguiente secuencia:

#### 1. Cosecha de miel

- Se colectó 3 muestras de miel de *Tetragonisca* sp de 10 ml cada uno (de las colonias rotuladas y/o abejas muestreadas) por cada meliponario en estudio (San José de Sisa, San Roque de Cumbaza, Yantaló, San Martín y Utcurarca).  
Se aplicó el siguiente protocolo de cosecha:
- Apertura de la caja: se utilizó una navaja estéril que cumple la función de palanca; para poder meter la navaja se derritió el propóleo de ambas puntas de la caja, para cual se contó con fuego el cual sirvió para calentar la navaja.
- Se utilizó guantes estériles de látex, de tal manera evitar tener contacto directo entre la mano y las muestras de mieles.
- Se eligió potes sellados y se abrió de manera cuidadosa con la aguja estéril.
- Para extraer la miel se utilizó jeringas nuevas de 10 ml.
- Para esterilizar los materiales se realizó con alcohol de 96° y un mechero.

- Las colonias muestreadas se rotularon con los datos principales de la muestra: código (especie – lugar) y fecha, coincidente con los datos de la muestra de miel y propóleo.



**Figura 4.** Cosecha de miel de *Tetragonisca* sp.

## 2. Envasado, registro y almacenamiento de la miel/ propóleo

Se utilizó frascos estériles de 50 ml de boca ancha. Se rotuló los frascos con los datos principales de la muestra: código (especie –lugar) y fecha, coincidente con los datos de la colonia de origen. En el laboratorio, las muestras se conservaron en refrigeración a 4°C.



**Figura 5.** Envasado y rotulación de muestras de miel de *Tetragonisca* sp en frascos estériles.

## 3. Determinación de parámetros físicos

### a. Color

Se utilizó un colorímetro/ fotómetro digital modelo Hanna, cuya calibración se realizó de manera previa con glicerina; se colocó una muestra de miel discurrido en el tubo de ensayo del colorímetro y se procedió con la lectura a escala de Pfund que es el grado de reflexión de la muestra, los valores que

están entre 0, del producto más claro, y 150, del más oscuro. Se trabajó con la tabla internacional de colores para mieles, según la tabla 3.

**Tabla 3.**  
*Escala internacional de colores para mieles (en mm Pfund)*

Colores	mm Pfund
Blanco agua	0 a 8
Blanco extra	9 a 18
Blanco	18 a 35
Ambar extra claro	35 a 49
Ámbar claro	49 a 84
Ámbar	84 a 115
Ambar oscuro	Mayor a 115



**Figura 6.** Análisis del color de miel de *Tetragonisca* sp en el colorímetro/fotométrico digital Hanna.

#### b. Densidad

Se utilizó el refractómetro de mesa marca ABBE, modelo AR12, cuyo rango de medición es 0 – 95 °Brix (0,25) los resultados son expresados en Brix. De acuerdo a los Brix conseguidos se realiza una transformación empleando la tabla de conversión de Chataway a índice de refracción, una vez resuelto este dato se determina en la tabla el porcentaje de humedad correspondiente, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana de mieles (NTP 209.168-1999).

- Para temperaturas superiores a 20 °C sumar 0,000 23 por cada grado (°C) (NTP 2 009.168-1999).
- Para temperaturas inferiores a 20 °C restar 0,002 3 por cada grado (°C) (NTP 2 009.168-1 999).

#### 4. Determinación de parámetros químicos

##### a. Determinación de pH

Se procedió a diluir en matraz 18 ml de miel con 30 ml de agua destilada, y luego se añadió agua hasta enrasar 75 ml, para el mismo se utilizó un vaso precipitado de 100 cc. Consecutivamente, se meten los electrodos en la disolución de miel y se lee el valor resultante en el potenciómetro Modelo LAB-850 SI Amalytics Alemania calibrado de manera previa.

##### b. Determinación de conductividad eléctrica

Se realizó la dilución en un matraz 18 ml de miel en 30 ml de agua destilada. A esta solución se le pone agua hasta enrasarla a 75 ml, para el mismo se utilizó un vaso precipitado de 100 cc. De manera consecutiva, se ponen los electrodos en la disolución de miel y se lee el valor resultante en el conductímetro Modelo HANDYLAB LF11-SET Amalytics Alemania previamente calibrado, leyendo los resultados en Siemens/cm ( $\mu\text{S}/\text{Cm}$ ).



**Figura 7.** Preparación de muestras de miel de *Tetragonisca* sp para la prueba de pH y conductividad eléctrica.

#### 5. Análisis microbiológico de miel

##### a. Control de calidad de la miel

Para la determinación del número de bacterias aerobios mesófilos en las muestras AA, BB, CC, DD, EE, se tomaron 1 g de cada una de las muestras en un tubo de prueba que contiene 9 ml de buffer Butterfild pH 7,2 ( $10^{-1}$ ), seguidamente se realizaron diluciones seriadas hasta  $10^{-3}$ , luego se realizó la siembra por incorporación en placa de cada uno de las diluciones, se tomó 1 ml y se agregó sobre una placa estéril de 95 x 150 mm, se adicionó 20 mL de agar

licuado de plate count, se homogenizó, secó e incubó a 37°C por 24 y 48 horas. Cada dilución fue sembrada por duplicado.

Transcurrido el tiempo se realizó el conteo de aquellas placas en las cuales las colonias estuvieron entre 25 y 250, para esto se utilizó un contador de colonias de marca Beckman. Obtenido el número de colonias de la dilución escogida, se realizó un promedio de ambas placas y se registró este resultado.

#### **b. Recuento de Coliformes Totales, coliformes fecales y presencia de *Escherichia coli* en miel de *Tetragonisca* sp**

La cantidad de miel recolectada de las muestras fue escasa (5g) por lo que se procedió a aplicar el método de recuento por dispersión en placa.

Para la determinación del número de bacterias de coliformes totales, coliformes fecales y presencia de *Escherichia coli* se pesó 5 g y se diluyó en 1mL de buffer. Para hallar el número de coliformes totales se tomó 0,1 ml, se sembró por dispersión en el medio Agar Mac Conkey por duplicado, y luego se incubó a 37°C por 24 horas.

Para realizar la lectura se utilizó un contador de colonias, se contaron aquellas placas que estaban entre 25 a 250 colonias, y se registraron los datos.

Para ver la presencia de *Escherichia coli* se procedió a sembrar en las pruebas bioquímicas Indol, prueba de motilidad, rojo de metilo y Voges proskauer y Citrato (IMVIC). *Escherichia coli* se caracteriza por ser rojo de metilo positiva e Indol positivo, Citrato negativo y motilidad variable

Todos los datos registrados se compararon con lo que la Norma Sanitaria establece respecto a los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (NTP-071 – MINSA/DIGESA).

VI.4 Miel, jalea real y similares.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
Anaerobios sulfito reductores	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Mohos	2	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>

#### **3.3.2 O.E 3: Evaluar la capacidad antibiótica (mínima concentración inhibitoria) de propóleos producidas por *Scaptotrigona* sp en meliponarios de cinco localidades de la región San Martín**

Para evaluar la capacidad antibiótica (mínima concentración inhibitoria) de propóleos producidas por *Scaptotrigona* sp en meliponarios de cinco localidades de la región San Martín se siguió la siguiente secuencia:



## 1. Cosecha y envasado de propóleo

Se extrajeron tres muestras de propóleo de *Scaptotrigona* sp de cada meliponario en estudio, con una navaja estéril; después se colocó en envases estériles de 50 ml de boca ancha con una pinza. Fue importante reconocer el propóleo de otras sustancias, finalmente se rotuló las muestras con datos principales como: especie, lugar y fecha.



**Figura 8.** Cosecha de propóleo de *Scaptotrigona* sp

## 2. Determinación de la mínima concentración inhibitoria (MIC) de propóleo

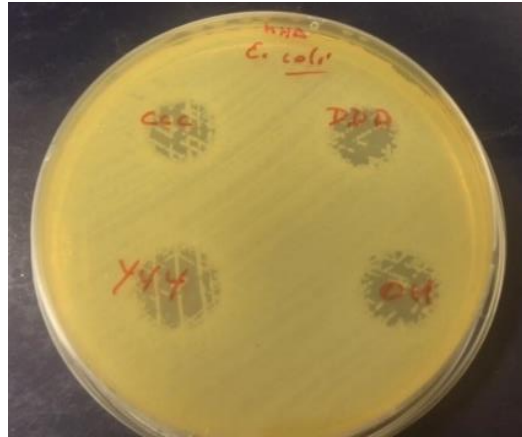
### a. Difusión con discos

Antes de comenzar con la prueba de la MIC, se realizó la prueba de difusión en agar con disco para determinar a aquellas muestras que presentaran susceptibilidad frente a la cepa *E. coli* ATCC 25922, para lo cual:

1. Se utilizó alcohol etanólico 96° con lo suficiente para que cubra la muestra de propóleo.
2. Se dejó reposar por 15 días a medio ambiente y en oscuridad.
3. Se filtró con papel Watman N°1, y pasó por un proceso de evaporación (eliminación del alcohol) por 24 horas.



**Figura 9.** Filtro de propóleo de *Scaptotrigona* sp con papel Watman N°1.



**Figura 10.** Prueba de difusión en agar con disco, de propóleo de *Scaptotrigona* sp ante cepa *E. coli* ATCC 25922.

**b. Determinación de la Mínima Concentración Inhibitoria (MIC) de los propóleos BBB, DDD, YYY (susceptibles a *E. coli* ATCC 25922)**

Se empleó una placa de microtitulación, en el borde de la placa se agregó 150  $\mu$ l de agua destilada.

En el pozo 2B y en el 2C se colocó 200  $\mu$ l del propóleo BBB; para el propóleo DDD e YYY se realizó la misma metodología, aplicando para DDD 328  $\mu$ l y para YYY 348  $\mu$ l de propóleo.

A partir de la columna 3 hasta la columna 11 se colocó 100  $\mu$ l del diluyente MHB (Müller Hinton Broth).

De la columna 2 de cada una de las muestras, se retiró 100  $\mu$ l de propóleo y se colocó en la columna 3; luego de la columna 3; 100  $\mu$ l a la columna 4; así sucesivamente hasta llegar a la columna 9, repitiendo el mismo procedimiento, quitando la misma cantidad para depositarle en el pozo siguiente.

Después se colocó 20  $\mu$ l de la bacteria (*E. coli*) a todos los pozos desde la columna 2 hasta la columna 10. Teniendo en cuenta que se tuvo un control positivo (columna 10) que fue caldo MHB + Bacteria, y un control negativo con solamente MHB.

Realizado las mezclas se llevó la placa a la estufa a 37°C por 24 horas, después de las 24 horas se realizó la lectura, para esto se agregó 10  $\mu$ l del colorante Cloruro de tetrazolio (TTC) el cual sirvió de indicador del crecimiento de microorganismos (células viables) en caso de teñirse de rojo.

Finalmente, para determinar la MIC de cada muestra se consideró aquella concentración mínima en la cual el microorganismo no desarrolló es decir que la muestra no se tiñó de rojo.

### 3.4.3 O.E 4. Registrar los factores ecosistémicos y de manejo sanitario que influyen en la calidad microbiológica, física y química de las mieles y propóleos de abejas sin aguijón (Meliponini) en cinco localidades de la región San Martín

Para registrar los factores ecosistémicos y de manejo sanitario que influyen en la calidad microbiológica, física y química de las mieles y propóleos de abejas sin aguijón (Meliponini) en cinco localidades de la región San Martín se utilizó un conjunto de parámetros de tipo ambientales cuyo significado de cada parámetro se encuentra en la siguiente tabla 4.

