



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**CARRERA: QUÍMICA FARMACÉUTICA**

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN:  
QUÍMICA FARMACÉUTICA**

**TÍTULO:** CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL POLEN APÍCOLA PROCESADO POR LA ABEJA *MELIPONA TETRA ANGUSTULA*, EN LOS LABORATORIOS DEL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA, UNAN-MANAGUA, 2017

**Autores:**

Br: Álvaro Moisés Quiroz Arauz.

Br. Katriel Ali Martínez Ruiz.

**Tutor:**

Msc. Yanett C. Mora Vargas.

**Asesor:**

Lic. Rolando Varias Mendoza.

Managua, Febrero, 2018.



# **ASPECTOS GENERALES**

1. Título.

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL POLEN APÍCOLA PROCESADO POR LA ABEJA *MELIPONA TETRA ANGUSTULA*, EN LOS LABORATORIOS DEL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA, UNAN-MANAGUA, 2017**

## 2. Dedicatoria

Este trabajo monográfico está dedicado a nuestros padres y familiares, que nos han apoyado incondicionalmente a lo largo de nuestras vidas para poder lograr los objetivos que nosotros nos hemos propuestos, y que siempre nos han dado ánimos para seguir adelante en nuestra formación académica, son nuestro pilar fundamental para poder culminar esta etapa de nuestras vidas.

Del mismo modo está dedicado a nuestros amigos con los cuales hemos compartido momentos y recuerdos especiales a lo largo de la carrera, ellos han sido inspiración para no desistir y lograr culminar nuestros estudios ya que aprendimos a apoyarnos siempre y a aconsejarnos para ser mejores personas cada día.

Y por último, pero no menos importante, dedicado especialmente a todas las familias que han ocupado de la meliponicultura en nuestro país, es a ellos y para ellos que se ha realizado este trabajo investigativo ya que en un futuro deberán de cumplir normas de calidad para el polen de las abejas que ellos poseen.

### 3. Agradecimiento

Agradecemos profundamente a nuestra tutora Msc. Yanett Mora, que con paciencia nos ha brindado su ayuda durante todo el tiempo en el que se ha estado redactando este trabajo monográfico, en el cual nos ha guiado y proporcionado de los conocimientos necesarios para lograr culminar este estudio.

De igual manera queremos agradecer a todos los profesores que nos han impartido clases durante toda la formación académica que hemos tenido a lo largo de la carrera, que sin su ayuda no tendríamos los conocimientos necesarios para lograr optar por el título de licenciado.

Y un agradecimiento especial a las personas del Centro de entendimiento con la Naturaleza que su ayuda fue fundamental para la realización de nuestra investigación brindándonos toda la información que nosotros necesitásemos.

#### 4. Carta Aval del Tutor

Managua 21 de marzo del 2018

MSc. Rosa María Gonzales  
Directora del departamento de Química

Estimada Directora:

El presente estudio de investigación titulado "Caracterización fisicoquímica del polen apícola procesado por la abeja *melipona tetra angustula*, en los laboratorios del departamento de química, UNAN-Managua, 2017 ", ha sido realizado por los bachilleres Alvaro Moisés Quiroz Arauz y Katriel Ali Martínez Ruiz, bajo la tutoría del **MSc. Yanett C. Mora Vargas**. Doy fe de que los bachilleres han realizado y concluido su trabajo con esmero, ética y responsabilidad, cumplido con todas las disposiciones y requisitos académicos para optar al título de Licenciado en Química -Farmacéutica.

Agradeciendo la atención a la presente le saluda atentamente:

**MSc. Yanett C. Mora Vargas**  
Tutora de investigación





## 5. Resumen

Debido al incremento de la actividad apícola en Nicaragua y al alto consumo de los productos derivados de dicha actividad y en especial del polen, el cual ha tomado gran interés en la población por sus marcados beneficios. Surge la necesidad de realizar un estudio que garantice de alguna manera la calidad que debería tener este producto que es ofrecido a la población. El presente estudio realiza los controles de Humedad, Cenizas, proteínas totales y pH que son controles mínimos necesarios para asegurar la calidad de un producto. Es necesario que Nicaragua cuente con controles de calidad para los productos que procesa la abeja ya que estos han tenido un notable incremento de su consumo en el país.

El estudio investigativo tiene como objetivo general la Caracterización fisicoquímica del polen apícola procesado por la abeja *Melipona Tetra angustula*, extraído de botijas ubicadas en el macizo de peñas blancas, BOSAWAS; tras haber realizado dichos controles se obtuvieron los valores promediados, la humedad con 24.50%, cenizas 2.27%, proteínas totales 16.01% y pH 3.66.

Concluyendo que la caracterización fisicoquímica del polen, basándose en rangos de humedad, ceniza, proteínas totales y pH, tendrían un alto índice de aceptación para su comercialización a nivel nacional, como internacional. Además de que serviría como referencia para estudios posteriores ya que en el país no contamos con una normativa que regule el polen apícola.

Palabras claves: características fisicoquímicas, abeja *melipona*, polen apícola.

## Índice

<b>Capítulo I:</b> .....	<b>14</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1. Introducción</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2. Planteamiento del problema</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3. Justificación</b> .....	<b>17</b>
<b>1.4. Objetivos de investigación</b> .....	<b>18</b>
1.4.1. Objetivo general. ....	18
1.4.2. Objetivos específicos.....	18
<b>Capítulo II:</b> .....	<b>19</b>
<b>MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1. Antecedentes</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2. Marco Conceptual</b> .....	<b>22</b>
2.2.1. Abeja Meliponinae .....	22
2.2.1.1. Tetra Angustula.....	23
2.2.1.2. Ubicación del panal .....	23
2.2.2. Productos apícolas .....	24
2.2.3. <b>Polen Apícola</b> .....	25
2.2.3.1. Recolección del polen. ....	26
2.2.3.2. Hora de Recolección .....	26
2.2.3.3. Composición del polen de abeja.....	26
2.2.3.4. Parámetros físico químicos del polen.....	27
2.2.3.4.1. Características Organolépticos del Polen.....	27
2.2.3.4.2. Humedad .....	27
2.2.3.4.3. Proteína bruta .....	28
2.2.3.4.4. Cenizas .....	28
2.2.3.4.5. pH.....	29
2.2.4. <b>Actividad del polen en el ser humano</b> .....	29
2.2.4.1. Propiedades nutricionales.....	29
2.2.4.2. Sistema Genitourinario .....	29
2.2.4.3. Aparato Circulatorio.....	30

2.2.4.4.	Aparato Digestivo .....	30
2.2.4.5.	Sistema Nervioso .....	30
2.2.4.6.	Geriatría .....	31
2.2.4.7.	Actividad Física .....	31
2.2.4.8.	Contraindicaciones .....	31
2.2.4.9.	Biodisponibilidad y Consumo.....	32
2.2.4.10.	Preservación.....	32
<b>2.3.</b>	<b>Marco legal .....</b>	<b>33</b>
<b>2.4.</b>	<b>Hipótesis.....</b>	<b>34</b>
<b>Capítulo III:</b>	<b>.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1.</b>	<b>Diseño metodológico .....</b>	<b>36</b>
3.1.1.	Descripción del ámbito de estudio .....	36
3.1.2.	Tipo de estudio.....	36
3.1.3.	Población y muestra .....	37
3.1.3.1.	<i>Población.....</i>	37
3.1.3.2.	<i>Muestra .....</i>	37
	<i>Criterios de Inclusión.....</i>	38
	<i>Criterios de exclusión.....</i>	38
3.1.4.	Variables y Operacionalización .....	39
3.1.4.1.	<i>Variables Independientes .....</i>	39
3.1.4.2.	<i>Variables dependientes .....</i>	39
3.1.4.3.	<i>Operacionalización de las variables.....</i>	40
➤	Identificación floral del polen de abeja.....	41
➤	Características Organolépticas .....	41
➤	Cenizas .....	42
➤	Humedad .....	42
➤	Proteínas totales .....	43
	Estandarización del ácido sulfúrico. ....	43
➤	pH .....	45
3.1.5.1.	<i>Materiales para recolectar información.....</i>	45
3.1.5.2.	<i>Materiales para procesar la información.....</i>	45
3.1.5.3.	<i>Equipos, reactivos y materiales de Laboratorio.....</i>	45
3.1.5.4.	<i>Método.....</i>	46

