

# Propiedades térmicas de mieles en tres ecosistemas de la región San Martín

*por Henry / Pozzi Bardález*

---

**Fecha de entrega:** 04-may-2023 08:56a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2084074640

**Nombre del archivo:** ING.\_AGROINDUST.\_-Henry\_Pozzi\_Barda\_lez\_-CORREGIDO2.docx (1.6M)

**Total de palabras:** 8409

**Total de caracteres:** 46459



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>



Obra publicada con autorización del autor



**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Tesis

## **Propiedades térmicas de mieles en tres ecosistemas de la región San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial

**Autor:**

Henry Pozzi Bardález

<https://orcid.org/0009-0001-0161-3277>

**Asesor:**

Ing. Dr. Oscar Wilfredo Mendieta Taboada

<https://orcid.org/0000-0003-4302-6852>

Tarapoto, Perú

2022



**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Tesis

## **Propiedades térmicas de mieles en tres ecosistemas de la región San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial

**Presentado por**

Henry Pozzi Bardález

29

Sustentada y aprobada el 18 de noviembre del 2022 por el siguiente jurado:

**Presidente de Jurado**

Ing. Dra. Mari Luz Medina Vivanco

**Secretario de Jurado**

Ing. Dr. Enrique Navarro Ramírez

**Vocal de Jurado**

Ing. Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge

**Asesor**

2

Ing. Dr. Oscar Wilfredo Mendieta Taboada

**Tarapoto, Perú**

**2022**

## Declaratoria de autenticidad

**Henry Pozzi Bardález**, con DNI N° 46318490, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Propiedades térmicas de mieles en tres ecosistemas de la región San Martín.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

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

Tarapoto, 18 de noviembre del 2022.



.....  
**Henry Pozzi Bardález**

DNI N°: 46318490

## Ficha de identificación

<p><b>Título del proyecto</b> Propiedades térmicas de mieles en tres ecosistemas de la región San Martín.</p>	<p><b>13</b> <b>Área de investigación:</b> Ciencias Agrarias <b>Línea de investigación:</b> Gestión integral y sostenible de los recursos naturales. <b>Sublínea de investigación:</b> Agroecología <b>Tipo de investigación:</b> Básica <input checked="" type="checkbox"/>, Aplicada <input type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p><b>Autor:</b> Bach. Henry Pozzi Bardález</p>	<p>Facultad de Ingeniería Agroindustrial Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial <a href="https://orcid.org/0009-0001-0161-3277">https://orcid.org/0009-0001-0161-3277</a></p>
<p><b>Asesor:</b> Ing. Dr. Oscar Wilfredo Mendieta Taboada</p>	<p><b>13</b> <b>Dependencia local de soporte:</b> Facultad de Ingeniería Agroindustrial Escuela Profesional de <b>Ingeniería Agroindustrial</b> Unidad o Laboratorio <b>Ingeniería Agroindustrial</b> <a href="https://orcid.org/0000-0003-4302-6852">https://orcid.org/0000-0003-4302-6852</a></p>

## Dedicatoria

Agradezco a Dios por otorgarme el don de la existencia, mantener mi bienestar físico y mental, brindarme su sabiduría para tomar decisiones y por ser mi guía y protector en mi día a día

A mi hija:

A mi menor hija Irina Dánae Pozzi Aguilar, por ser la persona que me cambió la vida y me da fuerza y fé de seguir enrumbando en este camino de lucha constante por alcanzar nuestros sueños.

A mi abuelita:

Esta tesis está dedicada a la memoria de mi abuelita Zoila López Ruiz <sup>28</sup> quién me animó en este campo de estudio.

## Agradecimientos

<sup>12</sup> Al finalizar este trabajo quiero utilizar este espacio para agradecer a Dios por todas sus bendiciones, a mis Padres que han sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez además del apoyo y paciencia que tuvieron en este proyecto de estudio; así como a la mamá de mi menor hija por su paciencia y tolerancia, además del apoyo moral durante todo este periodo.

Además, quiero agradecer a la UNSM, a la Facultad de Ingeniería Agroindustrial y a todos mis docentes que me ayudaron a desarrollarme profesionalmente día a día impartiendo sus invaluable conocimientos. También quiero agradecer a todos ustedes por su amabilidad, perseverancia, apoyo incondicional y amistad.

Para concluir, me gustaría manifestar mi más profundo y genuino agradecimiento al Ingeniero Richer Garay, quien fue mi principal colaborador a lo largo de todo este proceso. Gracias a su dirección, conocimiento, enseñanza y cooperación, fue posible llevar a cabo este trabajo. Asimismo, deseo agradecer a mi asesor, el Dr. Oscar Mendieta Taboada, por los valiosos conocimientos que me brindó durante esta experiencia.

Henry



## 5 Índice general

Ficha de identificación .....	6
Dedicatoria .....	7
Agradecimientos .....	8
Índice general .....	9
Índice de tablas .....	11
Índice de figuras .....	12
Listado de siglas o abreviaturas .....	13
RESUMEN .....	14
ABSTRACT .....	15
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN</b> .....	16
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO</b> .....	18
2.1. La Miel .....	18
2.1.1. Definición de la miel .....	18
2.2. Bases teóricas .....	18
2.3. Factores que determinan la Calidad de la Miel .....	18
2.3.1. Propiedades termofísicas en los alimentos .....	19
2.3.2. Calorimetría diferencial .....	20
2.3.3. Principio y utilidades de la Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) .....	20
2.3.4. Aplicación de la técnica de DSC .....	20
2.4. Investigaciones desarrolladas .....	22
<b>CAPÍTULO III MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	24
3.1. Lugar de ejecución .....	24
3.2. Materia prima .....	24
3.3. Diseño experimental .....	24
3.4. Materiales y métodos .....	26
3.4.1. Materiales .....	26
3.4.2. Metodología experimental .....	27
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	30
4.1. Caracterización térmica de mieles de abeja provenientes del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga central .....	30

	10
4.2. Georreferenciación de las zonas de muestreo en las diferentes condiciones climáticas.....	36
CONCLUSIONES .....	42
RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
ANEXOS .....	48

## Índice de tablas

Tabla 1.	<i>Descripción de factores, variables y niveles de los tratamientos en estudio para la interacción del Ecosistemas Vs Temperatura .....</i>	24
Tabla 2.	<i>Esquema del Análisis de Varianza para Ecosistemas Vs Temperatura.....</i>	25
Tabla 3.	<i>Descripción de factores, variables y niveles de los tratamientos en estudio para la interacción de la Localidad Vs Temperatura.....</i>	25
Tabla 4.	<i>Esquema del Análisis de Varianza para Localidad Vs Temperatura.....</i>	25
Tabla 5.	<i>Media y desviación estándar para el análisis térmico del primer y segundo pico de deformación para diferentes localidades de muestras de mieles.....</i>	32
Tabla 6.	<i>Media y desviación estándar para el análisis térmico del primer y segundo pico de deformación para diferentes temperaturas en las localidades.....</i>	33
Tabla 7.	<i>Media y desviación estándar para el análisis térmico del primer y segundo pico de deformación para diferentes ecosistemas de muestras de mieles.....</i>	34
Tabla 8.	<i>Media y desviación estándar para el análisis térmico del primer y segundo pico de deformación, para diferentes temperaturas en los ecosistemas.....</i>	35
Tabla 9.	<i>Datos georreferenciales de las zonas de intervención del proyecto.....</i>	37