**Tabla 4.**  
*Criterios de asignación de valores a las variables de caracterización ambiental.*

<b>Parámetro/ Valoración</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Infraestructura sanitaria</b>	Ninguna.	Sin servicios higiénicos + agua	Letrinas + Agua	Agua + servicios higiénicos. Sin desagüe	Agua + desagüe + servicios higiénicos
<b>Focos de contaminación por residuos orgánicos</b>	Heces animales / orgánicos 10 m	Heces animales / orgánicos 20 m	Heces animales / orgánicos 30 m	Residuos orgánicos a 50 m	Sin focos de contaminación orgánica
<b>Uso de plaguicidas químicos</b>	Uso de plaguicidas a ≤50 m	Uso de plaguicidas en 50 - 100 m	Uso de plaguicidas en 100 - 200 m	Uso de plaguicidas en 200 - 500 m	Uso cero de plaguicidas en 500 m
<b>Integridad del paisaje</b>	Pastizal	Cultivo	Purma baja.	Purma vieja	Bosque natural
<b>Contaminantes en el meliponario</b>	Peligrosos	Medianamente peligrosos	Poco peligrosos	Contaminantes inertes	Cero contaminantes

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los meliponarios estudiados se identificaron diferentes morfoespecies, siendo las más comunes *Tetragonisca* sp y *Scaptotrigona* sp motivo por el cual se decidió coleccionar sus derivados (mieles y propóleos) e individuos de cada especie para evaluarse en laboratorio, reportando los siguientes resultados.

### 4.1 Caracteres morfológicos de las principales morfoespecies de abejas sin aguijón que conforman meliponarios en cinco localidades de la región San Martín

En todas las localidades los individuos coleccionados presentaron las mismas características: tamaño corporal 5,5 mm, el tercer par de patas presentó una coloración mitad marrón, mitad caramelo; mientras que en el abdomen la punta final se evidenció una coloración marrón oscuro y el resto del abdomen color caramelo, el escutelo y clípeo color amarillo, el tórax color negro y las antenas indicaron un color caramelo.

Estas características presentadas lo podemos relacionar de acuerdo a lo manifestado por Michener (2007), quien indica que *Tetragonisca angustula* es una especie delicada, con longitud corporal entre 4 a 6,5 mm; además de Ayala (1999) que menciona la diagnosis de *Tetragonisca angustula* reportada por Lepeletier (1825), afirmando que presenta integumento de color amarillo en el pronoto, escutelo, patas y metasoma; escutelo negro con líneas amarillas laterales; antenas hialinas con venas pardas, finalmente el macho presenta similares características a la hembra, por lo que se concluye que los individuos evaluados en todos los meliponarios de diferentes sectores pertenecían a *Tetragonisca* sp.



**Figura 11.** Caracteres morfológicos de la especie *Tetragonisca* sp. en diferentes localidades (fuente: Grupo de investigación Abejas Peruana – FCA-UNSM).

*Scaptotrigona* sp, presentó características similares en todas las localidades donde se colectaron las muestras: coloración negra del integumento, tamaño del individuo 6,5 – 7 mm, corbícula en forma triangular, escutelo en forma de “v”, y la estructura del tórax en forma punteada por el esqueleto. Gonzales et al. (2005) y Murcia et al. (2017) manifestaron que la longitud corporal de este género oscila entre 5 a 7 mm; Moure (1942) describió a *Scaptotrigona* sp con margen posterior del escutelo sin resaltamiento por encima del propóleo, y el tórax aterciopelado apuntalado, además de presentar coloración negra en general; por la similitud en algunas hábitos o características como la forma de la corbícula, el escutelo y el tórax como también la coloración y la longitud corporal, se afirmó que pertenecían los individuos en estudio a *Scaptotrigona* sp.

La regla de Bergmann (1847) sugiere una correlación positiva entre la longitud del cuerpo y la altitud, que para insectos puede resultar crítica debido a que no tienen la capacidad de regular las condiciones de temperatura y humedad relativa (Shelomi et al., 2012). La regla de Bergman es aceptada para condiciones en estado natural, ya que las abejas requieren mayor esfuerzo, gasto de energía y lidian con las condiciones climáticas o características propias del paisaje durante la búsqueda de sus alimentos, a esto se debe la modificación de sus estructuras durante el proceso (Quezada- Euán et al. 2011; Keleman y Rehan, 2021); sin embargo, en esta investigación no se ha encontrado diferencias corporales de color ni tamaño, debido a que los individuos colectados provinieron de meliponarios domesticados, con abundante recursos florales cercanos cultivados por los dueños de los establecimientos.

El estudio de los caracteres morfológicos de las abejas colectadas demuestra la presencia de dos especies de abejas sin aguijón en los cinco meliponarios estudiados siendo *Tetragonisca* sp y *Scaptotrigona* sp, sin embargo, podría haber otras especies de interés biológico (Barrios, 2020).



**Figura 12.** Caracteres morfológicos de *Scaptotrigona* sp en diferentes localidades. (fuente: Grupo de investigación Abejas Peruana – FCA-UNSM)

#### 4.2 Características de calidad de mieles de *Tetragonisca* sp en meliponarios de cinco localidades de la región San Martín

##### - Color, °Brix e índice de refractometría de miel de *Tetragonisca* sp

La miel de *Tetragonisca* sp, se diferencia desde blanco hasta ámbar oscuro, lo cual se asume que se debe a la presencia de pigmentos (carotenoides, xantofila, clorofila) que influyen en la diferencia entre una miel blanca (muestra de Utcurarca) y ámbar oscuro (muestra de San Roque). En su mayoría de veces la alteración de colores se debe al carente manejo por el meliponicultor, tal es el caso en la muestra de San Roque de Cumbaza en donde la tercera muestra evaluada se diferencia considerablemente de las dos primeras, debido al recipiente donde se encontraba la colonia (un balde tapado) que no fue abierto hace mucho tiempo, ocasionando que los pigmentos retenidos se disuelvan en los potes y que el panal se encuentre muy añejo u oscuro aumentando como consecuencia el color natural de la miel; Ormeño et al. (2017) describe el color de la miel de *Tetragonisca angustula* en Yantaló y San Roque de Cumbaza, en donde coincide los valores obtenidos en esta investigación para Yantaló color ámbar claro, sin embargo difiere con los resultados obtenidos en San Roque de Cumbaza (ámbar claro).

**Tabla 5.**

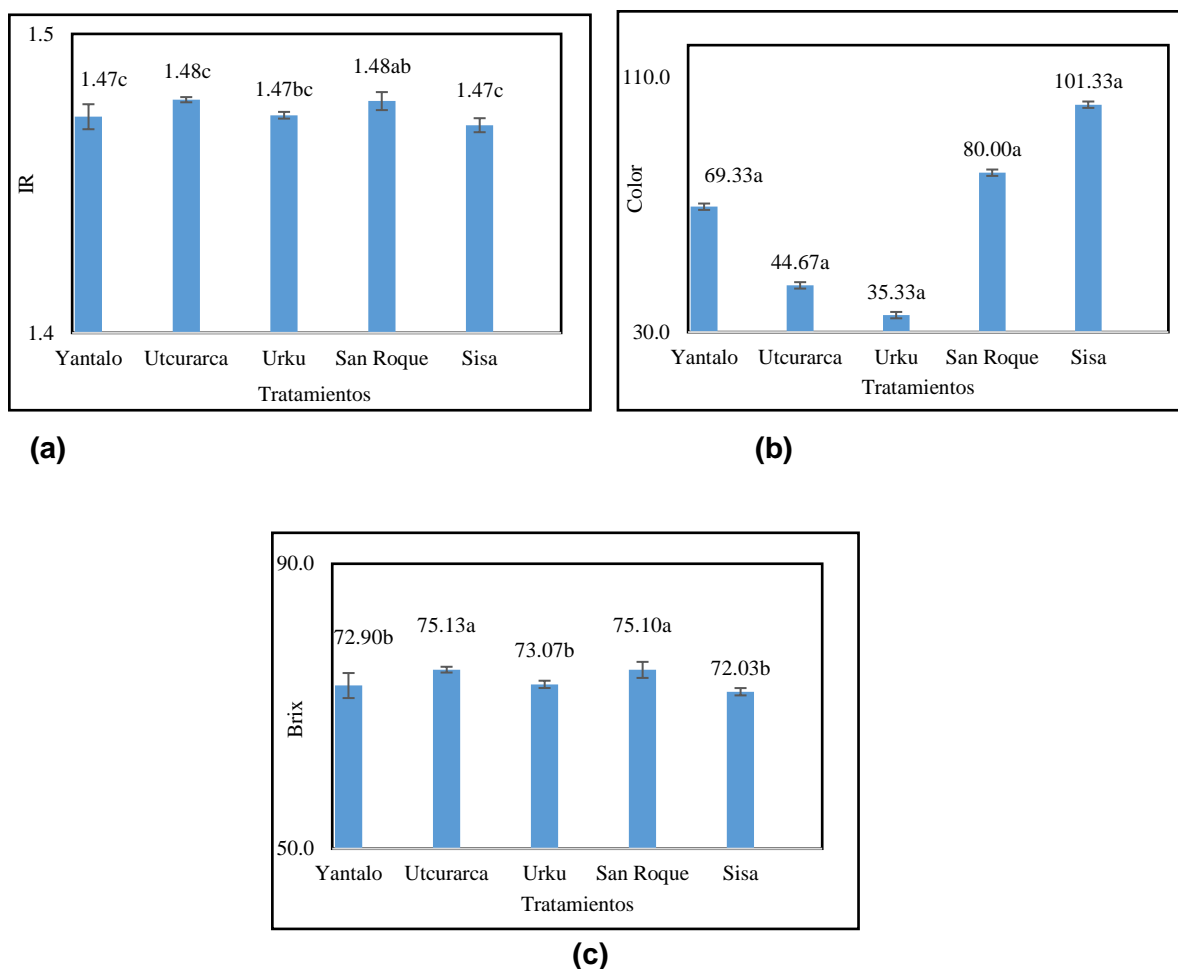
*Análisis de color de miel de Tetragonisca sp, en cinco meliponarios de la Región San Martín.*

Sector	Especie de abeja	Repetición	Color (mm pfund)	Color característico de la muestra
Yantaló	<i>Tetragonisca</i> sp	M1	76	ámbar claro
		M2	60	ámbar claro
		M3	72	ámbar claro
Utcurarca	<i>Tetragonisca</i> sp	M1	40	ámbar extra claro
		M2	44	ámbar extra claro
		M3	50	ámbar extra claro
Urku	<i>Tetragonisca</i> sp	M1	33	Blanca
		M2	35	ámbar extra claro
		M3	38	ámbar extra claro
San Roque	<i>Tetragonisca</i> sp	M1	44	ámbar extra claro
		M2	46	ámbar extra claro
		M3	150	ámbar oscuro
San José de Sisa	<i>Tetragonisca</i> sp	M1	85	ámbar claro
		M2	107	Ámbar
		M3	112	Ámbar

En la figura 13 se observan los gráficos de barras en relación a las temperaturas con el cual los equipos tomaron los resultados, el índice de refractometría y el grado brix de las muestras estudiadas de la miel de *Tetragonisca* sp; en la figura 13 (c) los resultados indican que se obtuvo un rango de 72,03 – 75,13 °Brix que la miel producida

en el distrito de San José de Sisa presenta menor concentración de sólidos totales (72,03 °Brix) lo que hace que la miel sea menos densa y contenga menor contenido de azúcares, en comparación de las demás muestras, por otro lado, la miel evaluada procedente de Utcuarca presenta mayor concentración de sólidos totales (75,13 °Brix).