<b>Capítulo IV:</b> .....	<b>47</b>
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	<b>47</b>
<b>4.1. Análisis y discusión de resultados</b> .....	<b>48</b>
<b>Capítulo V:</b> .....	<b>50</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>50</b>
5.1. Conclusiones .....	51
5.2. Recomendaciones .....	53
<b>5.3. Referencia/Bibliografía</b> .....	<b>54</b>
5.4. Anexos.....	56
Anexo I.....	56
<i>Figura 1: abeja tetra angustula</i> .....	56
<i>Fuente: Rosales. J. (2016) tetragonisca angustula [Imagen]. Recuperado el 03 de Febrero, 2018, de: extraido de: <a href="http://meliponasdenicaragua.blogspot.com/p/especies.html">http://meliponasdenicaragua.blogspot.com/p/especies.html</a></i> .....	56
<i>Figura 2: entrada del panal de la abeja Tetra angustula</i> .....	56
<i>Fuente: Rosales. J. (2016) entrada al nido de la tetragonisca angustula [Imagen]. Recuperado el 03 de Febrero, 2018, de:</i> .....	56
.....	56
Anexo 2 .....	57
<i>Figura 1: Ubicación De Reserva Natural Peñas Blancas</i> .....	57
<i>Fuente: Google. (s.f.). Mapa de Nicaragua, con la ubicación del Centro de Entendimiento con la Naturaleza (CEN) en Google Maps. Recuperado el 3 de febrero, 2018, de:</i> .....	57
<i>Imagen 2: Identificación del panal más accesible para la toma de muestras</i> .....	57
<i>Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017</i> .....	57
<i>Imagen 3: Momento de extracción del polen de tetra angustula de las botijas donde se almacena</i> .....	58
<i>Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017</i> .....	58
<i>Imagen 4: envasado de la muestra previamente recolectada según los criterios establecidos</i> .....	58
<i>Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017</i> .....	58
<i>Tabla1 : ficha de recolección floral</i> .....	59
<i>Tabla 2: ficha de recolección del polen</i> .....	59
Anexo 3 .....	60
<i>Imagen 2: Flor de la planta: Arthrostemma Ciliatium</i> .....	60
<i>Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017</i> .....	60

<i>Imagen 1: Flor de la planta: Mimosa pudica</i> .....	60
<i>Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017</i> .....	60
<i>Imagen 3: Flor de la planta: Heliconia aurantiaca. Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017</i> .....	61
<i>Imagen 4: Flor de la planta: Alpina zerumbet.</i> .....	61
<i>Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017</i> .....	61
<i>Imagen 5: Flor de la planta: orquidea catleya. Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017</i> .....	61
<i>Imagen 6: Flor de la planta: Coronarium J. Koenig</i> .....	61
<i>Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017</i> .....	61
<i>Imagen 9: Flor de la planta: Zingiberaceae</i> .....	62
<i>Imagen 7: Flor de la planta: Trichilia havanesi</i> .....	62
<i>Imagen 8: Flor de planta: Senna corymbosa.</i> .....	62
<i>Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017</i> .....	62
<b>Anexo 4</b> .....	<b>63</b>
<i>Tabla 1. Resultados del análisis organoléptico del polen</i> .....	63
<i>Tabla 2. Resultado de la identificación del origen floral del cual las abejas Tetra angustula recolectan el polen.</i> .....	64
<i>Tabla 3. Resultados de los análisis fisicoquímicos.</i> .....	66

# **Capítulo I:**

# **INTRODUCCION**

## 1.1. Introducción

Debido al incremento de la actividad apícola en Nicaragua y al alto consumo de los productos derivados de dicha actividad y en especial del polen el cual ha tomado gran interés en la población por sus marcados beneficios surge la necesidad de realizar un estudio que garantice de alguna manera la calidad que debería tener este producto que es ofrecido a la población, en dicho estudio se realizan los controles de Humedad, Cenizas, proteínas totales y pH, que son controles requeridos por los países que cuentan con normas reguladoras de polen para asegurar la calidad del polen.

Todos los productos que producen las abejas han sido considerados desde la antigüedad como productos con alto valor medicinal y nutricional y que han sido utilizados en la dieta humana. De entre los productos de la abeja se encuentra el polen apícola, el cual es el resultado de la mezcla del polen recolectado de las plantas y los fluidos salivares de la abeja, esta mezcla posee grandes beneficios para la salud de los seres humanos, ya que estudios han demostrado que puede mejorar los padecimientos a nivel del sistema genitourinario, aparato circulatorio, digestivo, nervioso, etc.

Es de gran necesidad que en Nicaragua se cuente con controles de calidad para los productos que procesa la abeja, ya que estos han tenido un notable incremento de su consumo en el país, en Nicaragua solo se cuenta con un documento que describe los controles necesarios para la miel y sabiendo que no es el único producto obtenido de las abejas y que es comercializado como un producto medicinal, surge la realización de este estudio.

El estudio investigativo tiene como objetivo general la Caracterización fisicoquímica del polen apícola procesado por la abeja *Melipona Tetra angustula*, extraído de botijas ubicadas en el macizo de peñas blancas, BOSAWAS, el cual es un polen que se está comercializando por los pobladores de la comunidad hacia diversos puntos del país para ser utilizado como un producto de medicina natural y con el cual es necesario la realización de controles de calidad que cuiden de la salud de los consumidores.

## 1.2. Planteamiento del problema

En la actualidad la actividad apícola a nivel mundial se ha convertido en una fuente de medicina, alimentación, y de ingresos económicos, debido a los bajos costos y los altos beneficios que genera. Diversos estudios y análisis comprueban las propiedades nutricionales y terapéuticas que posee aumentando su consumo y de este modo incrementando la demanda que hay en el mercado nacional e internacional.

A medida que un producto se le ven aumentado sus beneficios se abren más puertas en el mercado, para que un producto como el polen se pueda establecer en un mercado en crecimiento es necesario que cuente con parámetros de calidad que lo respalden. Son pocos los países de América que cuentan con normas donde aseguran que el polen cumpla con controles fisicoquímicos de calidad, entre ellos El Salvador, Argentina, Brasil, con lo cual se busca la protección al consumidor de polen.

En Nicaragua no se han realizado estudios de caracterización fisicoquímica que garantice la calidad del polen que comercializa la cual le establezca una mejor demanda en el mercado, es de aquí el interés de este trabajo monográfico, donde se presentaran los controles fisicoquímicos de calidad necesarios con los que debe contar el polen apícola para el consumo humano en Nicaragua, para dicho estudio se tomó muestra del polen que procesa la abeja *Melipona Tetra angustula* que se encuentra en el Macizo de Peñas Blancas BOSAWAS.



### 1.3. Justificación

Los productos apícolas producidos en Nicaragua son de excelente calidad y con gran potencial de exportación esto se ve reflejado en los datos que según la Dirección de Comercio del Mag-For presenta para los meses entre enero y Diciembre del 2004, donde Nicaragua Exporto 252,115kilos de miel de abejas, y los principales mercados de esta miel es: Alemania (42.86%), Italia (21.12%), Belgica (8.09%), Estados Unidos (0.23%), El Salvador (27.66%) y otros países (0.04%) Desde el 2010 en adelante el sector apícola ha presentado un gran incremento en producción y exportación no solo en el producto líder como la miel sino también en los derivados.

Dentro de los productos apícolas de mayor importancia además de la miel, se encuentra el polen apícola, este polen es el resultado de la aglutinación del polen de las flores efectuado por las abejas pecoreadoras mediante néctar y sus propias sustancias salivares, donde la miel humecta la capa protectora del polen llamada exina y la resquebraja, estabilizando luego el delicado contenido interior del grano con su gran poder conservante y de esta manera aumentando los beneficios del polen.

El estudio tiene como objetivo realizar la caracterización fisicoquímica del polen de abeja *Melipona Tetratrigona angustula*, con el propósito de establecer los primeros parámetros de calidad que se le realicen al polen que se produce en Nicaragua y con lo cual se asegura que no presente ningún riesgo hacia el consumidor ya que el polen es un producto en creciente auge por sus marcados beneficios para la salud humana.

Nicaragua no cuenta con un sistema de control de calidad de polen apícola, este estudio monográfico estaría beneficiando directamente a esos productores y distribuidores apícolas que quisieran exportar su producto, así este estaría respaldado por un estudio de calidad que garantice la seguridad para el consumidor, teniendo en cuenta que ninguna entidad presta este servicio la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua, sería la única en brindar este servicio en el país, además de que con el laboratorio de alimentos con el que cuenta esta alma mater se podría dar seguimiento al estudio con el fin de crear un protocolo completo, donde además de los controles fisicoquímicos se le realizaran los controles microbiológicos, para el análisis de polen de abeja en Nicaragua.