## 1 Indice de figuras

<i>Figura 1.</i>	3 Curvas de DSC correspondientes a una aleación amorfa de $Fe_{75}B_{10}S_{15}$ , obtenida por «melt spinning» (velocidad de calentamiento de 40 K/min). a) Curva total; b) Ampliación de la zona anterior a la cristalización. ....	21
<i>Figura 2.</i>	22 Capacidad calorífica en función de la temperatura para diversas aleaciones vítreas del sistema Ge-Se (velocidad de calentamiento: 20 K/min).....	22
<i>Figura 3.</i>	1 Diagrama de flujo para la determinación de las propiedades térmicas de la miel .....	27
<i>Figura 4.</i>	Termograma de la miel y sus variables dependientes.....	28
<i>Figura 5.</i>	Mapa de ubicación de los puntos de muestreo.....	37
<i>Figura 6.</i>	Termograma de Flujo de calor de mieles por localidades muestreadas	38
<i>Figura 7.</i>	24 Termograma de flujo de calor de mieles por ecosistemas.....	39
<i>Figura 8.</i>	24 Termograma de Flujo de calor de mieles por temperatura de almacenamiento.....	39
<i>Figura 9.</i>	Termograma de flujo de calor de mieles para los diferentes tratamientos.....	40

## Listado de siglas o abreviaturas

<b>DCA</b>	Diseño Completo al Azar
<b>H</b>	Entalpía
<b>HC</b>	Heat Capacity-Capacidad Calorífica
<b>HF</b>	Heat Flow-Flujo de calor
<b>OS</b>	Onset-Temperatura inicial
<b>PT</b>	Peak Temperature-Temperatura de pico
<b>Tg</b>	Temperatura transición vítrea

## RESUMEN

### Propiedades térmicas de mieles en tres ecosistemas de la región San Martín

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivos, la caracterización térmica de mieles de abeja provenientes del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central, así como la georreferenciación de las zonas de muestreo. Se empleó un diseño experimental completo al azar – DCA con arreglo factorial en dos etapas, la primera Ecosistemas Vs Temperatura de Conservación y la segunda Localidades Vs Temperatura de Conservación. Las variables investigadas fueron capacidad calorífica, entalpía, temperatura de transición vítrea, onset y temperatura de pico. Con un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ , la confiabilidad de los datos fue evaluada mediante el coeficiente de variación (CV) y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). Para la determinación de las propiedades térmicas se utilizó un barrido segmentación equilibrada desde  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  con una rampa de  $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  hasta  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , procedimiento realizado por triplicado. Para el factor de localidad se encontraron diferencias significativas ( $P<0,001$ ) en las variables de PT, H, OS para el primer pico y segundo pico  $PT_2$ ,  $OS_2$ , TG, HF, mientras que la  $H_2$  y HC no presentaron diferencia ( $P>0,05$ ), para la temperatura de conservación las variables de PT,  $PT_2$ , Tg, HF y HC, mientras que H, OS,  $H_2$  y  $OS_2$  no existe diferencias significativas ( $P>0,05$ ). Los ecosistemas también mostraron efectos en las propiedades térmicas, las variables que mostraron diferencia significativa ( $P<0,001$ ) fueron PT, H, OS,  $H_2$ , Tg, HF y HC; mientras que no se diferenciaron estadísticamente fueron  $PT_2$  y  $OS_2$ ; para las temperaturas presentaron diferencias PT, H,  $OS_2$ , Tg, HF y HC; las no significativas fueron PT,  $PT_2$  y  $H_2$ . Los termogramas presentan transiciones vítreas para todas las localidades muestreadas, alrededor de  $-44,35$  y  $-56,77\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y un flujo de calor (W/g) oscilante entre  $0,05$  y  $-0,09$  (W/g) característica propia de mieles. El Alto Mayo y Bajo Mayo tienen un comportamiento similar ( $P<0.05$ ), es decir que a partir de la temperatura de  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  el flujo de calor es contante, a diferencia del Huallaga Central.

**Palabras clave:** Miel, caracterización térmica, termograma, georeferenciación.

## ABSTRACT

Honeys thermal properties in three ecosystems of the San Martin region.

The objectives of this research were the thermal characterization of bee honeys from Alto Mayo, Bajo Mayo and Central Huallaga, as well as the georeferencing of the sampling zones. A complete randomized experimental design – CRD with a factorial arrangement in two stages was used, the first one, Ecosystems Vs Conservation Temperature and the second one, Localities Vs Conservation Temperature. The variables investigated were heat capacity, enthalpy, glass transition temperature, onset and peak temperature. Data reliability was evaluated using the coefficient of variation (CV) and the coefficient of determination ( $R^2$ ), with a significance level of  $\alpha=0.05$ . A balanced segmentation scan from  $-100^\circ\text{C}$  to  $50^\circ\text{C}$  with a ramp of  $10^\circ\text{C}/\text{min}$  up to  $50^\circ\text{C}$  was used to determine the thermal properties, a procedure performed in triplicate. For the locality factor, significant differences ( $P<0.001$ ) were found in the variables PT, H, OS for the first peak and second peak  $\text{PT}_2$ ,  $\text{OS}_2$ , TG, HF, while  $\text{H}_2$  and HC showed no difference ( $P>0.05$ ). For storage temperature the variables PT,  $\text{PT}_2$ , Tg, HF and HC were significantly different, while H, OS,  $\text{H}_2$  and  $\text{OS}_2$  showed no significant differences ( $P>0.05$ ). Ecosystems also showed effects on thermal properties, the variables that showed significant difference ( $P<0.001$ ) were PT, H, OS,  $\text{H}_2$ , Tg, HF and HC, while  $\text{PT}_2$  and  $\text{OS}_2$  did not differ statistically. Regarding temperatures, PT, H,  $\text{OS}_2$ , Tg, HF and HC showed differences, the non-significant ones were PT,  $\text{PT}_2$  and  $\text{H}_2$ . The thermograms show glassy transitions for all the sampled localities, around  $-44.35$  and  $-56.77^\circ\text{C}$ , and a heat flux (W/g) oscillating between 0.05 and  $-0.09$  (W/g), which is typical of honeys. Alto Mayo and Bajo Mayo have a similar behavior ( $P<0.05$ ), i.e., from a temperature of  $-30^\circ\text{C}$  the heat flow is constant, unlike Central Huallaga.

**Keywords:** Honey, thermal characterization, thermogram, georeferencing.

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

La amazonia es una zona amplia de gran biodiversidad, donde se generan productos naturales ricos en nutrientes como la miel que, producida por diferentes especies de abejas, constituye un alimento con muchas propiedades benéficas. Actualmente, sigue siendo un desafío determinar el origen botánico y geográfico de la miel. Por esta razón, es crucial y esencial establecer protocolos de análisis estandarizados que ayuden a verificar la calidad de este valioso producto de la colmena, identificar su fuente floral y reducir la comercialización de mieles fraudulentas que son suplantadas con jarabes de glucosa con el fin de ofrecer precios bajos y afectar el consumo de miel genuina (Salamanca et al., 2017). Las abejas de la especie *Apis Mellifera*, que tienen aguijón, se encuentran ampliamente distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales del planeta. Hasta la fecha, se han descrito alrededor de 500 especies, muchas de las cuales se han encontrado en los trópicos del Nuevo Mundo, que son considerados las áreas principales de diversificación de estas especies de insectos (Michener., 2007).