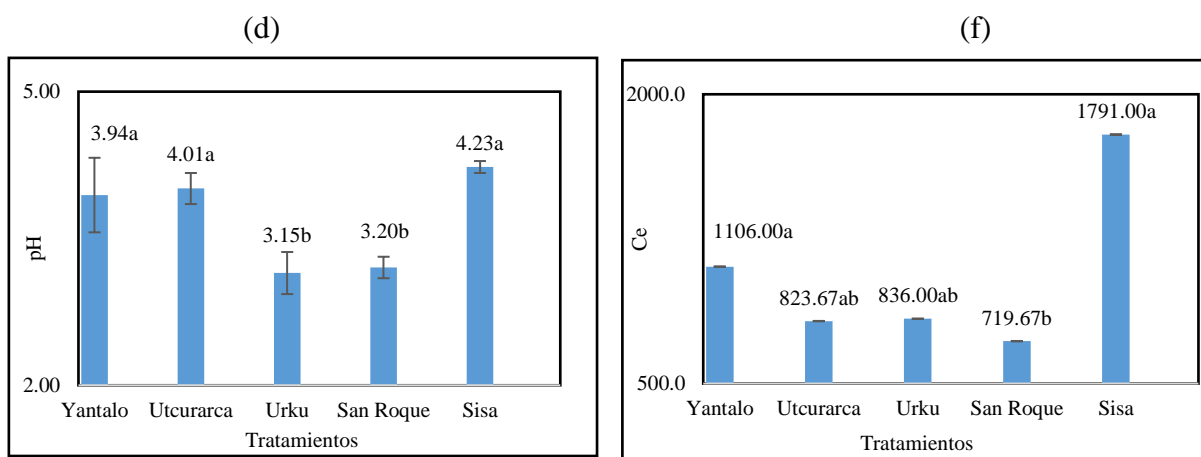
En el Perú aún no existe un estándar para la miel de abeja sin aguijón, sin embargo, un estudio por Damasceno do Vale et al. (2018), quien analizó muestras de miel de *Melipona* sp. "abejas" de Acre, Brasil, indicó valores Brix que van desde 61,8° Brix a 76,1° Brix; estando nuestros resultados dentro el rango mostrado por Damasceno.



**Figura 13.** Análisis físico de mieles: IR (a), Brix (b), Color (c)

En la figura 13, se presenta las medias de las variables en estudio de las mieles encontradas a diferentes localidades, se observa una diferencia significativa entre localidades ( $p < 0,05$ ), con un coeficiente de determinación cercano a uno ( $r = 0,827$ ), con respecto al color (c) estadísticamente no presenta diferencia significativa ( $p > 0,05$ ), los valores obtenidos presentan una dispersión en los datos y esto se ve reflejado en modelo de ajuste ( $r = 0,67$ ).

- pH y Conductividad eléctrica de miel de *Tetragonisca* sp



**Figura 14. Análisis físico de mieles para el pH (d), y Ce (f),**

En la figura 14 se presenta los valores de pH (d) encontrados en las muestras evaluadas, el promedio alcanzó 3,71 que según la referencia se encuentra dentro de lo establecido por Souza (2006) que indica que para mieles de especies meliponini en el continente americano el pH oscila entre 3,54 y 4,64, siendo en el centro Urku (Tarapoto) donde se obtuvo mieles ligeramente oscuras debido a la mayor acidez (pH= 3,17) con propiedad de contener mayor contenido de sustancias minerales y mayor riqueza en polisacáridos; mientras que la miel procedente de San José de Sisa fue más clara y suave debido a su nivel elevado de pH (4,23) en comparación al resto de muestras.

La ubicación de algunos meliponarios muestreados en zona de vida transicional (bs-T/bh-PM) también influye para la similitud de resultados, tal es el caso del meliponario de Urku (San Martín) y San Roque de Cumbaza (Lamas) donde el pH de las mieles presenta valores similares, mientras tanto en San José de Sisa al estar en un bs-T de menor altitud, y con mayor índice de deforestación el valor de pH es elevado.

Los resultados encontrados con respecto a la conductividad eléctrica (CE) indican que la miel procedente de Yantaló presenta mayor carga de sales (1 958  $\mu\text{S/cm}$ ) en comparación con la miel procedente de San Roque de Cumbaza (719,6  $\mu\text{S/cm}$ ) siendo esta la que menor carga de sales presenta entre todas las muestras evaluadas; valores que se encuentran entre del rango reportado por Almeida - Anacleto et al. (2009) quien en su trabajo de investigación realizado en Brasil encontró un promedio de CE en la miel de *Tetragonisca angustula* de 1 337,20  $\mu\text{S cm}^{-1}$ .

En relación con el ecosistema, Pérez et al. citado por Zandamela (2008) afirma que la conductividad eléctrica y el pH están estrechamente relacionada con los niveles de



minerales contenidos, esto hace que esta variable sea útil para discriminar e inventariar los diferentes orígenes florales.

El pH tiene una correlación negativa para la mayoría de las variables; en las localidades presentaron una correlación positiva moderada y sin diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las asociaciones.

- **Determinación de la calidad microbiológica de la miel de *Tetragonisca* sp.**

En la tabla 6, se presentan los resultados reportados de las muestras con la codificación AA, BB, CC, DD y YY, se observan que las muestras evaluadas BB (Figura 16) y DD (Figura 18) superan los límites máximos microbiológicos permisibles correspondiente a los aerobios mesófilos ( $10^3$  ufc/g) a comparación de las muestras AA (Figura 15), CC (Figura 17) y YY (Figura 19) se encuentran por debajo de lo estipulado según la NTP-071 – MINSA/DIGESA “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” (Anexo A).

Mientras que en la tabla 7, el resultado muestra que los coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*, se mostraron ausentes tal como lo corrobora en la normatividad uruguaya donde indica que en muestras de miel no debería haber presencia de Enterobacterias/25 gramos por lo que en esta característica microbiológica se cumple en el presente estudio (Según la NTP-071 – MINSA/DIGESA).

**Tabla 6.**

*Informe de ensayo N° MB006-12-2020 para las diferentes muestras de miel – Aerobios mesófilos*

Códigos de muestras	Pruebas microbiológicas	
	Aerobios mesófilos	
	Resultados	LMP*
Utcurarca – AA	$7 \times 10$ ufc/g	$10^3$ ufc/g
Sisa – BB	$0,68 \times 10^3$ ufc/g	$10^3$ ufc/g
San Roque – CC	$9 \times 10$ ufc/g	$10^3$ ufc/g
Urku – DD	$2 \times 10^3$ ufc/g	$10^3$ ufc/g
Yantaló – YY	$0,39 \times 10^3$ ufc/g	$10^3$ ufc/g

**Tabla 7.**

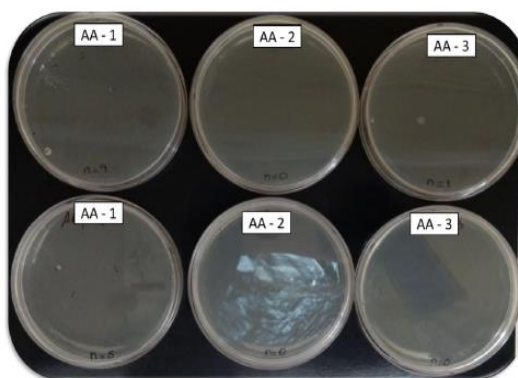
Informe de ensayo N° MB006-12-2020 para las diferentes muestras de miel – Coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*.

Códigos de muestras	Pruebas microbiológicas					
	Coliformes totales		Coliformes fecales		<i>Escherichia coli</i>	
	Resultados	LMP*	Resultados	LMP*	Resultados	LMP*
<b>Utcurarca – AA</b>						
<b>Sisa – BB</b>						
<b>San Roque – CC</b>	Ausencia/25 g	Ausencia/25 g	Ausencia/25 g	Ausencia/25 g	Ausencia/25 g	Ausencia/25 g
<b>Urku – DD</b>						
<b>Yantaló – YY</b>						

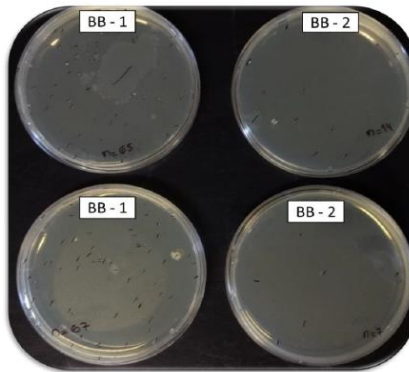
\*LMP= Límite Máximo Permisible. \*\* Basado en el Reglamento Técnico del Mercosur.

Asimismo, los criterios microbiológicos establecidos para estas muestras no presentan riesgo para la salud, sin modificación de su vida útil y alteración (Informe de ensayo No. MB006-12-2020- Anexo A).

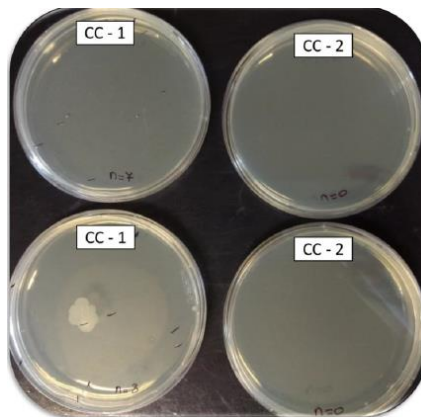
Por lo general la miel presenta una carga microbiana baja (Gallez & Fernández, 2009), sin embargo, Olaya et al. (2014) en sus investigaciones encontraron evidencias de contaminación microbiológica en mieles de la especie *T. angustula* alrededor de 2,98 Log (UFC/g) de mesófilos y en coliformes totales 1,99 Log (NMP/g). Los valores ausentes encontrados en coliformes totales, fecales y *E. coli*, se debe principalmente a la buena manipulación de las muestras, ya que la contaminación microbiana se ocasiona principalmente durante la colecta y a la poscolecta, contaminación cruzada, equipos, edificaciones y fuentes primarias como el polen, el sistema digestivo, el néctar y otros que son complicados de controlar (Pucciarelli et al. 2014), además obtuvieron 3,13 Log UFC/g de bacterias mesófilas aerobios totales, por encima de lo reportado en esta investigación.



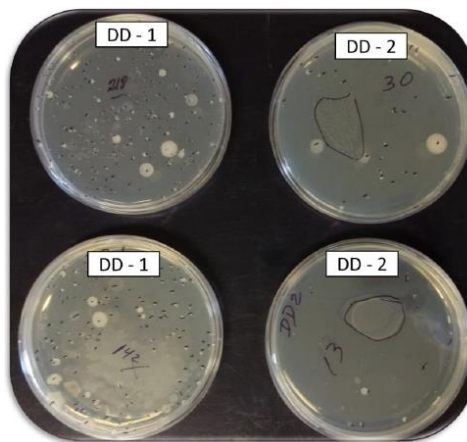
**Figura 15.** Análisis de aerobios mesófilos en la muestra AA (Utcurarca) de miel.



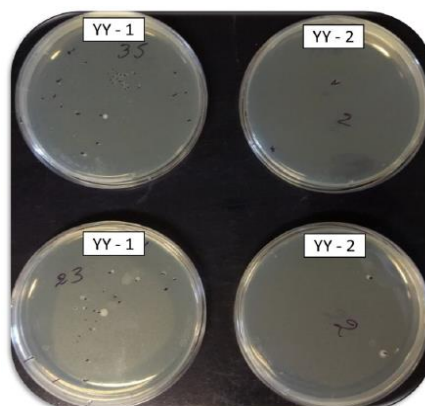
**Figura 16.** Análisis de aerobios mesófilos en la muestra BB (Sisa) de miel.