## 1.4. Objetivos de investigación

### 1.4.1. Objetivo general.

Caracterizar fisicoquímicamente el polen apícola procesado por la abeja *Melipona Tetra angustula*, extraído de botijas ubicadas en el macizo de peñas blancas, BOSAWAS, mediante las normativas AOAC, LABORATORIOS DEL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA RECINTO UNIVERSITARIO “RUBÉN DARÍO”, UNAN MANAGUA, 2017

### 1.4.2. Objetivos específicos

1. Identificar el origen floral del cual las abejas *Melipona Tetra angustula* recolectan el polen mediante método observacional.
2. Caracterizar organolépticamente el polen procesado por la abeja *Melipona Tetra angustula* según las normativas de El salvador, Argentina y Brasil.
3. Realizar los controles fisicoquímicos de Cenizas, Humedad, Proteínas y pH al polen que procesa la abeja *Melipona Tetra angustula* mediante los métodos establecidos en la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC).

# **Capítulo II:**

# **MARCO REFERENCIAL**

## 2.1. Antecedentes

Al nivel nacional no se encontró registro alguno sobre estudios de polen, por eso se toman de referencia los estudios realizados en otros países que a continuación se presentan:

- El M.Sc. en Ingeniería Química, Carlos Alberto Fuenmayor Bobadilla, realizó en el año 2009, en Bogotá, una investigación acerca de la “Aplicación de Bioprocesos en polen de abejas para el desarrollo de un suplemento nutricional proteico, con el objetivo de Evaluar diferentes opciones de bioprocesos orientados al mejoramiento de indicadores nutricionales de la calidad del polen apícola como aporte al desarrollo de un nuevo suplemento nutricional proteico. Donde obtuvo los siguientes resultados para el polen en base seca: Humedad (g/100g) 19.90, pH 4.83, Proteína (g/100g) 16.3, Cenizas 1.59.

Existen diferencias fisicoquímicas, microbiológicas y estructurales entre el polen apícola recolectado en fresco (húmedo), el polen apícola sometido a procesos de secado y el polen almacenado por las abejas al interior de las colmenas (pan de abejas), en cuanto a la acidez, el pH, el recuento de bacterias ácido lácticas, la morfología de los granos de polen, el contenido de fibra y el perfil de azúcares. El pan de abejas tiene evidencia fisicoquímica y morfológica de procesos bioquímicos, como su acidificación, su menor concentración de azúcares simples y su bajo valor de pH.

- El M.Sc. en ciencia y tecnología de alimentos Andrés Felipe Mesa Valencia, realizo el estudio de la Caracterización fisicoquímica y funcional del polen de abejas (*apis mellifera*) como estrategia para generar valor agregado y parámetros de calidad al producto apícola, Medellin, 2015, con el objetivo de Establecer las características de calidad físico-química y las propiedades funcionales del polen apícola como estrategia para generar valor agregado y parámetros de calidad.

## 2.2. Marco Conceptual

### 2.2.1. Abeja Meliponinae

Se le conoce como abejas sin aguijón, son un grupo de abejas pertenecientes a la misma familia de *Apis mellifera* Linnaeus, pero a una subfamilia diferente, conocida hasta hace poco según Camargo y Menezes, (2002) como Meliponinae y actualizada según Michener, (2000) como Meliponini.

La característica principal de estos insectos es la ausencia de un aguijón funcional, es decir, las obreras y reinas solo poseen vestigios de lo que en el pasado fue un aguijón. Tienen una estructura pilosa en forma de cepillo en el extremo más ancho de la tibia que sirve para recoger el polen.

Según Gutiérrez, (2016) la naturaleza del aguijón atrofiado de estas abejas las imposibilita para utilizarlo como mecanismo de defensa, por lo que han desarrollado estrategias de protección muy efectivas que consisten en morder la piel con sus mandíbulas e introducirse en la nariz y orejas de sus enemigos mamíferos, incluyendo al hombre, causándoles molestias o hasta la asfixia.

Existe una gran variedad de familias y géneros según Patricia, (2008) de esta especie de abeja sin aguijón, actualmente se conoce 500 especies estas abejas

Según Rosales, (2016) algunas de las abejas *meliponas* que se ocupan actualmente para la meliponicultura en el país son:

- ✓ *melipona beecheii*
- ✓ *melipona panamica* (melipona costarricenses)
- ✓ *Tetragonisca angustula*
- ✓ *scaptotrigona pectoralis*
- ✓ *cephalotrigona zexmeniae*

De esta gran variedad de abejas *meliponas* que se encuentran en el país, el presente estudio se centrara en los productos apícolas que produce la abeja *tetra aungustula* que es la más comercializada.

#### 2.2.1.1. Tetra Angustula.

Nombre científico es *Trigona (Tetragonisca) angustula*. Según Ayala, (1999) posee unas características físicas peculiares que las diferencia del resto de abejas, como:

Integumento amarillo y negro; cuerpo muy esbelto; longitud del cuerpo entre 4.4 -4.7 mm; integumento amarillo en el pronoto, escutelo, patas y metasoma; con marcas amarillas en la carita y los lados del oscuro.

También poseen mandíbulas, cípeo y escapos amarillo intenso; área para ocular con un dibujo amarillo que alcanza el nivel superior del cípeo, pero que se une a éste sólo hasta el orificio tentorial; escutelo negro con líneas amarillas laterales; antenas hialinas con venas pardas;

Además de poseer tibias posteriores con forma de raqueta con una corbícula muy pequeña en el quinto distal; basitarsos posteriores con un área sedosa que cubre casi la mitad de la superficie interna; metasoma alargado, digitiforme. (Anexo 1, imagen 1)

#### 2.2.1.2. Ubicación del panal

Los nidos de meliponas están localizados usualmente dentro de cavidades naturales de las ramas o troncos de los árboles. Lo que caracteriza a este tipo de meliponas *tetratrigona angustula* es la entrada del nido que es un túnel hacia el exterior lo que hace que se alojen en cualquier hueco que encuentran y en este sentido son mucho más flexibles que las *Melipona beecheii*.

Estos panales según Gutiérrez, (2016) están cubiertos por una fina capa de cera llamado “involucrum” que tiene como función mantener la temperatura de la colonia. Los potes de miel y polen se localizan fuera de esta envoltura.

Existe un tubo de cera que une la entrada de la colonia al nido, sirve también como pista de aterrizaje de las abejas. La cavidad interna donde se encuentra el nido de los meliponinos está aislada con propóleos para evitar la proliferación de hongos y bacterias. (Anexo 1, imagen 2)

## 2.2.2. Productos apícolas

Las abejas proporcionan una amplia variedad de beneficios a los seres humanos gracias a la miel y otros productos apícolas, a la polinización de los cultivos alimentarios y a servicios ecológicos. La meliponicultura se practica en todo el mundo, y puede constituir una valiosa fuente de ingresos para la población en regiones en desarrollo, con una inversión relativamente baja.

Los principales productos producidos por las abejas para consumo humano son según Edge, (2015):

- 2.2.2.1. Miel: Las abejas melíferas extraen el néctar de las flores y lo almacenan en su buche. Cuando una abeja regresa a la colonia, otra abeja coge el néctar y lo esparce sobre el panal de cera para ayudar a que el agua se evapore. La segunda abeja añade también una enzima llamada invertasa que facilita la descomposición de las moléculas de azúcar, este proceso se repite varias veces hasta que el néctar espesa, se sella en una celda con un tapón de cera.
  
- 2.2.2.2. Propóleos: El propóleos, o “cola de abeja”, es una mezcla de cera de abeja y resinas recolectada en hojas y ramitas. Se utiliza para alinear las cavidades de anidamiento y los panales de cría, sellar las grietas y reducir el tamaño de la entrada a la colmena. El propóleos tiene propiedades antibacterianas y antifúngicas.



2.2.2.3. Jalea real: La jalea real es una sustancia rica en proteínas que alimenta a las larvas. La larva que se convertirá en abeja reina recibe más jalea real, creciendo así más que las otras abejas. Está hecha de polen digerido y miel y contiene azúcares, grasas, aminoácidos, vitaminas, minerales y proteínas.

2.2.2.4. Polen: Los granos de polen son pequeñas unidades reproductoras masculinas (gametofitos) formadas en las anteras de las plantas más altas con flores. Recientes estudios franceses demuestran que sólo un 30% del polen ingerido seco en granos, logra ser absorbido en nuestro tránsito intestinal, evacuándose el resto como fibra vegetal. Esto se debe a la exina, recubrimiento celulósico que envuelve a cada microscópico grano de polen.

Así de todos los productos que produce la abeja *Tetragona Angustula* el estudio se centrara específicamente en el polen apícola el cual posee mayores ventajas para su consumo que el polen corbicular.