En el mundo, a la miel tradicionalmente se le identifica como el producto extraído de panales de abejas de la especie *Apis mellifera*. La China es uno de los principales productores del mundo cubre el 12.3% de las exportaciones totales de miel, ascendiendo a US\$ 288.7 millones (Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de Argentina 2015). Conocer las propiedades térmicas de las mieles es muy importante en la práctica por que se pueden utilizar parámetros de calidad en los procesos donde es incluida la miel como insumo en productos alimentarios (Sopade et al., 2004). El fraude alimentario es la adulteración motivada económicamente de cualquier producto comestible para ganancia financiera, se informaron estos incidentes en Europa en los últimos años han puesto alerta que la miel es altamente vulnerable al fraude alimentario ya que representa aproximadamente el 90% de todas las entradas relacionadas con edulcorantes (Food Fraud Database, 2016; Food SHIELD, 2016).

Las propiedades térmicas, tales como el calor específico, la conductividad térmica y la difusividad térmica, son factores que afectan la transferencia de calor. Es esencial conocerlas para poder realizar cálculos y diseños adecuados de equipos y procesos, y para garantizar la calidad del producto final. Estas propiedades están influenciadas, en mayor o menor medida, por la temperatura y la composición del producto durante su tratamiento térmico (Rahman, 1995; Singh, 2000; Alvis et al., 2009).



La gran mayoría de los alimentos que consumimos está disponible gracias a la polinización y aproximadamente la mitad de los insectos que polinizan las plantas tropicales son abejas (Habib et al., 2014 y Karabagias et al., 2014).

La Calorimetría de Escaneo Diferencial (DSC) tiene ventajas sobre otras metodologías de detección clásicas; es una técnica relativamente rápida que no requiere ningún solvente y por lo tanto es una técnica amigable con el medio ambiente. Además, esta técnica usa una cantidad muy pequeña de muestra y poca preparación previa. Varias investigaciones han utilizado DSC para estudiar la adulteración de diferentes tipos de alimentos, ya que esta técnica facilita el análisis de diversos componentes alimentarios, como proteínas, grasas e hidratos de carbono (Dahimi et al., 2014; Tomaszewska-Gras, 2016).

En este sentido los conocimientos generados a partir de las investigaciones aplicando tecnologías de punta en nuestra región abrirán puertas hacia la valorización de nuestros productos y su garantía de exportación como alimentos de alta calidad nutricional.

**Objetivo general:**

- Determinar las propiedades térmicas de mieles en tres ecosistemas de la región San Martín.

**Objetivos específicos:**

- Efectuar la caracterización térmica de mieles de abeja provenientes de las localidades ubicadas en el Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga central.
- Realizar la georreferenciación de las zonas de muestreo en las diferentes condiciones climáticas.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

32

### 2.1. La Miel

#### 2.1.1. Definición de la miel

La miel es un producto natural con propiedades edulcorantes, el cual se obtiene a partir del néctar de las flores o secreciones extraflorales de las plantas vivas que las abejas recolectan y transportan a sus colmenas. Una vez allí, las abejas añaden enzimas especiales para transformar y deshidratar el néctar, y finalmente lo almacenan en los panales. Según Kus et al. (2015) y Soria et al. (2004), la maduración de la miel es un proceso complejo que implica interacciones entre las abejas y depende del número de ellas que intervienen en la elaboración, así como del volumen de néctar almacenado (Wang, 2011).

Según la Norma Técnica Peruana – NTP (1999), “la miel es una Sustancia dulce natural producida por las abejas obreras a partir del néctar o exudaciones de otras partes vivas de las flores o presentes en ella, que dichas abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, almacenan y dejan en los panales para que sazone”. La composición principal de la miel está formada por diversos tipos de azúcares, principalmente glucosa y fructosa. Su color puede variar desde un tono casi transparente hasta un marrón oscuro y su consistencia puede ser fluida, viscosa o con cristales, ya sea en su totalidad o en parte. En general, el sabor y aroma de la miel suelen ser similares a los de la planta de la que proviene (NTP 1999).

### 2.2. Composición de la miel

Según Ruiz (2004), la composición de la miel se basa en la presencia de diferentes azúcares, predominantemente entre ellas la glucosa, fructosa y en menor concentración la sacarosa. También contiene proteínas, aminoácidos, enzimas, ácidos orgánicos, sustancias minerales, polen y otras sustancias en menor cantidad; y puede contener otros oligosacáridos incluidas las dextrinas, así como vestigios de hongos, algas, levaduras y otras partículas sólidas resultantes del proceso de obtención de la miel.

2

### 2.3. Factores que determinan la Calidad de la Miel

Manresa (2005), en su investigación denominada “Clasificación de mieles de abeja uniflorales mediante propiedades químicas, físicas y sensoriales”; Se expresa que

conforme se implementen nuevas técnicas en la producción de alimentos, se crearán distintos métodos de análisis para garantizar la calidad de los productos manufacturados. Esto se debe a que ciertos alimentos azucarados, como la miel de abeja, son muy susceptibles al calor y pueden sufrir daños durante el almacenamiento. Esto puede afectar su sabor, olor, propiedades terapéuticas y antisépticas, así como su contenido de enzimas y vitaminas.

### 2.3.1. Propiedades termofísicas en los alimentos

Las propiedades térmicas son parámetros requeridos para llevar a cabo cálculos de transferencia de calor para procesos de calentamiento y enfriamiento de alimentos y son datos esenciales en el diseño de equipos y en la ingeniería de alimentos. "Además, permiten predecir las velocidades de transferencia de calor para calentamiento o congelamiento de productos alimentarios" (Sweat, 1985). Entre las principales propiedades térmicas utilizadas en la ingeniería de alimentos podemos mencionar a la capacidad calorífica (calor específico) y la entalpía.

#### 2.3.1.1. Capacidad calorífica

Nos indica cuanto de calor es requerido para cambiar la temperatura de un material (Sweat, 1985). Si un alimento de Masa  $M$  se encuentra a temperatura inicial  $T_1$ , el calor requerido para calentarse y llegar a una temperatura final  $T_2$  sería igual al producto de la masa y el calor específico y se expresa como:

$$Q = C_p \cdot M (T_2 - T_1)$$

Siendo:

$$C_p = Q / M(T_2 - T_1)$$

Donde:

$C_p$  = Calor específico, kJ/kg °C

$M$  = Masa del alimento, kg

$Q$  = Cantidad de calor aplicado, kJ

$T_2$  = Temperatura del alimento en la superficie a un tiempo dado  $t_2$ , °C

$T_1$  = Temperatura del alimento en la superficie a un tiempo dado  $t_1$ , °C

#### 2.3.1.2. Entalpía

Es la cantidad de energía que se agrega o se quita a un sistema. Se manifiesta como un cambio de energía interna total del alimento. La determinación de la entalpía es muy conveniente para los alimentos congelados, los cuales algunas veces contienen pequeñas porciones de agua sin congelar a bajas temperaturas.

$$Q = \Delta H = M (H_2 - H_1)$$

donde:

M = Masa del alimento, Kg

H1 = Entalpía del alimento a temperatura T1, cal/Kg

H2 = Entalpía del alimento a temperatura T2, cal/Kg

Q = Cantidad de calor aplicado, KJ.