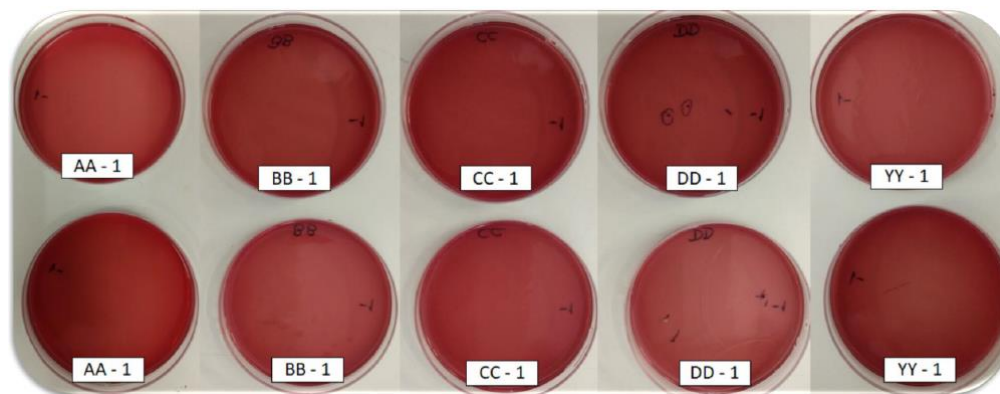
**Figura 17.** Análisis de aerobios mesófilos en la muestra CC (San Roque -Lamas) de miel.



**Figura 18.** Análisis de aerobios mesófilos en la muestra DD (Urku) de miel.



**Figura 19.** Análisis de aerobios mesófilos en la muestra YY (Yantaló) de miel.



**Figura 20.** Análisis de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en muestras de miel.

#### 4.3 Capacidad antibiótica (mínima concentración inhibitoria) de propóleos producidas por *Scaptotrigona* sp. en meliponarios de cinco localidades de la región San Martín

**Tabla 8.**

Determinación de la concentración de los propóleos en mg/mL

Propóleo	Propóleo neto (g)	Extracto etanólico OH+Propoleo (mL)	Concentración (g/mL)	Concentración (mg/mL)	Susceptibilidad
<i>Utcurarca</i> – AAA	7,17	42,125	0,170	170,208	*No susceptible
<i>Sisa</i> – BBB	9,48	43,725	0,217	216,810	susceptible
<i>San Roque</i> – CCC	10,10	36,115	0,280	279,662	*No susceptible
<i>Urku</i> – DDD	11,23	34,135	0,329	328,988	susceptible
<i>Yantaló</i> – YYY	16,63	47,705	0,349	348,601	susceptible

\* Ejecutado por el método de Kirby Bauer (Difusión en agar con discos. Con un volumen de 10  $\mu$ L)

° Presencia de un halo de inhibición contra el crecimiento de bacterias.

**Tabla 9.**

(MIC) Mínima Concentración Inhibitoria de los propóleos BBB, DDD, YYY ante *E. coli*


Procedencia del propóleo	MIC a <i>E. Coli</i> (mg/mL)
<i>Utcurarca</i> – AAA	-
<i>Sisa</i> – BBB	13,5506
<i>San Roque</i> – CCC	-
<i>Urku</i> – DDD	20,562
<i>Yantaló</i> – YYY	21,788

En tabla 8 se determinó de las cinco muestras evaluadas cuales eran susceptibles o no susceptibles contra la bacteria, no todas las muestras de propóleo evaluados presentaron actividad microbiana contra la *E. coli* siendo las muestras procedentes de Sisa, Urku y Yántalo las que mostraron un halo de inhibición contra el crecimiento de la bacteria por lo que se le denominó susceptibles, tal como lo indica Diaz et al. (1999) que la presencia de microorganismo (bacterias) en los medios evaluados indica que los extractos de propóleo utilizados no inhibieron su crecimiento, al contrario, si no existe crecimiento, se indica que el extracto de propóleo si tuvo actividad antimicrobiana; a partir de estos resultados y con las muestras susceptibles se procedió a determinar la MIC.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	
H <sub>2</sub> O	216.810	108.4050	54.2025	27.1013	13.5506	6.7753	3.3877	1.6938	C+	C-	H <sub>2</sub> O	BBB
H <sub>2</sub> O	216.810	108.4050	54.2025	27.1013	13.5506	6.7753	3.3877	1.6938	C+	C-	H <sub>2</sub> O	BBB
H <sub>2</sub> O	328.988	164.4940	82.2470	41.1235	20.5618	10.2809	5.1404	2.5702	C+	C-	H <sub>2</sub> O	DDD
H <sub>2</sub> O	328.988	164.4940	82.2470	41.1235	20.5618	10.2809	5.1404	2.5702	C+	C-	H <sub>2</sub> O	DDD
H <sub>2</sub> O	348.601	174.3005	87.1503	43.5751	21.7876	10.8938	5.4469	2.7234	C+	C-	H <sub>2</sub> O	YYY
H <sub>2</sub> O	348.601	174.3005	87.1503	43.5751	21.7876	10.8938	5.4469	2.7234	C+	C-	H <sub>2</sub> O	YYY
H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	

C-	Caldo MHB+ OH (1:1)
C+	Caldo MHB c/E. coli

MIC = 

**Figura 21.** Diagrama de la metodología aplicada para determinar la Mínima Concentración Inhibitoria (MIC) de los propóleos BBB, DDD, YYY.

En la figura 21, los valores de la columna 6 indicaron que a esas concentraciones de propóleo diluido fueron las más bajas para inhibir el crecimiento de *Escherichia coli*, ya que a comparación de la dilución en la columna 5 que, si se tiñó con el colorante suministrado como reacción a la presencia de bacterias, en la columna 6 no pasó lo mismo, por lo que se asumió que los valores de dilución en esa columna eran la mínima concentración inhibitoria según la zona procedente.

La Mínima Concentración Inhibitoria (MIC) de propóleo de *Scaptotrigona* sp., contra el *E. coli* (tabla 9) varió desde 13,5506 a 21,788 mg/mL según la muestra de cada zona, el propóleo procedente del meliponario de San José de Sisa presentó la más baja MIC a *E. coli*, en comparación de los demás con una concentración de 13,5506 mg/ mL, por otro lado, el propóleo procedente de Yantaló presentó la más alta concentración de la MIC para *E. coli*, con 21,788 mg/mL. Miorin et al. (2003) evaluó el MIC en *A. mellifera* y *T. angustula* contra el *S. aureus*; la MIC en las muestras de *A. mellifera* osciló entre 126,23 y 185,70 mg/ml y para los *T. angustula* se encontró alrededor de 142,87 y 214,33 mg/ml, resultados por debajo de lo encontrado en esta investigación. Carrillo et al. (2011) encontró la

concentración mínima bactericida en extractos de propóleos procedentes de la Huasteca Potosina alrededor de 5, 20, 22 y 30 mg/ mL. Otras investigaciones (Galindo et al. 2002) no encontraron actividad antimicrobiana a diferencia de lo encontrado en el presente trabajo a pesar de utilizar mayor concentración de extractos para inhibir el crecimiento microbiano.

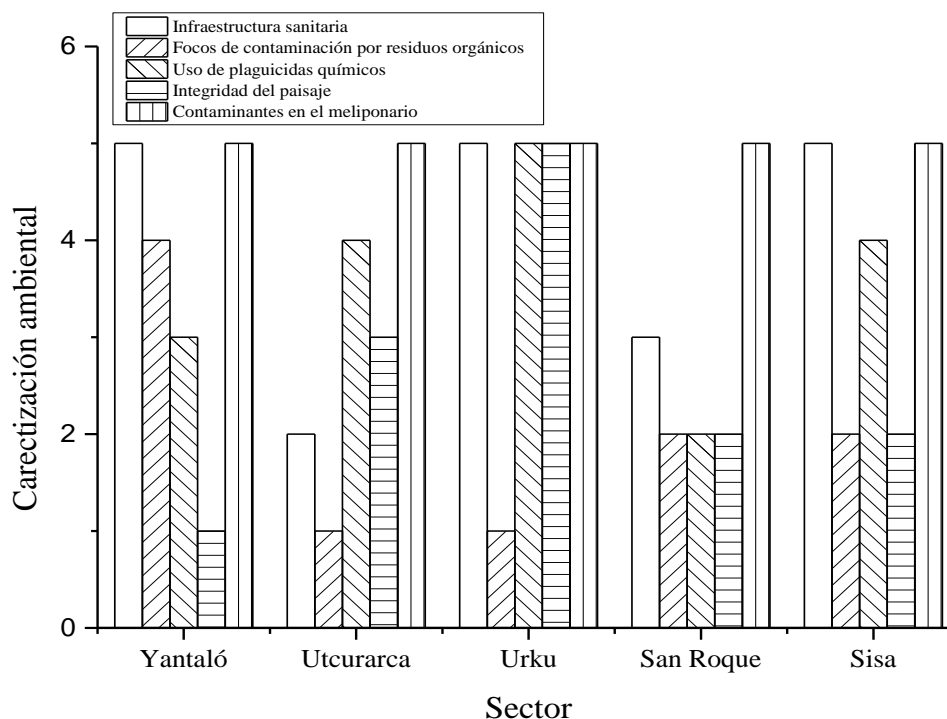
#### **4.4 Factores ecosistémicos y de manejo sanitario que influyen en la calidad microbiológica, física y química de las mieles y propóleos de abejas sin aguijón (Meliponini) en cinco localidades de la región San Martín**

La caracterización ambiental con respecto a la infraestructura sanitaria presenta valores similares en los sectores de Yantaló, Urku y Sisa, es decir que estos sectores cuentan con los servicios básicos (agua, desagüe, servicios higiénicos) a lo contrario mostrado por los sectores de Utcurarca y San Roque que no cuentan con servicios higiénicos ni agua. Mientras que los focos de contaminación por residuos orgánicos en el sector de Urku y Utcurarca, mostró alteración al medio ambiente por la presencia de heces de animales a 20 metros de distancia; por otro lado, no existe contaminantes peligrosos dentro de los cinco meliponarios evaluados.

**Tabla 10.**

*Criterios de asignación de valores a las variables de caracterización ambiental.*

<b>Sector</b>	<b>Infraestructura sanitaria</b>	<b>Focos de contaminación por residuos orgánicos</b>	<b>Uso de plaguicidas químicos</b>	<b>Integridad del paisaje</b>	<b>Contaminantes en el meliponario</b>
<b>Yantaló</b>	5	4	3	1	5
<b>Utcurarca</b>	2	1	4	3	5
<b>Urku</b>	5	1	5	5	5
<b>San Roque</b>	3	2	2	2	5
<b>Sisa</b>	5	2	4	2	5