### 2.2.3. **Polen Apícola.**

El polen de abeja es el resultado de la aglutinación del polen de las flores efectuado por las abejas pecoreadoras mediante néctar y sus propias sustancias salivares, la miel humecta a la exina y la resquebraja, estabilizando luego el delicado contenido interior del grano con su gran poder conservante. Por esta razón una pequeña cantidad de miel con polen otorga más resultado que dosis mucho mayores de polen seco. (Anexo 1, imagen 3)

### 2.2.3.1. Recolección del polen.

La *T. angustula* puede recorrer hasta 500 m en busca de alimento. Según Martínez, (2011) tiene afinidad por el eucalipto. Las especies de árboles para anidar con mayor frecuencia son: guayubira, incienso, laurel, tarumá, cedro, paraíso. Los árboles y las maderas que más les gusta son: Urunday, chichita, timbó, caña fístola. Las flores a las que más se acercan son las de zapallo, pepino, sandía, poroto soya, pindó, ingá y crespón. La manzanilla y los cítricos son clave para la angelita.

### 2.2.3.2. Hora de Recolección

Las abejas llevan el polen a su colmena sobre todo a media mañana, de las 9 a las 11. Según Kamul y Ruiz, (2015) el peso de cada bolita varía de 4 a 10 mg, la carga (dos pelotitas) de una obrera será de alrededor de 15 mg, y el tiempo que tarda en llenar una pecoreadora los dos cestitos de sus patas traseras de polen, es de aproximadamente 15 minutos.

### 2.2.3.3. Composición del polen de abeja

La composición del polen puede variar dependiendo de la época del año, el tipo de flora que recolecta y la zona geográfica en la cual está ubicado el panal.

Según Valencia, (2015) el polen de abeja es rico en azúcares, proteínas, lípidos, vitaminas y antioxidantes, entre una gran variedad de compuestos de diferente naturaleza química. Otros componentes menores son minerales y elementos traza, vitaminas y carotenoides, compuestos fenólicos, flavonoides, esteroides y terpenos.

Se han reportado que los mayores componentes del polen de abejas son carbohidratos crudos, fibras, proteínas y lípidos.

#### 2.2.3.4. Parámetros físico químicos del polen

Un parámetro fisicoquímico es un dato que se considera necesario o imprescindible para poder valorar la calidad de un producto cualquiera, los parámetros a evaluar en el polen apícola de la abeja *Melipona Tetra angustula* son: Humedad, Proteínas totales, Cenizas y pH.

##### 2.2.3.4.1. Características Organolépticos del Polen.

Las características o propiedades organolépticas según el Reglamento Técnico Centroamericano, (2010) son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las puede percibir los sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color o temperatura, su estudio es importante en las ramas de la ciencia en que es habitual evaluar inicialmente las características de la materia sin la ayuda de instrumentos de medición.

En el análisis de un alimento es precisamente lo primero que se realiza, antes de estudiar otras características fisicoquímicas, con estas propiedades se puede distinguir un alimento fresco de uno descompuesto o uno en mal estado.

##### 2.2.3.4.2. Humedad

El término contenido de agua de un alimento según Dergal, (2006) se refiere, en general, a toda el agua de manera global. Según las normas internacionales el polen fresco deberá tener el siguiente requisito de porcentaje de humedad:

Polen Apícola: máximo 30%; (Avastecimiento, 2001)

Polen de abejas fresco: máximo 30%; (CONACYT)

#### 2.2.3.4.3. Proteína bruta

El contenido de proteína bruta cuyo término es aplicado a gran número de compuestos nitrogenados, clasificado como alimentos plásticos; donde estructuralmente son polímeros cuyas unidades básicas son amino o aminoácidos necesarios para la determinación de proteínas. La cantidad de proteína bruta en el polen según las normas extranjeras, deberán cumplir los siguientes requisitos:

Proteínas: mínimo 8%; m / m, en la base seca; (Avastecimiento, 2001)

Proteínas (en base seca, N x 6,25 Kjeldhal) 15 – 28 %; (Argentino)

#### 2.2.3.4.4. Cenizas

Las cenizas se definen según Dergal, (2006) como el residuo inorgánico que se obtiene al incinerar la materia orgánica en un producto cualquiera.

Para que el polen se considere dentro de los parámetros establecidos deberá cumplir las siguientes especificaciones:

Cenizas: máximo del 4%; m / m, en la base seca; (Avastecimiento, 2001)

Cenizas: máximo 4% en base seca; (CONACYT)

Cenizas (en base seca a 600°C) máx 4 %; (Argentino)

#### 2.2.3.4.5. pH

pH: 4 a 6; (Avastecimiento, 2001)

pH: 4 a 6; (CONACYT)

pH 4 – 6; (Argentino)

### 2.2.4. **Actividad del polen en el ser humano.**

#### 2.2.4.1. Propiedades nutricionales

Debido a su extraordinaria composición, es considerado el complemento alimenticio de más rápido efecto sobre el organismo. Sus propiedades vigorizantes se deben a su intensa acción estimulante. Básicamente podemos decir que el polen reequilibra, estimula, tonifica y desintoxica.

El polen resulta efectivo cuando es necesario mejorar el aporte nutricional (niños, adolescentes, tercera edad, anemia, convalecencias, anorexia, embarazos, desnutrición, alcohólicos, artrósicos, reumáticos, asténicos, enfermos terminales, etc.). Para los diabéticos es un sustituto ideal por su bajo contenido en azúcares y su gran riqueza nutritiva. También es aconsejado como suplemento regular para vegetarianos.

#### 2.2.4.2. Sistema Genitourinario

Es el único nutriente conocido para la próstata, rejuveneciendo y activando este órgano glandular masculino. Es aconsejado en adultos a nivel preventivo y resulta altamente efectivo en casos de hipertrofia, inflamación y adenoma, resultando incluso recomendable en cáncer avanzado. También es efectivo en afecciones de vejiga y riñón. Es probado su efecto como vigorizante sexual, operando en casos de impotencia y frigidez.

#### 2.2.4.3. Aparato Circulatorio

Por su alto contenido en hierro, aumenta glóbulos rojos. Reduce la formación de placas de colesterol, debido al contenido de ácidos grasos insaturados que actúan en sinergismo con los flavonoides. Su consumo regular fortalece capilares, venas y arterias -revirtiendo el proceso de endurecimiento- y estabiliza la tensión arterial. Por ello se aconseja su uso a partir de los 40 años como preventivo de afecciones cardiovasculares.

#### 2.2.4.4. Aparato Digestivo

Es un singular regulador del tránsito intestinal, tanto en caso de estreñimiento como de diarrea. Es también un excelente regulador metabólico, útil en estados de adelgazamiento y anorexia. Asimismo se lo indica en afecciones hepáticas y en úlceras duodenales.

#### 2.2.4.5. Sistema Nervioso

En el ámbito neuropsíquico brinda respuesta en menos de 10 días en estados severos. Es aconsejado en neurastenias, estados depresivos, disturbios de la memoria, insomnio, surmenage, ansiedad, estrés, astenia psíquica, abstinencia alcohólica o tabáquica, etc. Su contenido en triptofano -aminoácido precursor de la serotonina- es responsable en parte de estos efectos. También el polen aporta mayor resistencia al cansancio intelectual en períodos de intensa actividad mental y visual.

#### 2.2.4.6. Geriatria

Por sumatoria de propiedades ejerce marcados efectos vitalizantes y regeneradores. En este sentido es fundamental el aporte de secreciones que hace la abeja (como el ácido hidroxidocenoico 10, también presente en la jalea real) y que explican sus acciones.

#### 2.2.4.7. Actividad Física

Su uso, sobre todo mezclado con miel, incrementa el rendimiento muscular y el umbral de fatiga. En este sentido es ilustrativo el empleo del polen como estimulante permitido en los caballos de carrera.

#### 2.2.4.8. Contraindicaciones

No posee, a excepción de aislados casos de alergia. No confundir con la alergia al polvillo de las flores que ingresa al organismo por vías respiratorias, donde el polen se comporta como cuerpo extraño. En la ingestión por boca, es escaso su poder alergénico, pudiendo manifestar enrojecimientos y picazón en la piel. Por ello recomendamos una prueba inicial con baja cantidad, antes de comenzar el consumo regular.

#### 2.2.4.9. Biodisponibilidad y Consumo

Para el adulto se aconsejan dos cucharadas soperas diarias antes del desayuno, dosis indicativa y que debe adecuarse al estado de cada persona. Atendiendo a la incompleta asimilación del polen seco en granos, se aconseja consumirlo macerado en miel -tal como hace la abeja o al menos remojado previamente en líquidos fríos (puede ser agua) durante toda la noche.