### 2.3.2. Calorimetría diferencial

La técnica experimental llamada calorimetría diferencial de barrido (DSC, por sus siglas en inglés) es un método dinámico que permite determinar la cantidad de calor que una sustancia absorbe o libera en condiciones de temperatura constante durante un período específico de tiempo, o cuando se calienta o enfría a una velocidad constante dentro de un rango determinado de temperaturas. La DSC se ha convertido en una técnica importante en el campo de la Ciencia de Materiales debido a su alta sensibilidad y rapidez en el análisis. "Por otra parte, es bien sabido que el conocimiento de la estabilidad térmica de un material, así como la completa caracterización de sus transiciones, es de primordial interés en los materiales con potenciales aplicaciones industriales" (Suriñach et al., 1992)

### 2.3.3. Principio y utilidades de la Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC)

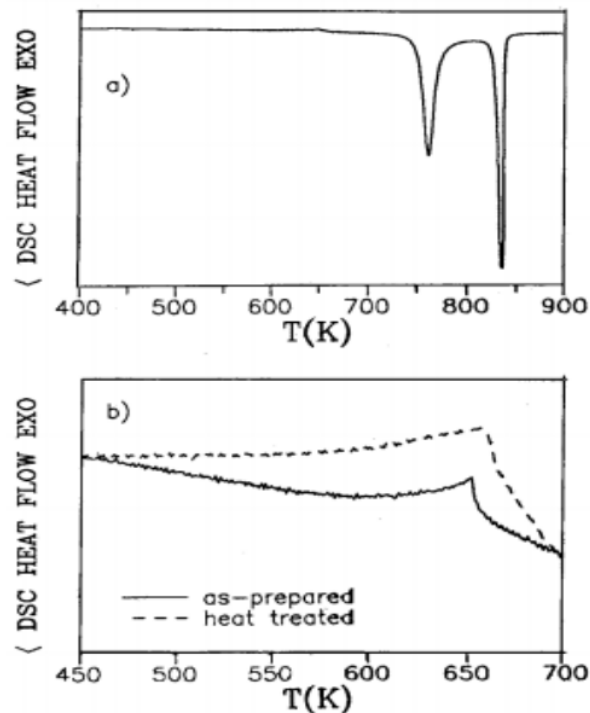
La técnica experimental conocida como Calorimetría Diferencial de Barrido implica el uso de dos cápsulas. Una de ellas contiene la muestra que se va a analizar, mientras que la otra está comúnmente vacía y se llama cápsula de referencia. Cada una de las cápsulas cuenta con un calefactor individual y un sistema de control se encarga de detectar cualquier variación de temperatura entre la muestra y la referencia. "Si se detecta cualquier diferencia, los calefactores individuales se corregirán de tal manera que la temperatura se mantendrá igual en ambas cápsulas, cuando tiene lugar un proceso exotérmico o endotérmico, el instrumento compensa la energía necesaria para mantener la misma temperatura en ambas cápsulas" (Suriñach et al., 1992).

### 2.3.4. Aplicación de la técnica de DSC

#### a. Relajación de tensiones de Curie y cristalización

Cuando se calienta un material, es común que se observe uno de los primeros fenómenos térmicos como una reacción exotérmica. Esto se debe a la relajación de las

tensiones mecánicas que se introdujeron durante su proceso de fabricación. En la Figura 1, se puede ver un ejemplo de esto en una cinta amorfa de una aleación del sistema Fe-B-Si obtenida por el método de "melt spinning". En la figura, se pueden identificar dos procesos exotérmicos claramente definidos que corresponden a la cristalización del material en dos etapas distintas.

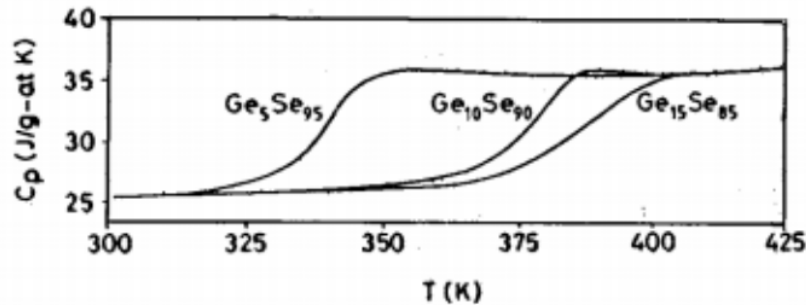


**Figura 1.** Curvas de DSC correspondientes a una aleación amorfa de  $\text{Fe}_{75}\text{B}_{10}\text{S}_{15}$ , obtenida por «melt spinning» (velocidad de calentamiento de 40 K/min). a) Curva total; b) Ampliación de la zona anterior a la cristalización (Suriñach et al., 1992).

10  
b. Transición vítrea y capacidad calorífica aparente

Otra de las transiciones que suelen experimentar la mayoría de los materiales vítreos y que se puede detectar fácilmente mediante DSC es la transición vítrea, que consiste en el cambio del material vítreo a líquido subenfriado o viceversa. Este cambio se debe al hecho de que la capacidad calorífica ( $C_p$ ) del vidrio aumenta o disminuye al calentarlo o enfriarlo, respectivamente, en aproximadamente la mitad de su valor original durante el breve intervalo de temperaturas en que ocurre la transición líquida subenfriada.

La Figura 2 muestra los resultados de las mediciones de la capacidad calorífica en función de la temperatura cerca de la transición vítrea para aleaciones vítreas del sistema Ge-Se. Se puede observar cómo la temperatura de la transición vítrea varía al modificar la cantidad de Ge presente en la aleación.



**Figura 2.** Capacidad calorífica en función de la temperatura para diversas aleaciones vítreas del sistema Ge-Se (velocidad de calentamiento: 20 K/min), (Suriñach et al., 1992).

#### 2.4. Investigaciones desarrolladas

Garantizar la autenticidad de la miel es una prioridad para los productores y las autoridades reguladoras. Sobrino-Gregorio et al. (2017), evaluaron las propiedades térmicas (utilizando un Calorímetro de Barrido Diferencial "DSC") de diez tipos de jarabe de azúcar, seis tipos de miel y mezclas de miel de girasol con todos estos jarabes en diferentes proporciones simulando la adulteración de la miel (proporción miel / jarabe: 80/20; 90/10; 95/05). La temperatura de transición vítrea (punto medio Tg) varió de 60.2 °C a 67.3 °C en muestras de miel y de 32.8 °C a 95.8 °C en muestras de jarabe. Las diferencias en la composición del azúcar de los jarabes afectan principalmente sus propiedades térmicas. En las muestras adulteradas, la temperatura de transición vítrea se vio afectada por el tipo de jarabe, proporcionalmente al nivel de adulteración. Estos resultados ofrecen evidencia convincente de que el DSC se puede utilizar para identificar la adición de jarabe a la miel, aunque para ser concluyente, se debe considerar un mayor número de tipos de miel.