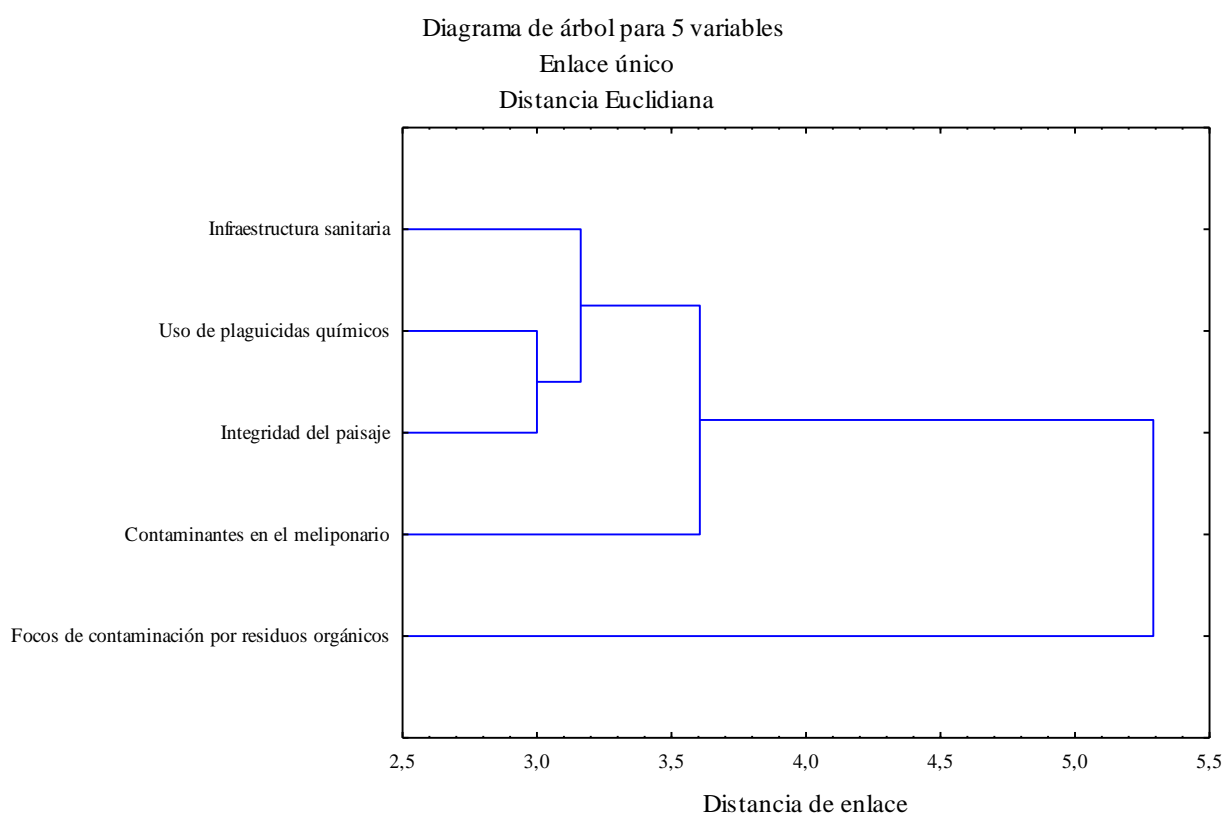
**Figura 22.** Caracterización ambiental de dos especies de abejas sin aguijón en diferentes sectores de la región San Martín.

En la figura 22 se aprecia que respecto al uso de plaguicidas químicos todos los sectores mostraron su práctica, presentando menor contaminación en el sector de Urku ya que su meliponario está ubicado de 200 a 500 metros de distancia de campos agrícolas que usan agroquímicos, presentando una integridad de paisaje y calificado como bosque natural; finalmente, el meliponario que presenta un mayor valor en cuanto a contaminantes en el meliponario es el de Yantaló debido a que está rodeado de pasturas, cultivos de arroz, y a la ciudadanía.

Existe probabilidad que las características de las zonas de vida como factor ecosistémicos influyan en las calidades de mieles y propóleos de las abejas evaluadas, por ejemplo, todos los meliponarios en estudio por la altitud están ubicados en bosques secos tropicales (bs-T) según la clasificación de Holdridge, por lo que no deberían variar en sus calidades, sin embargo en las provincias en la que se encuentran los meliponarios muestreados comprenden características edafoclimáticas distintas, siendo la humedad relativa, la diversidad de los suelos, la diversidad de la flora, la temperatura, las precipitaciones, las sequias, entre otros, factores influyentes.

El efecto de la radiación solar está relacionada al extremo verano que soportaron las zonas en estudio y la temperatura ambiental que se registraron en su máximo nivel, según SENAMHI en la tabla 2; entre los días del mes de noviembre (mes de muestreo) en el 2019

se registraron los picos más altos de temperatura e incidencia solar, que tuvo sus implicancias directas en el estado fisiológicos de la vegetación precisamente la flora de referencia apícola que muchas veces llegan a soportar estrés hídrico por falta de agua en el suelo, aquellas plantas que son preferidas por las abejas, que significa que en estas épocas no existe flujo de néctar, existe floración pero hay poca o nula producción de néctar en los nectarios de estas plantas así como es probable que se produzca poca sustancia azucarada extra floral del cual también liban las abejas en épocas de carestía.



**Figura 23.** Análisis clúster de las variables de caracterización ambiental en diferentes sectores de la región San Martín.

Lo que se observa en la gráfica es la distribución de los datos con respecto a la caracterización ambiental en diferentes sectores y la distancia, como ellas se encuentran asociadas entre los datos obtenidos y las asociaciones entre clúster. En este sentido la variable del uso de plaguicidas químicos e integridad del paisaje son similares o relativamente homogéneos con respecto a las demás variables, es decir tienen una relación directa, mientras que son diferentes con las demás variables estudiadas.



## CONCLUSIONES

1. Las especies más comunes en cinco meliponarios son *Tetragonisca* sp y *Scaptotrigona* sp cuyas características morfológicas son estables y coincidentes entre sí, sin morfotipos perceptibles.
  
2. Las mieles de *Tetragonisca* sp presentan variaciones de color, entre ámbar claro (Yantaló y San José de Sisa), extra claro (Urcurarca y San Roque) y desde blanca a ámbar extra claro (Centro Urku), según la escala internacional de colores.  
 Los sólidos totales son más concentrados en el distrito de San Roque de Cumbaza (76,4 °Brix) y más dispersa en Yantaló y San José de Sisa (71,6 °Brix).  
 No existe diferencia significativa entre los índices de refractometría siendo el valor más bajo 1,46 en San José de Sisa, y el más elevado 1,48 en San Roque de Cumbaza.  
 Según el pH, en el centro Urku se obtuvo la miel más ácida (pH= 3,17), y en la miel procedente de San José de Sisa el valor más alto (pH=4,23).  
 El valor de la conductividad eléctrica (CE) más elevada se obtuvo en la miel procedente de Yantaló (1958 µs/cm) y el más bajo de San Roque de Cumbaza (719,6 µs/cm).  
 Sobre la determinación de la calidad microbiológica de la miel, para el estudio de aerobios mesófilas las muestras BB (San José de Sisa) y DD (Urku – Tarapoto) se encuentra fuera del rango establecido en la normativa peruana, mientras que coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* estuvieron ausente en todas las muestras, indicando que no presentan riesgo para la salud.
  
3. Muestran una mínima concentración inhibitoria (MIC) a *E. coli* los propóleos de *Scaptotrigona* sp de los meliponarios de Sisa (13,550 6 mg/ mL), Urku (20,561 8 mg/mL) y Yantaló (21,788 mg/mL)
  
4. Sobre los factores ecosistémicos y de manejo sanitario el meliponario de Urku presenta el ecosistema más agradable para el establecimiento de un meliponario, no existe prácticas de pesticidas cerca al lugar, además de presentar mejor infraestructura en cuanto a servicios básicos, y sobre todo por conservar mejor la integridad del paisaje.

## RECOMENDACIONES

- Se debería fomentar la crianza de abejas sin aguijón, en especial *Tetragonisca* sp y *Scaptotrigona* sp ya que aparte de contribuir al equilibrio del ambiente con la conservación de la flora, sus derivados: mieles y propóleos contienen altas bondades curativas, nutraceúticas entre otras por investigar en beneficio para la salud humana.
- Próximos estudios respecto a la morfoespecie deberían complementarse con análisis de secuencias genéticas, de tal manera resolver dudas taxonómicas de las especies en cada ecosistema; además respecto a la calidad microbiológica de la miel deben estar incluidos otras bacterias de tipo gram positivos y negativos en los cinco ecosistemas de la región San Martín.
- Realizar un inventario de la flora melífera que prefieren las abejas sin aguijón en los distintos ecosistemas de la región, y así evaluar las calidades de sus derivados (mieles y propóleos).
- Futuras investigaciones deberían fijar como punto de interés la influencia de las zonas de vidas, la altitud, las distancias entre los meliponarios de la región San Martín en las calidades de mieles y propóleos de las abejas sin aguijón.
- Futuras investigaciones deberían estudiar la influencia de los ecosistemas, los pisos altitudinales, la temperatura, la radiación, entre otros factores con el tamaño corporal de las abejas en su habitat natural.
- La recopilación de los resultados de todas las investigaciones realizadas en la tribu meliponini deben contribuir a la creación de los estándares de la calidad de mieles y propóleos de las abejas si aguijón en el Perú

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashman TL. Pollen limitation of plant reproduction (2004): Ecological and evolutionary causes and consequences. *Ecology*. 85, 2408-2421
- Ayala, R. (1999). Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Folia Entomológica Mexicana*, 106: 1-123.
- Ayala B, R; y Ortega H, MA. (2018). Declive de las abejas nativas en la región maya. Quintana Roo, México: Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo.
- Barrios A., M., (2020). *Conocimiento Local e identificación taxonómica de abejas nativas sin aguijón (APIDAE: Meliponini) en Carácuaro, Michoacán* (Tesis de grado) Universidad de Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Meroleia, Mexico
- Bartra P, N y Estrella F, H. (2011). Plan de acondicionamiento Territorial de la Provincia de San Martín. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Pag. 97
- Baumgartner DL, Roubik DW. (1989). Ecology of necrophilous and filth-gathering stingless bees (Apidae: Meliponinae) of Peru. *J. Kansas entom. Soc.* 62: 11-22.
- Bosch J., Serra J. (1987). "Evaluación del contenido de hidroximetilfurfural en las mieles procesadas y situadas en el mercado español.". *Alimentaria* 175,59-61.
- Carrillo, M. L., Castillo, L. N., Mauricio, R., Calle, P., Del Campo, R., Rafael, F., Ciudad Valles, C., & Potosí, L. (2011). Evaluation of Antimicrobial Activity of Extracts of Huasteca Potosina Propolis. *Información Tecnológica*, 22(5), 21–28. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642011000500004>
- Cauich K, R; Ruiz R, JC; Ortiz V, E; Segura C, MR. (2015). Potencial antioxidante de la miel de *Melipona beecheii* y su relación con la salud. Yucatan, Mexico: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Codato, D. (2015). Estudio de la percepción social del territorio y de los servicios ecosistémicos en el Alto Mayo, Región San Martín, Perú. *Espacio y Desarrollo* N°27:7-31.
- CODEX ALIMENTARIUS (1981). Codex Stan Norma para la miel. Norma adoptada en 1981 revisiones en 1987 y 2001.

- Cotte H., Casablanca S., Chardon J. y Lheritier G., (2003) Application of carbohydrate analysis to verify honey authenticity. *Journal of Chromatography A*, Vol. 5, No. 1021, p. 145 – 155.
- Crane, E. (1990). *Las abejas y la apicultura: ciencia, práctica y recursos mundiales*. Heinemann Newness.
- Flora, ZE. (2008). Caracterización físicoquímicas y evaluación sanitaria de la miel de Mozambique. Tesis doctoral (No publicada). Universidad Autónoma de Barcelona, Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Bellaterra, España.
- Damasceno do Vale, M.A.; F. A. Gomes; B. R. Cunha dos Santos & J. B. Ferreira. 2018. Calidad de miel de *Melipona* sp. abejas en Acre, Brasil. *Acta Agronómica*, 67 (2): 201-207. <https://dx.doi.org/10.15446/acag.v67n2.60836>.
- Díaz, R., C. Gamazo y I. López-Goñi, (1999). *Manual Práctico de Microbiología*, 2ª edición, 45-48. Ed. Masson, Barcelona, España.
- El Sohaimy, SA. Masry, SHD. (2014). Phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of Egyptian and Chinese Propolis. *American – Eurasian J Agric Environ Esc*; 14(10):1116-1124
- Finola M., Lasagno M. y Marioli J., Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina, *Food Chemistry*, Vol. 2, No. 100, (2007), p. 1649 – 1653.
- Gaggiotti, M. D. C., Signorini, M., Sabbag, N., Wanzenried Zamora, R. A., & Cuatrin, A. (2014). Miel de abeja producida en un sistema lechero en base a pastura de alfalfa (composición físicoquímica, palinológica y sensorial). *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 22 (1/2): 15-20. (2014). <http://repositorio.inta.gob.ar:80/handle/20.500.12123/2513>.
- Galindo, A. S., Cárdenas, L. A., & Parroquiano, M. L. (2002). Actividad antimicrobiana y examen fitoquímico preliminar de siete angiospermas y una muestra de propóleo. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 31(1).
- Gallez, L., & Fernández, L. A. (2009). Mieles del sistema serrano de Ventania: evaluación de la calidad microbiológica en el circuito de la planta de extracción. *Revista argentina de microbiología*, 41.