#### 2.2.4.10. Preservación

Para preservar su gran potencial, debe estar alejado de fuentes de calor, de la humedad (es altamente higroscópico, inactivándose sus principios por fermentación) y de la luz directa. Debe consumirse dentro del año, pues luego comienza a perder propiedades, especialmente al inactivarse las vitaminas. Es preferible la coloración variopinta del multifloral, garantía de riqueza constitutiva respecto al monofloral. (PRAMA)



### 2.3. Marco legal

Ya que el país no cuenta con ninguna ley que regule y establezca requisitos mínimos para el consumo de polen apícola este trabajo monográfico uso normas de Argentina, Salvador y Brasil las cuales pretenden ser base fundamental en la realización de una norma a nivel nacional para la regulación del polen apícola para consumo humano.

**Norma Salvadoreña:** NSO 65.38.01:04, Calidad del polen de abejas.

**Norma Argentina:** Art. 785 - (Res 1550, 12.12.90), Polen según el código alimentario argentino.

**Norma Brasileña:** Proceso nº 21000.002814 / 2000-67, REGLAMENTO TÉCNICO PARA FIJACIÓN DE IDENTIDAD Y CALIDAD DE PÓLEN APÍCOLA

## 2.4. Hipótesis

“Al caracterizar fisicoquímicamente el polen que procesa la abeja *Melipona tetratrígona angustula* ubicada en el Macizo de Peñas Blancas BOSAWAS, se obtendrá valores que están dentro de las especificaciones de normas reguladoras de otros países.”

# **Capítulo II:**

# **DISEÑO METODOLOGICO**

## **3.1. Diseño metodológico**

### **3.1.1. Descripción del ámbito de estudio**

La recolección de las muestras de polen que se someten a análisis se realiza en el área del Macizo de Peñas Blancas, BOSAWAS, específicamente en el centro de entendimiento con la naturaleza. Está situado entre el departamento de Jinotega y Matagalpa, cubriendo en total tres municipios diferentes (La Dalia y Grande de Rancho en Matagalpa, y Cuá-Bocay en Jinotega). En noviembre 1999 el gobierno declaró esta área, midiendo 115,54 km<sup>2</sup>, una Reserva Natural, para proteger los bosques primarios y el papel importante que juega el área en el equilibrio de agua de una región mucho más grande. (Anexo 2, imagen 1)

El estudio se realiza en el laboratorio de análisis fisicoquímicos y de alimentos, y el laboratorio 101 del departamento de química de la UNAN-Managua, Recinto Universitario Rubén Darío.

### **3.1.2. Tipo de estudio**

Según lo abordado en el presente trabajo monográfico, esta pertenece a la línea de investigación de bromatología y farmacognosia. Es un estudio exploratorio, ya que es un tema que aún no se aborda en el país, no se tiene conocimiento, es el primer trabajo relacionado al estudio del polen y este serviría como un avance a nivel nacional para poder realizar una normativa de regulación para el polen.

De igual manera el estudio es de tipo experimental ya que se realizaron las mediciones de las variables dependientes como lo son el porcentaje de humedad, ceniza, proteínas y pH, con el fin de comprobar que el polen que procesa la abeja *Melipona t. angustula* cumpliría con las especificaciones de los parámetros fisicoquímicos de las normas de El Salvadoreña, Argentina y Brasil.

### **3.1.3. Población y muestra**

#### **3.1.3.1. Población**

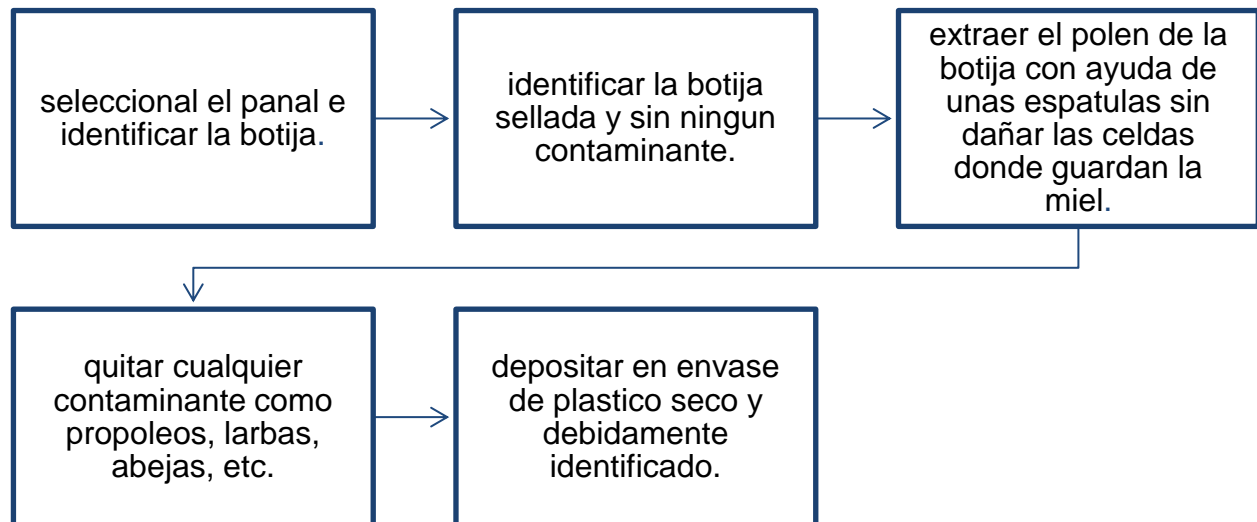
El polen procesado por las abejas *Meliponinae* que se encuentran en el Macizo de Peñas Blancas, BOSAWAS.

#### **3.1.3.2. Muestra**

Las muestras de estudio son el polen apícola procesado por las abejas *Melipona Tetra angustula*, que se recolectaron en el Centro de Entendimiento con la Naturaleza (CEN) ubicado en el Macizo de Peñas Blancas, BOSAWAS.

Para la recolección de la muestras de polen se seleccionó un panal el cual fuera de fácil acceso (Anexo 2, imagen 2), para posteriormente extraer directamente de las botijas entre 30 a 50 gramos de polen que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos (Anexo 2, imagen 3)

Una vez extraído el polen se procede a envasarlo, lo cual consiste en dosificarlo en recipientes de plástico tratando de mantener en estos la menor cantidad de aire posible (Anexo 2, imagen 4). En estas condiciones el polen se conserva por periodos de un año a temperatura ambiente. (Muradian, 2005). El procedimiento para la extracción de las muestras se realizara de acuerdo al siguiente esquema: (Mungói, 2008).



#### *Criterios de Inclusión*

- Recolectado directamente del panal.
- Limpio.
- Seco.

#### *Criterios de exclusión*

- Polen que contenga especies invasoras, larvas o huevos.
- Exceso de propoleo

### **3.1.4. Variables y Operacionalización**

#### **3.1.4.1. Variables Independientes**

- Origen floral del cual las abejas *Melipona Tetra angustula* recolectan el polen.

#### **3.1.4.2. Variables dependientes**

- Características fisicoquímicas del polen apícola.
- Características sensoriales del polen apícola.

### 3.1.4.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1: Operacionalización de variables.

Variable	Definición Conceptual	Indicador	Escala
Origen floral del polen	Es la flor de la cual la abeja recolecta el polen para luego procesarlo y llevarlo al panal para cerrarlo en la botija y completar el proceso de fermentación.	observacional	Tipo de flor
Característica organolépticas del polen	Son las características que se pueden percibir con el olfato, vista, tacto y el gusto del polen.	Olor Sabor Color Textura	Característico dependiendo de la flora y época del año, se describe según lo que capta por los sentidos.
Características fisicoquímicas del polen	Son las características mínimas que el polen debe de cumplir según las normas de Brasil, Argentina y México para lograr ser comercializada.	Cenizas Humedad Proteínas pH	Porcentaje Porcentaje Porcentaje Escala de 1-14 del pH-metro.



### 3.1.5. Material y método

- Identificación floral del polen de abeja.

Para lograr la identificación de la flora que las abejas *Melipona Tetra angustula* ocupan para recolectar el polen, se hace uso del método observacional, el que consiste en realizar un recorrido alrededor del panal recorriendo una distancia no mayor de 500 metros, distancia máxima que recorre la abeja, observando en cuales plantas se posan para recolectar el polen.

- Características Organolépticas

Visual: evaluación de aspectos como:

- Limpieza
- Color
- Tamaño del gránulo

Olfativo: se realiza por vía nasal directamente

- Defectos: enmohecimiento y enrancinamiento

Gustativo: presencia de sabores básicos y características como:

Amargo, picante, dulce y ácido.