La miel no pasteurizada, líquida y transparente que contiene muy pocos y finos cristales se almacenó a 20, 10, 4 y -20 °C. Lupano (1997) analizó el crecimiento del cristal mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC) midiendo la intensidad de absorbancia a 660 nm durante un período de 6 meses. En la miel almacenada a 20 °C se formaron cristales gruesos con temperaturas de fusión (Tm) entre 45 y 65 °C,

mientras que cuando la miel se almacenó a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  como una miel de tipo fondant finamente granulada, presentó una  $T_m$  entre  $25$  y  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En las mieles almacenadas a  $10$  y  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  se produjeron cristales grandes y pequeños con características intermedias en comparación con las mieles almacenadas a  $20$  y  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Las tasas de granulación de miel se calcularon a partir de los valores de  $\Delta H$  a las cuatro temperaturas. Se encontró una relación lineal entre la entalpía de fusión ( $\Delta H$ ) y la absorbancia a  $660\text{ nm}$ . La energía de activación para la fusión de cristales gruesos también se determinó con DSC.

Kántor et al. (1999) investigaron mediante calorimetría de barrido diferencial (DSC), la transición vítrea de miel pura y diluida y la transición vítrea de la solución de miel concentrada al máximo. La temperatura de transición vítrea, de las muestras de miel pura aceptadas como no adulteradas, varió entre  $-42$  y  $-51\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La dilución de miel al  $90\%$  en peso de miel dio como resultado un cambio de la temperatura de transición vítrea de  $-13$  a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La concentración de las soluciones de miel concentradas al máximo en congelación, tal como se expresa en términos de contenido de miel, es aproximadamente  $102$ - $103\%$ , es decir, ligeramente más concentrada en azúcares que la miel misma. Puede considerarse la aplicación de medidas DSC en la caracterización de la miel, pero requiere un estudio sistemático de varias mieles.



## 1 CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el Laboratorio de Investigación de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNSM, ubicada en la Ciudad Universitaria, Morales, Provincia y región San Martín.

### 3.2. Materia prima

Las mieles fueron recolectadas de tres ecosistemas y seis (06) localidades: Alto Mayo ("El Porvenir" y "Palmeras de Oromina"), Bajo Mayo ("Cacatachi", "Pamashto") y Huallaga Central (Sacanche, Piñal). La muestra estaba referida al material recolectado en las 6 localidades consideradas que fueron 100 gramos en cada una (54 muestras), de los cuales se tomaron 10 ug para cada ensayo.

### 3.3. Diseño experimental

Fue empleado un diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial (3x2x3) con tres factores (Ecosistemas, localidades y temperatura de conservación), así como se detalla en la Tabla 2. Las variables respuestas que generó la presente investigación fueron capacidad calorífica, entalpía, temperatura de transición vítrea, onset y temperatura de pico. Con un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ , la confiabilidad de los datos fue evaluada mediante el análisis de varianza. Así mismo se realizaron pruebas comparativas de Tukey. Para la tabulación de los datos se utilizó el software estadístico Minitab V19.

**Tabla 1**

*Descripción de factores, variables y niveles de los tratamientos en estudio para la interacción de Ecosistemas Vs Temperatura.*

Factores y Variables independientes	Tratamientos	Niveles	Descripción
A=Ecosistemas	a1	Zona1	Alto Mayo
	a2	Zona2	Bajo Mayo
	a3	Zona3	Huallaga Central
C=Temperatura de conservación	c1	T1	25°C
	c2	T2	30°C
	c3	T3	35°C



**Tabla 2***Esquema del Análisis de Varianza para Ecosistemas Vs Temperatura*

Fuente de variación	Grados de libertad	
Factor A	a-1	2
Factor C	c-1	2
Interacción A*C	(a-1)*(c-1)	4
Total	(a*c*r)-1	26
Error	a*c*(r-1)	18

8

**Tabla 3***Descripción de factores, variables y niveles de los tratamientos en estudio para la interacción de la Localidad Vs Temperatura.*

Factores y Variables independientes	Tratamientos	Niveles	Descripción
B=Localidades	b1	Localidad1	El Porvenir
	b2	Localidad2	Palmeras de Oromina
	b3	Localidad3	Cacatachi
	b4	Localidad4	Pamashto
	b5	Localidad5	Sacanche
	b6	Localidad6	Piñal
C=Temperatura de conservación	c1	T1	25°C
	c2	T2	30°C
	c3	T3	35°C

**Tabla 4***Esquema del Análisis de Varianza para Localidad Vs Temperatura.*

Fuente de variación	Grados de libertad	
Factor B	b-1	5
Factor C	c-1	2
Interacción B*C	(b-1)*(c-1)	10
Total	(b*c*r)-1	53
Error	b*c*(r-1)	36

## 3.4. Materiales y métodos

### 3.4.1. Materiales.

#### a) De campo

Para el transporte de las muestras se utilizó frascos de vidrio color ámbar de 250 mL, cuaderno de apuntes para anotaciones diversas.

#### b) Equipos

- Agitador magnético (BOECO GERMANY- modelo MSH420)
- Balanza analítica (A&D Weighing- Resolution- modelo GH-200)
- Centrífuga (BOECO GERMANY- modelo C-28A)
- Desecador de vacío (SIMAX, modelo CSN)
- Esterilizador de calor seco digital. (MEMMERT- modelo ED080)
- Estufa (MEMMERT- modelo UN55)
- Refrigeradora (SAMSUNG- modelo Twin Cooling),
- Calorímetro Diferencial de Barrido DSC modelo 5500, procedencia USA, con sistema de refrigeración RCS120, TA Instruments.
- Sistema de Posicionamiento Global – GPS, UP 501, con sensibilidad de 148 dBm, de 66 canales de adquisición.

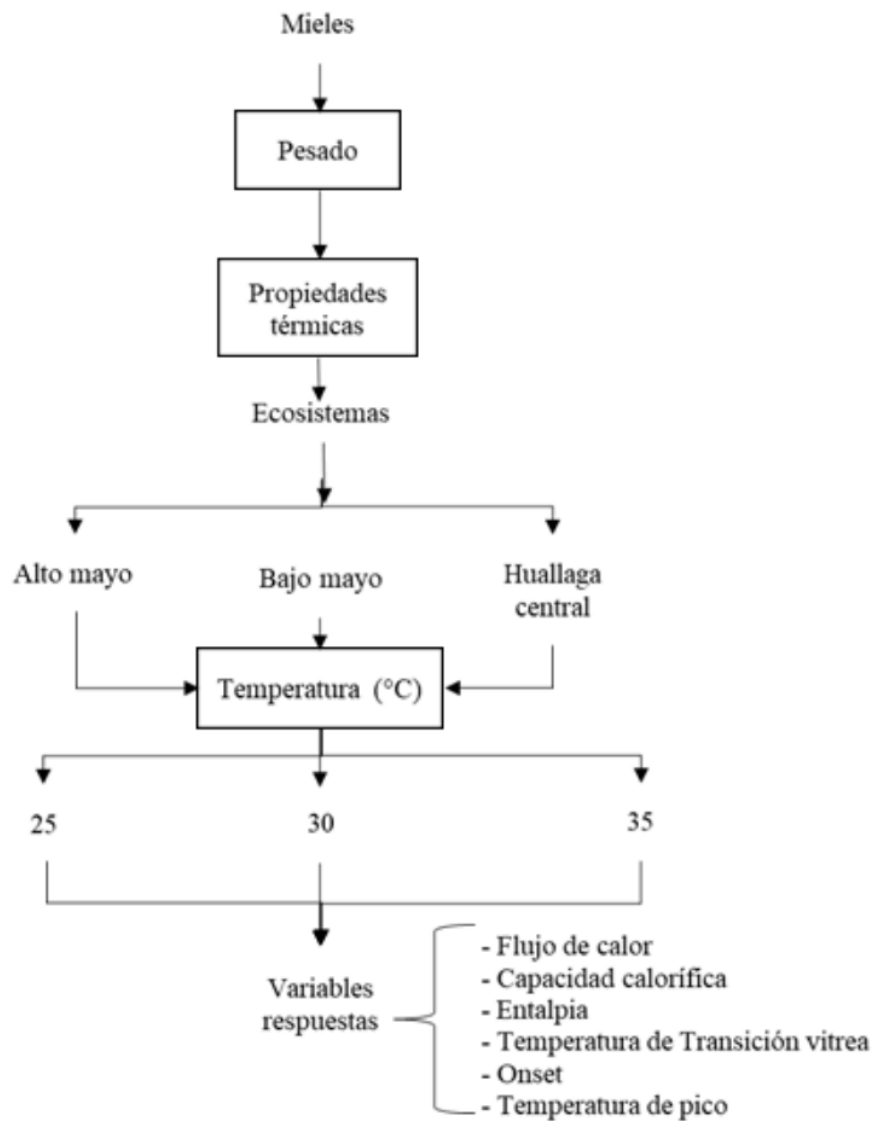
#### c) Materiales de laboratorio.