- González, M. D. F. (2011). *Estudio fenológico y aerobiológico en un viñedo en la comarca del Ribeiro (Tesis Doctoral)*. Universidade de Vigo, España.
- Illaraza, J. P. S., Granado, J. F. E., & Suberbiola, A. I. N. (1993). Influencia de la temperatura en la medida del color de la miel. *Óptica pura y aplicada*, 26(2), 549-557.
- INDECOPI. Norma Técnica Nacional 071 – MINSA/DIGESA. 2008. “Norma Sanitaria que estable los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”.
- Kerr, WE; Carvalho, CA; Silva, AC, Assis M, GP. (2001). Aspecto pouco mencionados da biodiversidade amazónica. *Parcerias estratégicas (Brasília)* 12: 20-41.
- Lapeyre, T.; J. Alegre & L. Arevalo. 2004. Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín, Perú. *Ecología Aplicada* 3(1,2): 35-45.
- Marconi, M., Ormeño, J., & Vecco, 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):55-60 <http://dx.doi.org/10.21704/pja.v4i2.1541>
- Mendieta, JR (2022) Comparación de la composición química de la miel de tres especies de abejas (*Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii*) de El Paraíso, Honduras (Tesis de grado) Proyecto Especial del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Zamorano, Honduras. 18 p.
- MERCOSUR/GMC/RES N°89/99, Reglamento Técnico del MER.CO.SUR de Identidad y Calidad de Miel. Presidencia de la República Oriental del Uruguay Secretaría de prensa y Difusión, [www.presidencia.gub.uy/noticias/archivo/2001/marzo/2001032711.htm](http://www.presidencia.gub.uy/noticias/archivo/2001/marzo/2001032711.htm).
- Michener, C.D. (1990). Classification of the Apidae (Hymenoptera). University Kansas Sci. Bull. 54: 75-164.
- Michener, C.D. (2000). The bees of the world. Baltimore: Johns Hopkins University Press
- Ministerio de agricultura (2009). Plan Estratégico Sectorial Regional Agrario. 2009-2015. Gobierno Regional de San Martín. Tarapoto.

[https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes\\_estrategicos\\_regionales/sanmartin.pdf](https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes_estrategicos_regionales/sanmartin.pdf)

Miorin, P. L., Levy, N. C., Custodio, A. R., Bretz, W. A., & Marcucci, M. C. (2003). Antibacterial activity of honey and propolis from *Apis mellifera* and *Tetragonisca angustula* against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Applied Microbiology*, 95(5), 913–920. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2672.2003.02050.X>

Nates-Parra G. (1985) Contribución al estudio de la Biología, Comportamiento y Genética de las abejas de los géneros *Apis*, *Melipona* y *Trigona*, en el Departamento de Cundinamarca. Informe Final Colciencias.

Nates-Parra, G. (2001). Neotropical Braconidae Wasps-233 Campos Biota Colombiana. *Biota Colombiana*, 2(3), 233–248.

Norma IRAM 15945:2007. Miel. Determinación de la conductividad eléctrica.

Olaya-Sarmiento, P., Gutiérrez-Cortés, C., & Hernández, C. (2014). Comparación entre la Calidad Microbiológica de Miel de *Tetragonisca angustula* y de *Apis mellifera*. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 67(2), 754-756.

Ormeño L, J; Castillo D, T; Garay M, R; Rojas S, C (2017). Valoraciones de calidad nutritiva, físico – química y sensorial de miel producidas por abejas nativas (*Meliponini*) en San Martín, Perú. (Informe de investigación). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.

Persano O. y Piro R., (2004) Main European unifloral honeys: descriptive sheets, *Apidologie*, Vol. 1, No. 35, (2004), p. S38 - S81.

Pucciarelli, AB, Schapovaloff, ME, Kummritz, S., Seňuk, IA, Brumovsky, LA y Dallagnol, AM (2014). Análisis microbiológico y fisicoquímico de la miel de yateí (*Tetragonisca angustula*) para la evaluación de estándares de calidad y comercialización. *Revista Argentina de Microbiología*, 46 (4), 325-332.

Rosso JM, Imperatriz F, VL, Cortopassi L, M. (2001) Meliponicultura en Brasil I: II Seminario Mexicano sobre abejas sin aguijón, Mérida, Yucatán. p. 28-35.

Roubik, D. 1989. Ecology and Natural History of Tropical Bees. Cambridge Univ. Press, New York, 514 p.

- Sarmiento, P. Cortés, C. Hernández C. (2014) Comparación entre la Calidad Microbiológica de Miel de *Tetragonisca Angustula* y de *Apis Mellifera*, *Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. II Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Alimentos*,
- Silveira FA, Melo GA, Almeida EA (2002) *Abelhas Brasileiras sistemática e identificação*. Belo Horizonte, Minas Gerais, 253 pp.
- Slaa, E.J. (2003). *Foraging ecology of stingless bees: From individual behavior to community ecology*. Universiteit Utrecht. The Netherlands
- Tessmam G. (1930). *Die Indianer Nordost – Perus, gnmldgende Forschungen füreine systematische Kulturkunde*. Hamburg, Friederichsen, de Gruyter y Co
- Vit P, González I, Sorroza L, R.M. Pedro S (2016) Caracterización fisicoquímica de miel de angelita *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) producida en Esmeraldas, Ecuador. *Revista Ciencia Unemi*, vol. 9, núm. 20, septiembre-, 2016, pp. 77-84. Universidad Estatal de Milagro
- Zandamela, ME. 2008. *Caracterización físico-química y evaluación sanitaria de la miel de Mozambique*. Tesis Ph.D. Barcelona, España, Universidad de Barcelona. 290 p.

## ANEXOS

### Anexo 1. Correlaciones en parejas de Spearman

Muestra 1	Muestra 2	Correlación	IC de 95% para $\rho$	Valor p
T°/pH	pH	-0,667	(-0,982; 0,621)	0,219
Ce	pH	0,500	(-0,726; 0,965)	0,391
T°/Ce	pH	-0,500	(-0,965; 0,726)	0,391
T	pH	0,500	(-0,726; 0,965)	0,391
IR	pH	-0,300	(-0,939; 0,803)	0,624
Brix	pH	-0,300	(-0,939; 0,803)	0,624
Color	pH	0,600	(-0,671; 0,976)	0,285
Localidad	pH	0,200	(-0,833; 0,922)	0,747
Ce	T°/pH	-0,462	(-0,961; 0,744)	0,434
T°/Ce	T°/pH	0,821	(-0,416; 0,992)	0,089
T	T°/pH	-0,103	(-0,904; 0,858)	0,870
IR	T°/pH	0,616	(-0,660; 0,977)	0,269
Brix	T°/pH	0,616	(-0,660; 0,977)	0,269
Color	T°/pH	-0,975	(-0,999; -0,458)	0,005
Localidad	T°/pH	-0,462	(-0,961; 0,744)	0,434
T°/Ce	Ce	-0,500	(-0,965; 0,726)	0,391
T	Ce	0,500	(-0,726; 0,965)	0,391
IR	Ce	-0,900	(-0,996; 0,169)	0,037
Brix	Ce	-0,900	(-0,996; 0,169)	0,037
Color	Ce	0,300	(-0,803; 0,939)	0,624
Localidad	Ce	0,100	(-0,859; 0,903)	0,873
T	T°/Ce	-0,500	(-0,965; 0,726)	0,391
IR	T°/Ce	0,600	(-0,671; 0,976)	0,285
Brix	T°/Ce	0,600	(-0,671; 0,976)	0,285



Continúa...

<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Correlación</b>	<b>IC de 95% para <math>\rho</math></b>	<b>Valor p</b>
Color	T°/Ce	-0,700	(-0,984; 0,591)	0,188
Localidad	T°/Ce	0,100	(-0,859; 0,903)	0,873
IR	T	-0,200	(-0,922; 0,833)	0,747
Brix	T	-0,200	(-0,922; 0,833)	0,747
Color	T	-0,100	(-0,903; 0,859)	0,873
Localidad	T	-0,700	(-0,984; 0,591)	0,188
Brix	IR	1,000	(*; *)	*
Color	IR	-0,500	(-0,965; 0,726)	0,391
Localidad	IR	-0,300	(-0,939; 0,803)	0,624
Color	Brix	-0,500	(-0,965; 0,726)	0,391
Localidad	Brix	-0,300	(-0,939; 0,803)	0,624
Localidad	Color	0,600	(-0,671; 0,976)	0,285

## Anexo 2: Análisis de varianza de las variables en estudio

### Modelo lineal general: pH vs. Localidad; Repetición

#### Análisis de Varianza

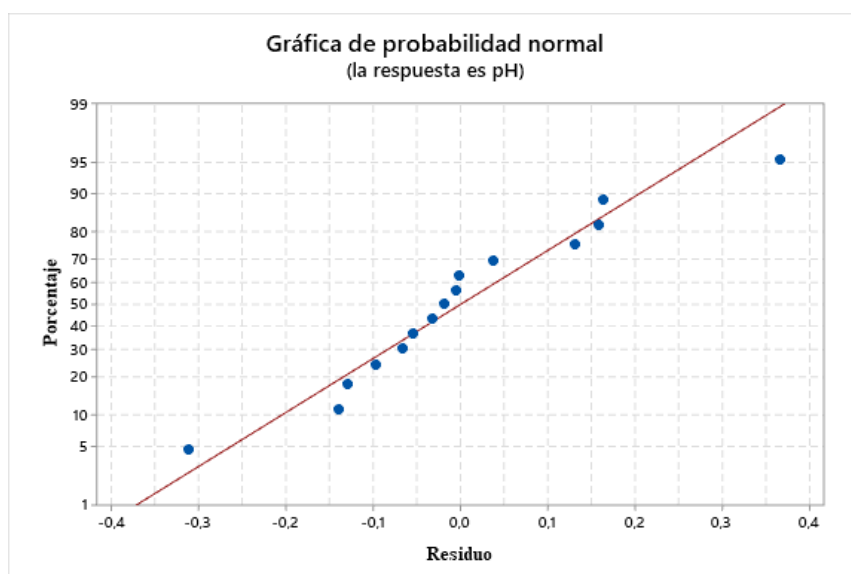
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Localidad	4	2,9665	0,74163	16,58	0,001
Repetición	2	0,1066	0,05331	1,19	0,352
Error	8	0,3578	0,04472		
Total	14	3,4309			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,211479	89,57%	81,75%	63,34%

#### Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	3,273	0,144	22,65	0,000	
Localidad					
Sisa	1,027	0,173	5,95	0,000	1,60
Urku	-0,057	0,173	-0,33	0,751	1,60
Utcurarca	0,807	0,173	4,67	0,002	1,60
Yantaló	0,740	0,173	4,29	0,003	1,60
Repetición					
1	-0,020	0,134	-0,15	0,885	1,33
2	-0,188	0,134	-1,41	0,197	1,33