Táctil: se evalúa el aspecto de la humedad y presencia de polvo (Rodrigo Efrén Vásquez Romero, 2015)

➤ Cenizas

Se determinó mediante un método gravimétrico pesando dos gramos de muestra, procediendo a incinerarlas en una mufla a 550°C hasta calcinación total durante 2 horas (A.O.A.C. Official Method 942.05 Determination of Ash in Animal Feed). Se pesan las muestras luego de ser incineradas y al alcanzar peso constante se determina el contenido de cenizas de cada una de las muestras.

$$\%C = \frac{P_f}{P_i} * 100$$

➤ Humedad

El contenido de agua se determinó por el método termogravimétrico con una estufa de convección, pesando aproximadamente un gramo de muestra a 60 °C por dos horas hasta peso constante (A.O.A.C. Official Method 969.38 Determination of Moisture Content). Para determinar el peso final y alcanzado peso constante se determina el porcentaje de humedad de cada una de las muestras.

$$\%Humedad = \frac{P_m - P_f}{P_m} * 100$$

➤ Proteínas totales

Estandarización del ácido sulfúrico.

1) Se colocó en un plato Petri 0.5 – 0.6 g de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, luego se colocó dentro de la estufa de convección durante 2 horas a 110 °C.

2) Luego se tapó y se trasladó a un desecador.

3) Se pesó 0.11 g de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> en papel parafina y se trasladó a un matraz Erlenmeyer para diluirlo en 100 mL de agua destilada, Este procedimiento se realizó por triplicado.

4) En un Erlenmeyer se adiciono únicamente 100 mL de agua destilada, este sirvió como blanco.

5) Se endulzo una bureta de 25 mL con el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y luego se aforo.

6) Se agregó unas gotas de rojo de metilo a cada replica con solución de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, hasta tornarse amarillo.

7) Se empezó la valoración del blanco con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hasta alcanzar una coloración rosa y se anotó el volumen gastado.

8) Luego se titularon las muestras de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> hasta que se tornó de amarillo vivo a rosa, se anotó el volumen gastado.

9) Se restó el volumen gastado en el blanco a cada volumen gastado para cada muestra de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> y se anotó la diferencia como volumen corregido para cada replica.

10) Se procede a calcular la normalidad real del ácido sulfúrico con la siguiente formula:

$$N = \frac{m_b}{P_{eq} * V} * 1000$$

El contenido total de proteína en polen se determina por el método Rapid Kjeldahl BENCHNOTES empleando el factor 6.25. (A.O.A.C. Official Method 2011.04 Protein in Raw and Processed Meats) preparando soluciones de ácido sulfúrico 0.2N, pesando 12.5g de ácido bórico diluyéndolo en 500mL de agua destilada y 112.5g de hidróxido de sodio diluido en 250mL de agua destilada.

- 1.- Realizar la muestra en duplicado.
- 2.- Efectuar un ensayo en blanco usando solo ácido sulfúrico.
- 3.- Pesar alrededor de 1 g de muestra homogeneizada en un papel para pesar.
- 4.- Agregar 5 perlas de vidrio, 9.6g de pastillas Kjeldahl y 15 mL de ácido sulfúrico concentrado a los tubos digestores.
- 5.- colocar las muestras en el Rapid Digestor durante 1 hora y 30 minutos, asegurando que las muestras estén limpias de un tono azul verdoso.
- 6.- remover los tubos del Rapid Digestor y dejar enfriar unos 5min para asegurar la eliminación de los gases y proceder a la destilación.
- 7.- preparar en un Erlenmeyer de 250 mL, 100mL de ácido bórico y 5 gotas del indicador de Tashiro.
- 8.- agregar aproximadamente 60-70 mL de hidróxido de sodio a los tubos digestores para proceder a la destilación en el RapiDstill II aproximadamente unos 10 min.
- 9.- cuando la destilación haya completado proceder a titular con ácido sulfúrico al 0.2N, previamente estandarizado, hasta que la solución obtenga un punto de vire purpura. Corregir con el blanco.
- 10.- obtener el porcentaje de nitrógeno y luego multiplicar con el factor de 6.25 para obtener el porcentaje de proteínas totales en la muestra.

$$\%Nitrogeno = \frac{(ml\ std.\ H_2SO_4 - mL\ H_2SO_4\ blanco)(N\ H_2SO_4)(1.4007)}{gr\ de\ muestra}$$

- pH

Para la determinación del pH se pesó 5g de muestra y diluyo en 50mL de agua destilada mezclando vigorosamente para posteriormente analizarlo en el pH-metro, previamente calibrado con sustancias de pH 4 y 7.

### **3.1.5.1. Materiales para recolectar información.**

- Ficha de registro de muestreo de origen floral.(Anexo 2, tabla 1)
- Ficha de muestreo de polen.(Anexo 2, tabla 2)
- Artículos científicos.

### **3.1.5.2. Materiales para procesar la información**

- Excel.
- Word.
- Calculadora.

### **3.1.5.3. Equipos, reactivos y materiales de Laboratorio**

*Tabla 2: Equipos*

Rapid Digestor	Mufla	Agitador magnético con plato caliente
RapidStill II	Balanza analítica Ohaus/ Adventure AR0640	pH-metro GLP 21
Estufa de convección	Campana de gases	Desecadores.

*Tabla 3: Reactivos*

Hidróxido de sodio	Indicador de Tashiro	Rojo de metilo 1%
Ácido sulfúrico 95-98%	Pastillas kjedhal	Agua destilada
Ácido bórico	Carbonato de sodio	

*Tabla 4: Materiales*

Crisoles de porcelana	Papel parafina	Erlenmeyer 250 mL
Capsulas de porcelana	Tubos digestores	Balón 500, 250 mL
pinzas	Espátula	Bureta 50mL
Perlas de ebullición	Soporte universal	Beacker 100, 500 mL
Papel para pesar	Pinzas de bureta	Pipeta 10 mL

#### **3.1.5.4. Método.**

Para lograr cumplir con los objetivos planteados en el presente trabajo monográfico y siguiendo el tipo de estudio descrito anteriormente, la investigación presenta los siguientes métodos:

Observación, es un método de recolección de información para lograr identificar el origen floral de manera sistemática, intencionada y confiable.

Medición, método basado en la recopilación de datos realizados en los análisis realizados para poder conocer los valores de las características fisicoquímicas y así saber si estas cumplen con las normas de regulación salvadoreña, brasileña y argentina.

# **Capítulo IV:**

# **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE**

# **LOS RESULTADOS**

#### 4.1. Análisis y discusión de resultados

Habiendo realizado el recorrido alrededor del panal como lo indica la metodología anteriormente descrita para la identificación floral, se logró identificar 9 plantas florales de las cuales las abejas *Meliponas Tetra angustula* recolectaba el polen que luego procesa y almacena en las botijas, de las cuales 4 son nativas de Nicaragua: *Mimosa púdica* (Anexo 3, imagen 1), *Arthrostemma ciliatum* (Anexo 3, imagen 2), y *Zingiberaceae* (Anexo 3, imagen 3) *Orquidea catleya* (Anexo 3, imagen 5), y las otras 5 no son autóctonas del país: *Alpina zerumbet* (Anexo 3, imagen 4), nativa de Asia oriental; *Coronarium J. Koenig* (Anexo 3, imagen 6), nativa de Cuba; *Trichilia havanesi* (Anexo 3, imagen 7), nativa de Cuba y Costa Rica; *senna corymbosa* (Anexo 3, imagen 8), nativa de los países de América del sur; *Heliconia aurantica* (Anexo 3, imagen 9), nativa de Asia.

Teniendo en cuenta los siguientes aspectos a evaluar: olor, color sabor y textura del polen fresco de abeja *Melipona t. angustula* se obtiene como resultado un polen con una alta acidez, tanto en olor como sabor, con una textura bastante húmeda, por ser el sabor y el olor características organolépticas que obviamente no se realizaron con ningún aparato que midiera un valor específico, se cataloga entonces a estos con valores desde 0-10, siendo el 0-3 un sabor sinsabor y un olor inodoro 4-6 un olor y sabor ácido poco perdurable en el paladar 7-10 un olor y sabor altamente ácido y perdurable, la coloración del polen es en su mayoría naranja claro (color mostaza) y pigmentaciones blancas y naranja intenso, esto debido a que el polen que recolectan de las plantas de la zona también son de color naranja.

Para el análisis fisicoquímico del polen se sometió al estudio 26 g de polen distribuidos de la siguiente manera: para la determinación de cenizas 6g, humedad 3g, proteínas 2g para pH 15g, quienes brindaron los resultados que a continuación se mencionaran. (Anexo 4, tabla 3). Se analizó el porcentaje de ceniza por triplicado, manteniéndose en la mufla por un tiempo de 4 horas seguidas, contrario a lo que dice la literatura que son 2 horas, obteniendo un primer valor de 2.25%, seguido de 2.28% y 2.28% respectivamente, obteniendo un promedio de 2.27%, en comparación con la regulación que establecen las normas Salvadoreña, Brasileña y Argentina estos valores están en el



rango establecido el cual no debe ser mayor al 4%. Valores similares fueron reportados por Valencia, (2015), quienes obtuvieron porcentajes de cenizas de 1.7 % en polen de origen Colombiano.