- Cápsulas Tzero
- Tapa hermética Tzero
- Prensa Tzero
- Troquel superior hermético azul T-zero
- Troquel inferior hermético azul T-zero
- Micropipetas automáticas (10 – 100  $\mu$ l y 100 – 1000  $\mu$ l)
- Papel aluminio
- Papel filtro
- Pastillas magnéticas
- Pipetas de 1, 2, 5 y 10 ml
- Pinzas de laboratorio
- Taza de filtro de vidrio
- Tubos de ensayo de 10 ml
- Vasos de precipitación de 80 y 100 ml

### 3.4.2. Metodología experimental.

#### a) Diagrama de flujo de la investigación

En la ejecución del proyecto en cuestión, se empleó el siguiente esquema de procedimientos.

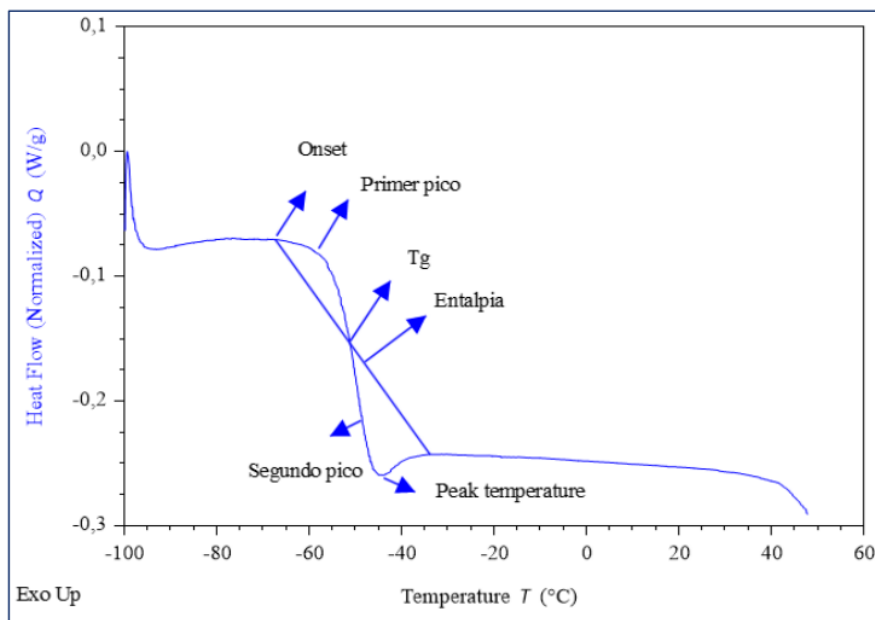


**Figura 3.** Diagrama de flujo para la determinación de las propiedades térmicas de la miel.

**2**  
b) Proceso experimental.

- **La miel**, Se recolectó teniendo en cuenta los tres pisos ecológicos de la región San Martín.
- **Filtrado**, esta operación se realizó con la finalidad de separar las impurezas producidas durante las cosechas en los diferentes apiarios.
- **Propiedades térmicas**. Se determinaron teniendo en cuenta los pisos ecológicos, las localidades y las temperaturas de conservación encontrándose alrededor de 400, 800 y 1000 msnm y las temperaturas de 25, 30 y 35 °C.

**1**  
La determinación de las propiedades térmicas de las muestras se llevó a cabo con un Calorímetro Diferencial de Barrido (TA Instruments, USA) calibrado con indio. En cada determinación se utilizó entre 5 a 6 mg de muestra, pesada en balanza analítica (AND modelo GH-200, Alemania). Cada muestra se depositó en un crisol de aluminio de 40  $\mu$ L y posteriormente sellada herméticamente y perforada para evitar la sobre presión del vapor que ejerce en la celda de la muestra. Se empleó un crisol vacío como referencia. Los parámetros del ensayo se seleccionaron en base al método descrito por Cordella et al. (2002), introduciendo diversas modificaciones. Se utilizó una segmentación equilibrada desde -100 °C hasta 50°C con una rampa de 10°C/min hasta 50°C, se realizó por triplicado este procedimiento.



**Figura 4.** Termograma de la miel y sus variables dependientes.

Para la determinación, se tomó como referencia dos picos de deformación en el termograma <sup>34</sup> de las muestras de mieles en función de los factores de: localidad, ecosistema y temperatura de almacenamiento como se muestra en la figura 4. Se procedió a calcular de acuerdo al software TRIOS V5 teniendo en cuenta las propiedades térmicas de Transición vítrea (Tg), Entalpía (H), Temperatura Inicial (Onset), Temperatura pico más alto de degradación (Peak temperatura), Flujo de calor (FC), Capacidad Calorífica (Cp).

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Caracterización térmica de mieles de abeja provenientes del Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga central.**

En la Tabla 5 se observan los valores promedios de las propiedades térmicas del primer y segundo pico de deformación de las muestras de mieles en diferentes localidades; en el primer pico que corresponde al Peak Temperature – PT el rango de temperatura se encuentra entre -49,05 y -61,13 °C, Sacanche y Pamashto son las localidades que se diferencian de las demás, existe una alta diferencia significativa ( $P < 0.001$ ), con un  $R^2$  de 93,46%. La Entalpia – H oscila entre 2,16 y 1,22 J/g, El Porvenir cuenta con una media superior a las demás localidades, cuanta con una alta significancia ( $P < 0,001$ ) con un  $R^2$  de 71,09%. El Onset – OS oscila entre -56,67 y -67,51 °C, la localidad de Sacanche destaca en esta propiedad, la diferencia significativa es alta ( $P < 0,001$ ) y un  $R^2$  de 80,71%.