## Modelo lineal general: T°/pH vs. Localidad;

### Repetición

#### Análisis de Varianza

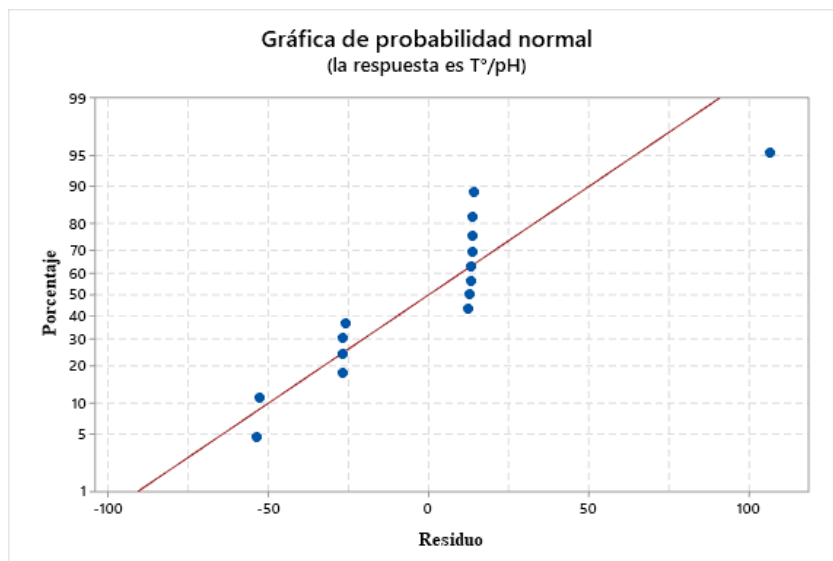
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Localidad	4	10377	2594	0,97	0,473
Repetición	2	5395	2697	1,01	0,406
Error	8	21341	2668		
Total	14	37114			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
51,6496	42,50%	0,00%	0,00%

#### Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	52,2	35,3	1,48	0,178	
Localidad					
Sisa	66,2	42,2	1,57	0,155	1,60
Urku	0,9	42,2	0,02	0,984	1,60
Ucurarca	0,8	42,2	0,02	0,985	1,60
Yantaló	-0,0	42,2	-0,00	1,000	1,60
Repetición					
1	-40,1	32,7	-1,23	0,254	1,33
2	-40,3	32,7	-1,23	0,252	1,33



## Modelo lineal general: Ce vs. Localidad;

### Repetición

#### Análisis de Varianza

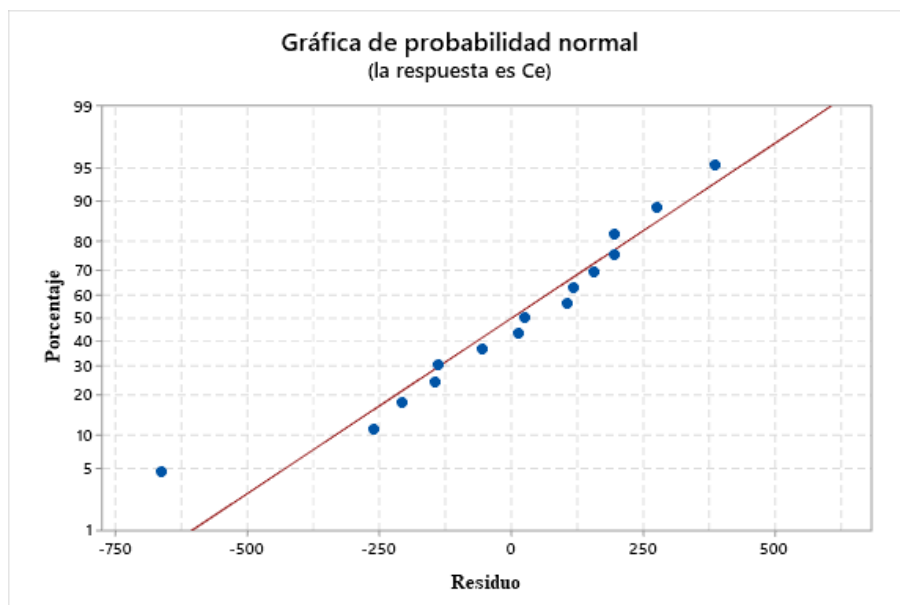
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Localidad	4	2274664	568666	4,78	0,029
Repetición	2	344508	172254	1,45	0,290
Error	8	951045	118881		
Total	14	3570217			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
344,791	73,36%	53,38%	6,35%

#### Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	562	236	2,39	0,044	
Localidad					
Sisa	1071	282	3,81	0,005	1,60
Urku	116	282	0,41	0,690	1,60
Utcurarca	104	282	0,37	0,721	1,60
Yantaló	386	282	1,37	0,207	1,60
Repetición					
1	362	218	1,66	0,135	1,33
2	110	218	0,50	0,628	1,33



### Modelo lineal general: T°/Ce vs. Localidad; Repetición

#### Análisis de Varianza

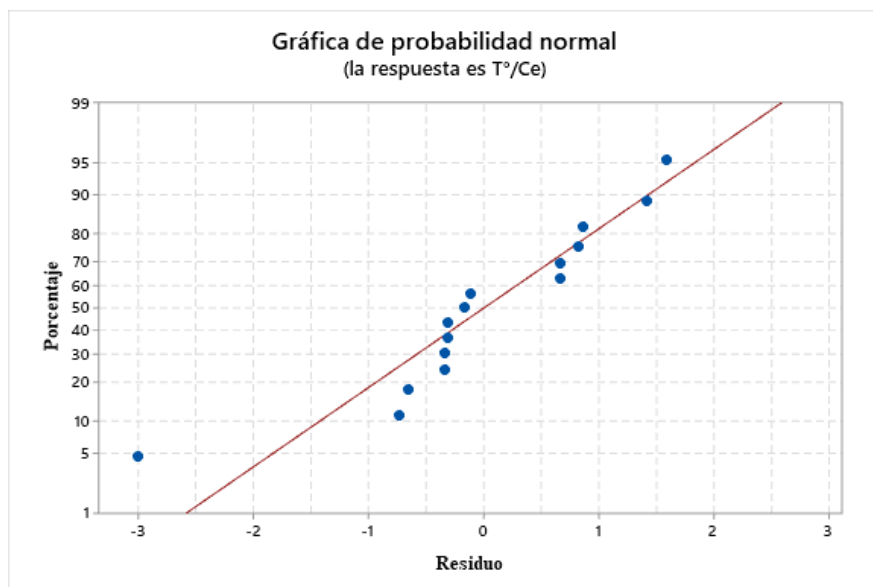
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Localidad	4	12,443	3,111	1,44	0,307
Repetición	2	3,268	1,634	0,75	0,501
Error	8	17,325	2,166		
Total	14	33,036			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,47162	47,56%	8,22%	0,00%

#### Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	25,34	1,01	25,21	0,000	
Localidad					
Sisa	-0,17	1,20	-0,14	0,893	1,60
Urku	1,20	1,20	1,00	0,347	1,60
Utcurarca	1,00	1,20	0,83	0,429	1,60
Yantaló	-1,33	1,20	-1,11	0,299	1,60
Repetición					
1	-1,000	0,931	-1,07	0,314	1,33
2	-0,020	0,931	-0,02	0,983	1,33



## Modelo lineal general: T vs. Localidad;

### Repetición

#### Análisis de Varianza

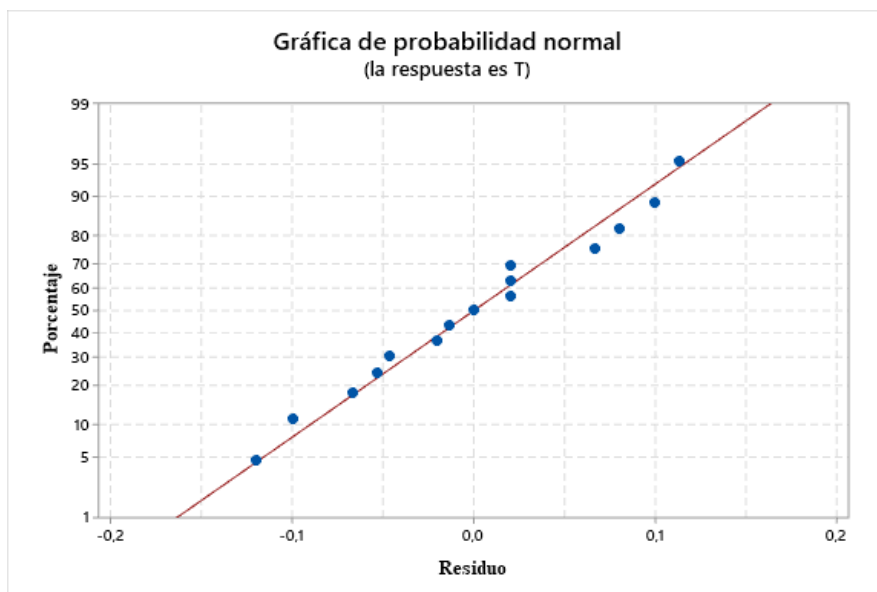
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Localidad	4	0,326667	0,081667	9,42	0,004
Repetición	2	0,004000	0,002000	0,23	0,799
Error	8	0,069333	0,008667		
Total	14	0,400000			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,0930949	82,67%	69,67%	39,06%

#### Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	30,4000	0,0636	478,02	0,000	
Localidad					
Sisa	0,2333	0,0760	3,07	0,015	1,60
Urku	0,0667	0,0760	0,88	0,406	1,60
Utcurarca	0,3000	0,0760	3,95	0,004	1,60
Yantaló	0,4000	0,0760	5,26	0,001	1,60
Repetición					
1	0,0200	0,0589	0,34	0,743	1,33
2	-0,0200	0,0589	-0,34	0,743	1,33



## Modelo lineal general: IR vs. Localidad; Repetición

### Análisis de Varianza

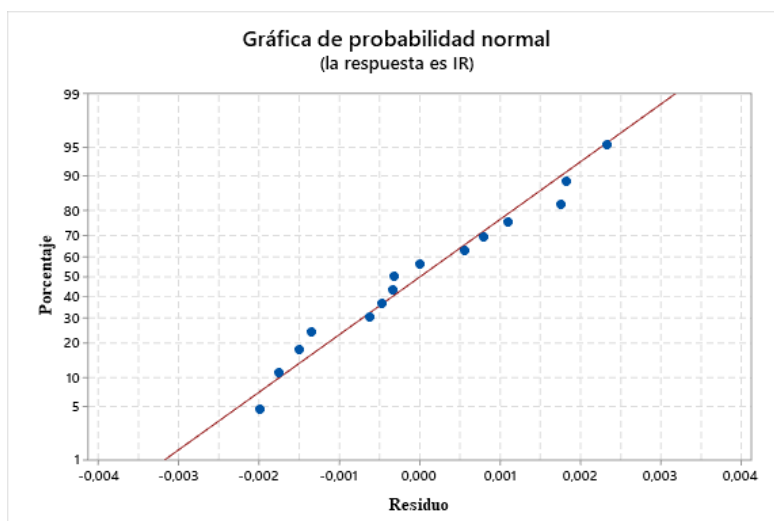
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Localidad	4	0,000160	0,000040	12,23	0,002
Repetición	2	0,000042	0,000021	6,40	0,022
Error	8	0,000026	0,000003		
Total	14	0,000228			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,0018089	88,53%	79,92%	59,67%

### Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	1,47989	0,00124	1197,59	0,000	
Localidad					
Sisa	-0,00148	0,00148	-5,46	0,001	1,60
Urku	-0,00148	0,00148	-3,20	0,013	1,60
Utcurarca	0,00047	0,00148	0,32	0,760	1,60
Yantaló	-0,00148	0,00148	-3,54	0,008	1,60
Repetición					
1	-0,00114	0,00114	-3,20	0,013	1,33
2	-0,00114	0,00114	-2,99	0,017	1,33