Del mismo modo se analizó el porcentaje de humedad, donde se tuvo la muestra un total de 12 horas en el horno a una temperatura de 65 grados, donde el primer valor obtenido fue de 24.38%, el segundo de 24.61% y el ultimo de 24.51% con un promedio de 24.50% respectivamente, el cual es un valor que se encuentra acorde con lo mencionado en las normas de el salvador y Brasil donde mencionan que no debe sobrepasar el 30%de humedad para polen fresco (es decir sin que haya sido sometido a ningún tipo de secado). Un valor similar de humedad fue reportado por Valencia, (2015) de 21.20 % para el polen fresco.

En relación a la determinación de proteínas, no se pudo realizar por triplicado por la falta de recursos (reactivos para uso en el laboratorio), es por eso que solo se hizo por duplicado, donde los valores obtenidos de proteína bruta fueron de 16.01% y 16.01% dando como promedio 16.01%, cumpliendo con los parámetros establecidos por las normas brasileñas, salvadoreña y argentina, los cuales van desde 8 – 28 % referenciadas por Valencia, (2015) reportando valores de proteína total en polen cosechado en Colombia, en un rango que fluctúa entre 16.20 % y 25.50 %.

Del mismo modo se midió los valores de pH para las tres replicas obteniendo los valores de 3.65, 3.67 y 3.67 con un promedio final de 3.66; promedio final que no coincide con los reportados en las normas Argentina, Salvadoreña y Brasileña; en este estudio, el nivel de pH obtenido fue inferior, inclusive a los obtenidos por la referencia de Coronel y Grasso, (2004), quienes hallaron valores de pH entre 4.90 y 6.26 en polen Argentino.

# **Capítulo V:**

# **CONCLUSIONES**

## 5.1. Conclusiones

Según los resultados obtenidos en el estudio se concluye lo siguiente:

Tras la aplicación del método observacional para lograr identificar el tipo de planta del cual la abeja *Melipona Tetra angustula* obtiene el polen que luego procesa, se pueden identificar 9 plantas entre las cuales están: *Mimosa púdica*, *Arthrostemma ciliatum*, *Alpinia zerumbet*, *Heliconia aurantiaca*, *Orquidea catleya*, *coronarium J. Konig*, *Zingiberaceae*, *Senna corymbosa* y *Trichilia havanensis*. (Anexo 4, tabla 2)

Al realizar las características organolépticas al polen, este presentó un olor característicamente fuerte; el grano de polen apícola presentó en su mayoría un color naranja claro (mostaza), pequeñas partes blancas y naranjas, estos colores son representativos de las plantas del cual las *T. angustula* obtienen su polen; un sabor característicamente ácido perdurable al paladar y una textura blanda, al ser polen fresco presentaban humedad pero no influyen negativamente a los estudios posteriores. (Anexo 4, tabla 3)

En relación con el parámetro físicoquímicos del porcentaje de cenizas del polen se encontró que tres replicas promediaban un valor de 2.27% y al comparar los resultados con los que se encuentran registrados en las normas de Argentina, Brasil y Salvador para el polen apícola fresco los datos obtenidos están dentro de los parámetros aceptados por los tres países que no permiten que el porcentaje de cenizas sea mayor al 4%.

Según las normas de Argentina, Brasil y Salvador el porcentaje de humedad para polen fresco no debe de exceder el 30%, lo cual indica que las muestras de polen de la abeja *Melipona Tetra angustula* están dentro de los rangos de aceptación de estos tres países ya que para nosotros nuestro valor fue de 24.50 en promedio.

El polen fresco de abeja *Melipona Tetra angustula* presenta una presencia de proteína bruta del 16.01%, el cual es aceptado según las normas regulatorias de polen apícola de Argentina, Brasil y Salvador que establecen que el porcentaje de proteínas debe de estar entre 15 y 28% para polen fresco

El pH de polen fresco de abeja *Melipona Tetra angustula* presenta un pH promedio de 3.66, el cual está por debajo según las normas de Argentina, Brasil Y Salvador va de 4-6. Pero estos rangos son explicados según la literatura y las normas que se tomaron de referencia, por la variedad en el origen botánico y geográfico del polen recolectado, así como de la época del año en que es cosechado, además de que en el análisis organoléptico su olor y sabor son muy ácidos.

Los parámetros fisicoquímicos de Humedad, Cenizas, proteínas y pH, y sus valores obtenidos solo son válidos para los países de donde se tomaron referencia las normas utilizadas para la comparación de los resultados, siendo estos El Salvador, Argentina y Brasil, además son en parte aceptados por los países en desarrollo de normas de calidad de polen como lo son Costa Rica y Colombia.

## 5.2. Recomendaciones

- Continuar el estudio hasta realizar una caracterización fisicoquímica completa del polen del país para que contemos con nuestra propia ley que regule la calidad mínima que debe de cumplir el polen nacional para comercializarlo o exportarlo.
- Realizar otros muestreos de polen en diferentes épocas del año, para ver los resultados obtenidos cuando se da el cambio de estación y a las plantas que florecen durante estos periodos.
- La determinación del origen floral lo más recomendable es recorrer la zona con expertos sobre los apiarios, ya que ellos facilitarían la identificación de estas plantas.
- Al momento de extraer las muestras de las botijas hay que tener mucho cuidado de no dañar la recámara de la reina ubicada en el centro del panal ya que esta podría abandonarlo y se perdería la colmena.
- Para la determinación de humedad es recomendable dejar la estufa de convección con las muestras 12 horas seguidas sin sacarlas a pesar así se ahorraría el tiempo de enfriamiento.
- Para la determinación de proteínas lo recomendable sería realizar el análisis por triplicado.
- Realizar controles fisicoquímicos de determinación de sólidos solubles, mediante la determinación de los grados Brix, además de la acidez del polen apícola.
- Realizar controles microbiológicos para determinar las UFC en el polen.

### 5.3. Referencia/Bibliografía

(s.f.). *Manual de ecología microbiana*.

Abastecimiento, M. d. (2001). *Anexo V; Reglamento tecnico para fijacion de identidad y calidad de polen apicola*. Brasil.

Apiterapia. produccion de polen. (s.f.). *Miel Sabinares del Arlanza*, 1.

Argentino, C. A. (s.f.). *Articulo 785*. Argentina.

Avastecimiento, M. d. (2001). *Anexo V; Reglamento tecnico para fijacion de identidad y calidad de polen apicola*. Brasil.

AYALA, R. (1999). *REVISION DE LAS ABEJAS SIN AGUIJON DE MEXICO*. Mexico .

Centroamericano, R. T. (2010).

*PRODUCTOS FARMACEUTICOS. MEDICAMENTOS PARA USO HUMANO. VERIFICACION DE LA CALIDAD. .*

CONACYT. (s.f.). *Norma Salvadoreña. Calidad del polen de abejas*. Salvador.

Contreras, F. S. (s.f.). *Metabolismo de los aminoácidos*.

Coronel, B. B., & Grasso, D. (2004). *Caracterización bromatológica del polen Argentino*. Argentina: Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.

Dergal, s. B. (2006). *Química de los alimentos* (cuarta ed.). Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.

ecoadmin. (18 de 10 de 2012). *ecologia hoy*. Obtenido de <http://www.ecologia hoy.com/humedad-absoluta-especifica-y-relativa>

Edge, J. (2015). *Productos apícolas: nutren y generan ingresos - Abejas productoras de miel, apicultura y productos apícolas en nuestras vidas cotidianas*. FAO.

FAO. (s.f.). <http://www.fao.org/docrep/008/y7867s/y7867s03.htm>. Recuperado el sábado de 01 de 2018, de <http://www.fao.org/docrep/008/y7867s/y7867s03.htm>: <http://www.fao.org/docrep/008/y7867s/y7867s03.htm>

González, Y. R. (2011). *Descripción preliminar sensorial del pan de abeja natural*. La Habana.

Google. (03 de 02 de 2018). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com.ni/maps/search/centro+de+entendimiento+con+la+naturaleza+macizo+de+pe%C3%B1as+blancas+nicaragua/@13.2493711,-85.7843832,11.25z?hl=es-419>

Gutierrez, D. V. (s.f.). *Guías de crianzas de melipona maya Beecheei*, 5.

Gutierrez, D. V. (2016). *Guías de crianzas de melipona maya Beecheei*, 5.

[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=propiedad\\_organoleptica&oldid=102859612](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=propiedad_organoleptica&oldid=102859612). (s.f.). Recuperado el Domingo /04 de febrero de 2018, de

[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=propiedad\\_organoleptica&oldid=102859612](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=propiedad_organoleptica&oldid=102859612).