El segundo pico que corresponde al Peak Temperatura  $PT_2$  se encuentra entre -39,85 y -52,35 °C destacan las localidades de Sacanche y Pamashto, presenta alta diferencia significativa ( $P < 0,001$ ) y un  $R^2$  de 94,59%, en cuanto a la entalpia –  $H_2$  los valores encontrados están de 2,33 a 2,88 J/g, sobresalen las localidades de El Porvenir y Oromina no cuenta con diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) y un  $R^2$  de 64,52%, la Onset –  $OS_2$  se encuentra entre -44,13 a -55,72 °C las localidades de Pamashto y Sacanche son las sobresalientes, existe una alta diferencia significativa ( $P < 0.001$ ) con un  $R^2$  de 83,49%.

Con respecto a la temperatura de Transición Vítrea –  $T_g$  las localidades de Sacanche y Pamashto son las que destacan y oscilan sus valores experimentales entre -44,35 y -56,77 y cuanta con una alta diferencia significativa con un  $R^2$  de 95,95%; los resultados de Heat Flow (W/g) indican que las localidades de El Porvenir y Piñal son las que cuentan con mayores valores -0,16 y -0,25 existe diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) y tiene un  $R^2$  de 68,35% finalmente la Capacidad Calorífica –  $C_p$  sus valores se encuentran entre 1,08 y 1,36 (J/g. °C), los valores no se diferencian estadísticamente ( $P > 0,05$ ) y cuenta con un  $R^2$  de 62,49%.

En la Tabla 6 se presenta el promedio de los datos experimentales del comportamiento de las propiedades térmicas en los dos picos de deformación con respecto a la temperatura de almacenamiento. Para el primer pico el  $PT_1$  presenta una diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) y un  $R^2$  de 91,39 % y los valores oscilan entre -55,15 y -54,01 °C y la temperatura de 35°C obtiene un valor mayor. Con la H no existe diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) y estadísticamente son iguales, lo mismo sucede con el OS. En el segundo pico de deformación el  $PT_2$  tuvo una diferencia significativa ( $P < 0,05$ ), la  $H_2$  y  $OS_2$  no se encontró diferencia significativa ( $P > 0,05$ ), mientras que la Tg presenta una diferencia significativa ( $P < 0,05$ ), el HF presenta alta diferencia significativa ( $P < 0,001$ ) obteniendo un mayor valor a temperatura de 35°C, mientras que la HC a temperatura de 25°C reporta mayor valor, también alcanza una alta diferencia significativa.

**Tabla 5**

Media y desviación estándar para propiedades térmicas de muestras de miel de diferentes localidades obtenidas del primer y segundo pico del termograma.

Ecosistema	Localidades	Primer pico					Segundo pico				
		Peak PT (°C)	DS	Entalpia-H (J/g)	DS	Onset-OS (°C)	DS	Peak temperatura- PT <sub>2</sub> (°C)	DS	Entalpia- H <sub>2</sub> (J/g)	DS
Alto Mayo	El Porvenir	-55,2893c	1,15	2,1624a	0,56	-63,2989cd	2,44	-45,3707c	1,33	2,8781a	0,47
	Palmera de Oromina	-52,5452b	1,97	1,7461ab	0,49	-60,8522bc	2,55	-43,6804b	1,19	2,7985a	0,65
	Pamashto	-57,0926c	1,18	1,7151ab	0,36	-64,4093d	2,57	-48,1552d	0,94	2,3308a	0,52
Bajo Mayo	Cacatachi	-51,4170b	1,85	1,6459ab	0,23	-58,5693ab	1,62	-42,6152b	1,82	2,3876a	0,28
Huallaga Central	Sacanche	-61,1341d	1,12	1,2271b	0,35	-67,5074e	1,00	-52,3504e	1,23	2,4361a	0,45
	Piñal	-49,0474a	0,85	1,6528ab	0,30	-56,6704a	1,84	-39,8452a	0,84	2,7893a	0,38

Ecosistema	Localidades	Segundo pico					Heat capacity HC (J/g. °C)				
		Onset-OS <sub>2</sub> (°C)	DS	Tg (°C)	DS	Heat Flow- HF (W/g)	DS	Heat capacity (Normalized)- HC (J/g. °C)	DS		
Alto Mayo	El Porvenir	-48,2607b	4,14	-49,9600c	1,02	-0,1877ab	0,03	1,3579a	0,24		
	Palmera de Oromina	-47,2848b	1,31	-47,9204b	1,10	-0,1794ab	0,01	1,2546a	0,20		
Bajo Mayo	Pamashto	-51,4281c	0,78	-52,4996d	0,58	-0,1554a	0,06	1,2816a	0,39		
	Cacatachi	-45,6174ab	1,82	-47,1626b	1,53	-0,1643ab	0,05	1,1873a	0,23		
Huallaga Central	Sacanche	-55,7230d	1,67	-56,7726e	1,19	-0,1561a	0,03	1,0839a	0,20		
	Piñal	-44,1252a	0,79	-44,3530a	0,89	-0,2474b	0,15	1,2726a	0,28		



**Tabla 6**

Media y desviación estándar para el análisis térmico del primer y segundo pico de deformación para diferentes temperaturas en las localidades.

Temperaturas (°C)	Primer pico				Segundo pico					
	Peak temperatura-PT (°C)	DS	Entalpia-H (J/g)	DS	Onset-OS (°C)	DS	Peak temperatura-PT <sub>2</sub> (°C)	DS	Entalpia-H <sub>2</sub> (J/g)	DS
25	-55,1513b	4,23	1,8491a	0,52	-62,7126a	4,19	-46,0274b	4,30	2,6904a	0,46
30	-54,0128a	4,47	1,6270a	0,51	-61,3035a	4,25	-45,0624a	4,52	2,5177a	0,56
35	-54,0987ab	4,11	1,5985a	0,34	-61,6376a	4,17	-44,9187a	4,05	2,6021a	0,50

Temperaturas (°C)	Segundo pico							
	Onset-OS <sub>2</sub> (°C)	DS	Tg	DS	Heat Flow-HF (W/g)	DS	Heat capacity-HC (Normalized) J/(g. °C)	DS
25	-49,1859a	4,95	-50,3363b	4,34	-0,2308b	0,11	1,4543a	0,19
30	-48,5350a	4,69	49,6444ab	4,48	-0,1440a	0,04	1,0400c	0,20
35	-48,4987a	3,58	-49,3533a	3,84	-0,1703a	0,03	1,2247b	0,23

**Tabla 7**  
 Media y desviación estándar para el análisis térmico del primer y segundo pico de deformación para diferentes ecosistemas de muestras de mieles.

Ecosistema	Primer pico				Segundo pico					
	Peak Temperature-PT (°C)	DS	Entalpia-H (J/g)	DS	Onset-OS (°C)	DS	Peak temperatura-PT <sub>2</sub> (°C)	DS	Entalpia-H <sub>2</sub> (J/g)	DS
Alto Mayo	-54,4628a	0,41	1,5706b	0,18	-61,8872b	1,11	-44,8793a	0,61	2,8002a	0,33
Bajo Mayo	-55,2404b	0,32	1,8685a	0,13	-63,5378c	1,49	-45,6748a	1,13	2,8355a	0,21
Huallaga Central	-54,5322a	0,85	0,9913c	0,13	-60,1217a	0,75	-45,5345a	0,87	1,9915b	0,13

Ecosistema	Segundo pico				Heat Capacity-HC (Normalized) J/(g. °C)			
	Onset-OS <sub>2</sub> (°C)	DS	Tg	DS	Heat Flow-HF (W/g)	DS	Heat Capacity-HC (Normalized) J/(g. °C)	DS
Alto Mayo	-48,5387a	1,08	-49,5900a	0,45	-0,1164a	0,05	1,0511b	0,34
Bajo Mayo	-49,2100a	1,49	-50,4206b	0,83	-0,1454a	0,04	1,4378a	0,22
Huallaga Central	-49,1006a	0,91	-50,1089ab	0,97	-0,2099b	0,06	1,1684b	0,21

**Tabla 8**

Media y desviación estándar para el análisis térmico del primer y segundo pico de deformación, para diferentes temperaturas en los ecosistemas.