## Modelo lineal general: Brix vs. Localidad;

### Repetición

#### Análisis de Varianza

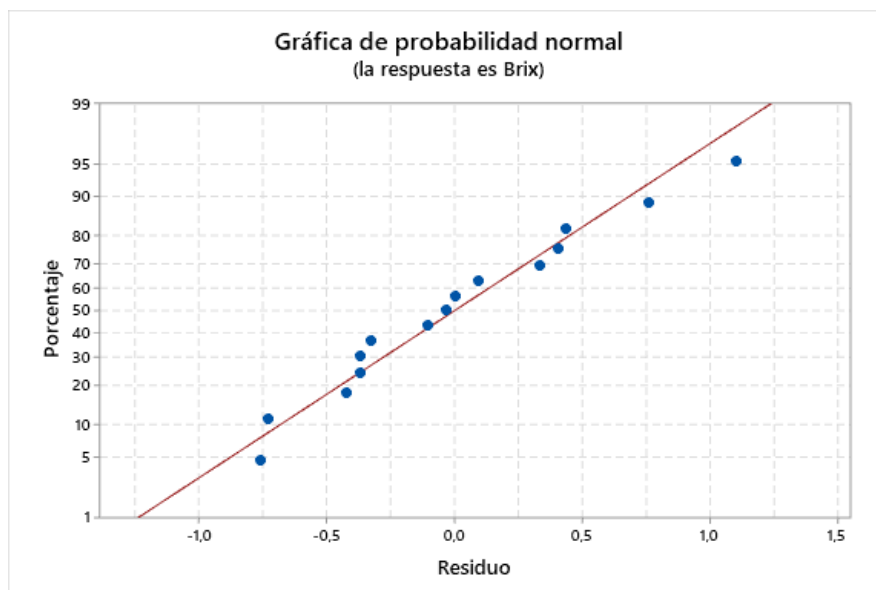
Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
		Ajust.	Ajust.		
Localidad	4	23,457	5,8643	11,82	0,002
Repetición	2	6,129	3,0647	6,17	0,024
Error	8	3,971	0,4963		
Total	14	33,557			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,704509	88,17%	79,29%	58,40%

#### Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	75,993	0,481	157,90	0,000	
Localidad					
Sisa	-3,067	0,575	-5,33	0,001	1,60
Urku	-2,033	0,575	-3,53	0,008	1,60
Utcurarca	0,033	0,575	0,06	0,955	1,60
Yantaló	-2,200	0,575	-3,82	0,005	1,60
Repetición					
1	-1,460	0,446	-3,28	0,011	1,33
2	-1,220	0,446	-2,74	0,026	1,33





**Modelo lineal general: Color vs. Localidad;  
Repetición**

**Análisis de Varianza**

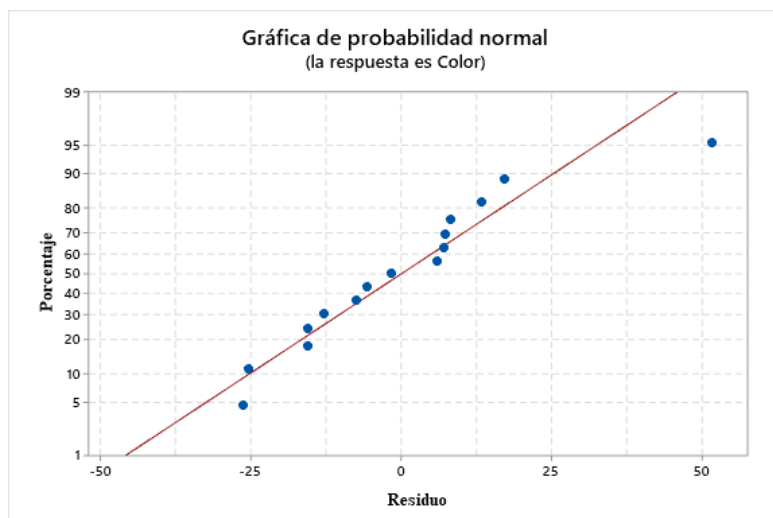
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Localidad	4	8553	2138,3	3,14	0,079
Repetición	2	2522	1261,1	1,85	0,218
Error	8	5445	680,6		
Total	14	16520			

**Resumen del modelo**

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
26,0877	67,04%	42,32%	0,00%

**Coefficientes**

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	98,3	17,8	5,51	0,001	
Localidad					
Sisa	21,3	21,3	1,00	0,346	1,60
Urku	-44,7	21,3	-2,10	0,069	1,60
Utcurarca	-35,3	21,3	-1,66	0,136	1,60
Yantaló	-10,7	21,3	-0,50	0,630	1,60
Repetición					
1	-28,8	16,5	-1,75	0,119	1,33
2	-26,0	16,5	-1,58	0,154	1,33



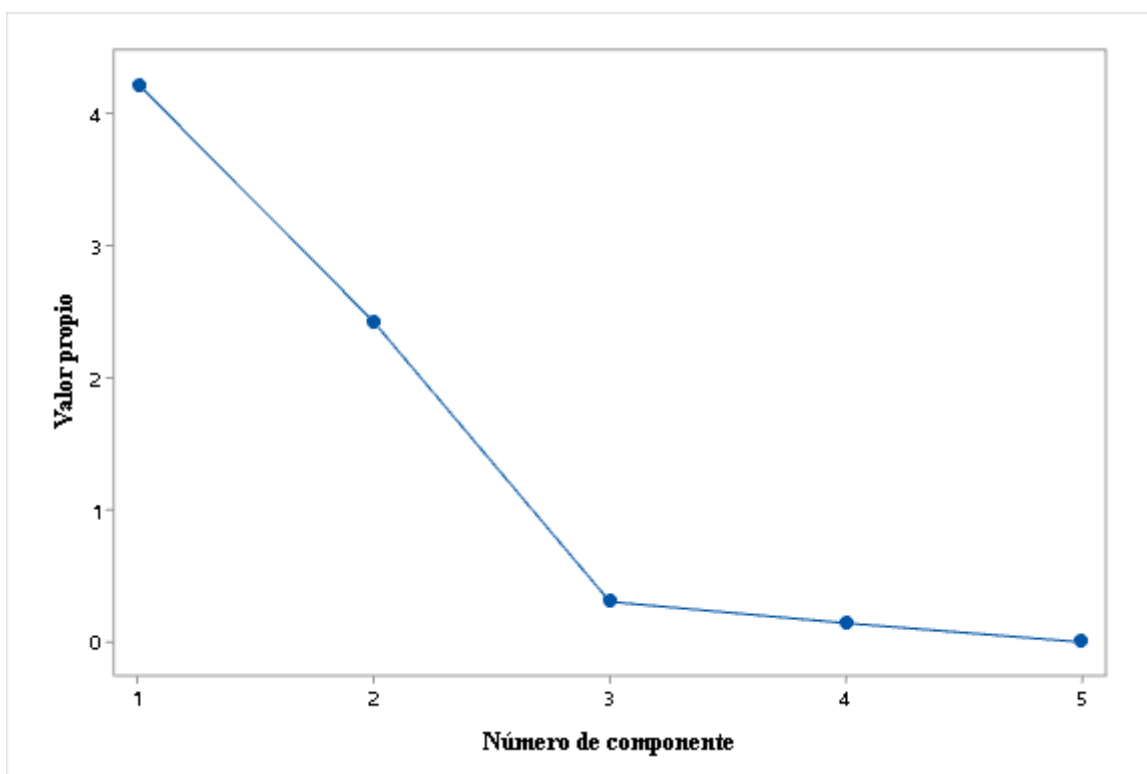
**Anexo 3.** Datos obtenidos para los análisis de componentes principales.

### Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de covarianza

Valor propio	4,2281	2,4227	0,3054	0,1439	0,0000
Proporción	0,596	0,341	0,043	0,020	0,000
Acumulada	0,596	0,937	0,980	1,000	1,000

### Vectores propios

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Infraestructura sanitaria	0,082	-	-	-	0,000
Focos de contaminación por residuos	0,537	0,893	0,250	0,364	0,000
Uso de plaguicidas químicos	-	-	0,020	0,795	0,000
Integridad del paisaje	0,441	0,334	0,818	0,159	0,000
Contaminantes en el meliponario	-	-	-	0,457	0,000
	0,715	0,107	0,518		
	0,000	0,000	0,000	0,000	-
					1,000



**Anexo 4:** Características observadas para la especie de *Tetragonisca* sp.

Localidad	Especie	Tamaño (mm)	3er par de Patas	abdomen	Escutelo	torax	clipeo	Antena
San José de Sisa	<i>Tetragonisca angustula</i>	5,5	Coloracion: Mitad marron, mitad caramelo	La punta final color marron oscuro, el resto del abdomen color caramelo	Amarillo	Color negro	Color amarillo	Los primeros mm que artende la cabeza color caramelo, el resto es color caramelo
Utcurarca - A. Levau	<i>Tetragonisca angustula</i>	5,5	Coloracion: Mitad marron, mitad caramelo	La punta final color marron oscuro, el resto del abdomen color caramelo	Amarillo	Color negro	Color amarillo	Los primeros mm que artende la cabeza color caramelo, el resto es color caramelo
Urku - Tarapoto	<i>Tetragonisca angustula</i>	5,5	Coloracion: Mitad marron, mitad caramelo	La punta final color marron oscuro, el resto del abdomen color caramelo	Amarillo	Color negro	Color amarillo	Los primeros mm que artende la cabeza color caramelo, el resto es color caramelo
San Roque - Lamas	<i>Tetragonisca angustula</i>	5	Coloracion: Mitad marron, mitad caramelo	La punta final color marron oscuro, el resto del abdomen color caramelo	Amarillo	Color negro	Color amarillo	Los primeros mm que artende la cabeza color caramelo, el resto es color caramelo
Yantaló - Moyobamba	<i>Tetragonisca angustula</i>	5,5	Coloracion: Mitad marron, mitad caramelo	La punta final color marron oscuro, el resto del abdomen color caramelo	Amarillo	Color negro	Color amarillo	Los primeros mm que artende la cabeza color caramelo, el resto es color caramelo

**Anexo 5:** Características observadas para la especie de *Scaptotrigona* sp.

Scaptotrigona sp.	7	Triangular	forma de "V"	Foma punteada por la estructura de su esqueleto.
Scaptotrigona sp.	7	Triangular	forma de "V"	Foma punteada por la estructura de su esqueleto.
Scaptotrigona sp.	7	Triangular	forma de "V"	Foma punteada por la estructura de su esqueleto.
Scaptotrigona sp.	7	Triangular	forma de "V"	Foma punteada por la estructura de su esqueleto.

**Anexo 6:** Criterios de asignación de valores a las variables de caracterización ambiental.

Sector	Infraestructura sanitaria	Focos de contaminación por residuos orgánicos	Uso de plaguicidas químicos	Integridad del paisaje	Contaminantes en el meliponario
Yantaló	5	4	3	1	5
Utcurarca	2	1	4	3	5
Urku	5	1	5	5	5
San Roque	3	2	2	2	5
Sisa	5	2	4	2	5

# Calidad de mieles y propóleos de abejas sin aguijón (Meliponini) como respuesta a factores genéticos y ambientales en San Martín

*por José Fernando / Gonzales Saboya*

---

**Fecha de entrega:** 15-ago-2023 01:00p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2146283488

**Nombre del archivo:** FCA-\_JOSE\_GONZALES\_13\_08\_2023.docx (9.39M)

**Total de palabras:** 14920

**Total de caracteres:** 80359

## Calidad de mieles y propóleos de abejas sin aguijón (Meliponini) como respuesta a factores genéticos y ambientales en San Martín

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional de San Martín</b> Trabajo del estudiante	<b>12%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.unsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>tesis.unsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.ana.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>kipdf.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>www.researchgate.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorioinstitucional.uson.mx</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>