- Kumul, R. C., Ruiz, J. C., Vázquez, E. O., & Campos, M. R. (2015). *Potencial antioxidante de la miel de Melipona beecheii y su relación con la salud: una revisión*. Yucatan: Nutricion Hospitalaria.
- Martínez, W. (2011). *LA MELIPONICULTURA*. colombia: ResearchGate.
- Mungó, E. M. (2008). *caracterizacion fisico quimicas y evaluacion sanitaria de la miel de Mozambique*. Barcelona.
- Muradian, A. (2005). *Chemical Composition and Botanical Evaluation of Dried Bee Pollen Pellets*. Journal Of Food Composition and Analisis.
- Patricia, V. (2008). *Valorizacion de la miel de abeja sin aguijon (melipona)*. venezuela.
- Patricia, V. (s.f.). *Valorizacion de la miel de abeja sin aguijon (melipona)*. venezuela.
- PRAMA. (s.f.). La energía de la miel y el polen. *Andarivel. VIRTUDES, USOS Y APLICACIONES DE PRODUCTOS APICOLAS NATURALES*, 2.
- Rodrigo Efrén Vásquez Romero, E. R. (2015). Implementación de buenas prácticas apícolas y mejoramiento genético para la producción de miel y polen. *Corpoica*, 42.
- Rodríguez, F. (2011). ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE AMINOÁCIDOS Y PÉPTIDOS. 1-5.
- Rosales, J. M. (2016). *Meliponas de Nicaragua*. Obtenido de <http://meliponasdenicaragua.blogspot.com/>
- Rosales, J. M. (s.f.). *Meliponas de Nicaragua*. Obtenido de <http://meliponasdenicaragua.blogspot.com/>
- Sampierri, R. H. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Valencia, A. F. (2015). *CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DEL POLEN DE ABEJAS (Apis mellifera) COMO ESTRATEGIA PARA GENERAR VALOR AGREGADO Y PARÁMETROS DE CALIDAD AL PRODUCTO APÍCOLA*. Medellin.
- VALENCIA, A. F. (2015). *CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DEL POLEN DE ABEJAS (Apis mellifera) COMO ESTRATEGIA PARA GENERAR VALOR AGREGADO Y PARÁMETROS DE CALIDAD AL PRODUCTO APÍCOLA*. COLOMBIA.
- Veterinario, A. C. (s.f.). POLEN Recogida, Manejo y Aplicaciones. *Hojas Dibulgadoras*, 6.

## 5.4. Anexos

### Anexo I



*Figura 1: abeja tetra angustula.*

*Fuente: Rosales. J. (2016) tetragonisca angustula [Imagen]. Recuperado el 03 de Febrero, 2018, de: extraido de: <http://meliponasdenicaragua.blogspot.com/p/especies.html>*



*Figura 2: entrada del panal de la abeja Tetra angustula.*

*Fuente: Rosales. J. (2016) entrada al nido de la tetragonisca angustula [Imagen]. Recuperado el 03 de Febrero, 2018, de:*



## Anexo 2



*Figura 1: Ubicación De Reserva Natural Peñas Blancas.*

*Fuente: Google. (s.f.). Mapa de Nicaragua, con la ubicación del Centro de Entendimiento con la Naturaleza (CEN) en Google Maps. Recuperado el 3 de febrero, 2018, de:*



*Imagen 2: Identificación del panal más accesible para la toma de muestras.*

*Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017*



*Imagen 3: Momento de extracción del polen de tetra angustula de las botijas donde se almacena*

*Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017*



*Imagen 4: envasado de la muestra previamente recolectada según los criterios establecidos.*

*Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017*

<i>Tabla 1: ficha de recolección floral</i>		
Numero de flor	nombre	color
1		
2		
3		

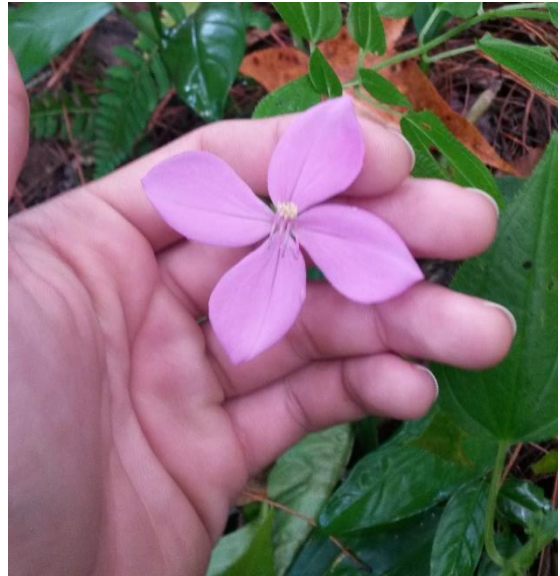
<i>Tabla 2: ficha de recolección del polen</i>		
Nombre de la abeja	Nombre del apicultor	Ubicación del panal

### Anexo 3



*Imagen 1: Flor de la planta: Mimosa pudica*

*Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017*



*Imagen 2: Flor de la planta: Arthrostemma Ciliatum*

*Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017*



*Imagen 3: Flor de la planta: Heliconia aurantiaca.  
Fuente: foto tomada por investigadores, en  
macizo de peñas blancas, 11/09/2017*



*Imagen 4: Flor de la planta: Alpina  
zerumbet.*

*Fuente: foto tomada por investigadores,  
en macizo de peñas blancas, 11/09/2017*



*Imagen 5: Flor de la planta: orquidea  
catleya. Fuente: foto tomada por  
investigadores, en macizo de peñas  
blancas, 11/09/2017*



*Imagen 6: Flor de la planta: Coronarium  
J. Koenig*

*Fuente: foto tomada por investigadores,  
en macizo de peñas blancas, 11/09/2017*



*Imagen 7: Flor de la planta: Trichilia havanensis*  
*Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017*



*Imagen 8: Flor de planta: Senna corymbosa.*  
*Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017*



*Imagen 9: Flor de la planta: Zingiberaceae.*  
*Fuente: foto tomada por investigadores, en macizo de peñas blancas, 11/09/2017*

#### Anexo 4

<i>Tabla 1. Resultados del análisis organoléptico del polen.</i>	
Aspectos	Resultado
Olor	Presento un olor ácido característico, no se evidenciaron rastros de enmohecimiento o enrancimiento.
Color	Los gránulos de polen en su mayoría eran de color naranja oscuro Y pequeñas coloraciones blancas en los gránulos.
Sabor	Presento un sabor ácido perdurable en el paladar
Textura	Durante el examen táctil las muestras no presentaron exceso de polvillo (propoleo).

*Tabla 2. Resultado de la identificación del origen floral del cual las abejas Tetra angustula recolectan el polen.*

Nombre científico	Nombre común	Color de la flor	Aroma de la flor
Mimosa púdica	Dormilona	Flores pequeñas color rosado malva	Ligeramente dulce
Alpina zerumbet	Azucena de porcelana	Flores en forma de embudo color blanco y ápice rojo	Ligeramente dulce
Athrostema Ciliatum		Flor de petalos obovados rosados raramente blancos	Muy perfumado
Heliconia aurantiaca	Fosforito, trenzas, peineta	Inflorescencia generalmente trenzada de color amarillo, naranja y rojo	Aroma dulce
Orquidea catleya.		Flores tubulares de color rosado intenso por el exterior y purpura en el interior de la corola	
Coronarium Koenig	J. Mariposa blanca	Flores blancas	Muy perfumado
Zingiberaceae	yinger	Flores en espiga, racimo o flores solitarias de color blanco, rojo y naranja	Aroma picante
Senna corymbosa	Rama negra	Flores amarillas	



---

Trichilia havanensis	Flores blancas	Aroma dulce
-------------------------	----------------	-------------

---

*Todas las flores presentaban color claro, debido a la estación que se encontraba la zona (invierno) son pocas las flores de las cuales las abejas recolectan polen.*

---

Tabla 3. Resultados de los análisis fisicoquímicos.				
Muestra	Cenizas %	Humedad %	Proteínas %	pH
1	2.25	24.38	16.01	3.65
2	2.28	24.61	16.01	3.67
3	2.28	24.51	—	3.67
Promedio	2.27	24.50	16.01	3.66
Norma salvadoreña	Max 4%	Max 30%	—	4 – 6
Norma brasileña	Max 4%	Max 30%	Min 8%	4 – 6
Norma argentina	Max 4%	Max 30%	15 – 28%	4 – 6

*Al comparar los promedios de los resultados obtenidos con los valores de referencia de las normas todos están dentro de los rangos menos el pH. La determinación del porcentaje de proteínas totales se realizó por duplicado y la normativa salvadoreña no tiene como requisito realizar este parámetro.*