Temperatura (°C)	Primer pico					Segundo pico				
	Peak Temperature-PT (°C)	DS	Entalpia-H (J/g)	DS	Onset-OS (°C)	DS	Peak Temperature-PT <sub>2</sub> (°C)	DS	Entalpia-H <sub>2</sub> (J/g)	DS
25	-55,0387a	0,54	1,5210ab	0,43	-62,7126b	1,98	-45,6343a	0,93	2,6383a	0,47
30	-54,6794a	0,62	1,3711b	0,40	-61,3035a	1,47	-45,1735a	1,12	2,5289a	0,48
35	-54,5172a	0,75	1,5382a	0,39	-61,5306a	1,79	-45,2808a	0,73	2,4600a	0,46

Segundo pico						
Temperatura (°C)	Onset- OS <sub>2</sub> (°C)	DS	Tg	DS	Heat Flow-HF (W/g)	Heat Capacity-HC (Normalized) J/(g. °C)
25	-50,1859b	0,79	-50,4474b	0,85	-0,1989b	1,5311a
30	-47,9794a	0,77	-50,2000ab	0,69	-0,1258a	1,0054b
35	-48,6839a	0,64	-49,4719a	0,67	-0,1469a	1,1208b

En la tabla 7 y 8 se presentan la media y desviación estándar para el análisis térmico del primer y segundo pico de deformación, para diferentes ecosistemas y temperaturas. Para el primer pico de deformación el PT (Tabla 7) los ecosistemas presentan una alta diferencia significativa ( $P < 0,001$ ) lo contrario sucede con el PT<sub>2</sub> ( $P > 0,05$ ) para el segundo pico y al comparar con el efecto de las temperaturas (Tabla 8) para esta misma variable no presentan diferencias significativas, el coeficiente de determinación indica que el R<sup>2</sup> contiene 82,39% de ajuste.

Mientras que la H para el primer y segundo pico de deformación de los ecosistemas y primer pico para las temperaturas si presentan diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) (Tabla 7 y 8), sin embargo, para el segundo pico en las temperaturas no existe diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) (Tabla 8) y el grado de ajuste del modelo R<sup>2</sup> es del 91,71%.

La OS para los ecosistemas presenta una diferencia significativa entre sus medias ( $P < 0,001$ ), es decir para el primer (-61,88 °C) y segundo pico (-48,74 °C) de deformación, el mismo comportamiento se presenta para el efecto de las temperaturas (-61,85 y -48,95 °C respectivamente) finalmente presenta un R<sup>2</sup> del 76,14%.

Con respecto a la temperatura de transición vítrea (T<sub>g</sub>) en ambos casos (primer y segundo pico de descomposición) presentan una diferencia significativa ( $P < 0,05$ ), el R<sup>2</sup> presentó un grado ajuste reducido del 63,79% esto muy posible por la variabilidad en la toma de datos. El HF presentó un rango de medias desde -0,2099 a -0,1164 W/g para el factor ecosistema, mientras que para temperatura varió de -0,1258 a -0,1989 W/g; el grado de ajuste del modelo experimental presentó un valor 71,29%.

Para el HC los ecosistemas de Alto Mayo y Huallaga Central no presentan diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), mientras que para las temperaturas de 30 y 35°C no mostraron diferencia significativa ( $P > 0,05$ ), mientras que el R<sup>2</sup> alcanzó un valor de 92,96%.

#### 4.2. Georreferenciación de las zonas de muestreo en las diferentes condiciones climáticas.

El proyecto de investigación se desarrolló con muestras de mieles procedentes de los ecosistemas del Alto Mayo (Rioja: El Porvenir y Moyobamba: San José del Morro), Bajo Mayo (Lamas: Pamashto y San Martín: Cacatachi) y Huallaga Central (Huallaga: Sacanche y Mariscal Cáceres: Piñal) como se observa en la figura 5.

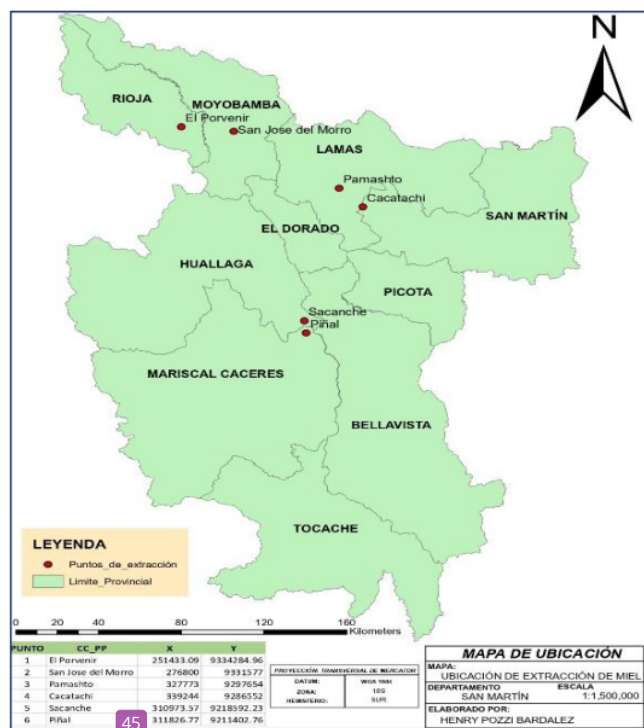
En la tabla 9, se presentan las localidades, propietarios, coordenadas UTM, la altitud, la temperatura, las precipitaciones pluviales; 4 meses antes de la recolección de muestras de mieles en los apiarios.

**Tabla 9**  
**Datos georreferenciales de las zonas de intervención del proyecto**

Provincia	Localidades	Propietario	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Temperatura		Precipitación		HR
			X	Y		(Junio- Setiembre)	Octubre- Noviembre	(J-S)	(O-N)	
Rioja	El Porvenir	Manuel Torres Altamirano	251433	9334285	836	23.4 °C	24.1 °C	80mm	135mm	85%
Moyobamba	San José del Morro	Anibal Pérez Moncada	276800	9331577	862	23.2 °C	24 °C	90mm	155mm	87%
Lamas	Pamashto	Bili Villacorta Pinedo	327773	9297654	686	24 °C	26 °C	60mm	85mm	82%
San Martín	Cacatachi	Rogelio Sánchez Pérez	339244	9286552	394	29 °C	32 °C	55mm	95mm	80%
Huallaga	Sacanche	Richard Perea Saldaña	310974	9218592	438	29 °C	33 °C	50mm	85mm	84%
Mariscal Cáseres	Pañal	Angela Sangama Reguera	311827	9211403	342	30 °C	33 °C	45mm	80mm	85%

Estas zonas de intervención en el proyecto abarcan una gran diversidad en relieves lográndose diferenciar <sup>25</sup> unidades morfo estructurales, la primera correspondiente a la Cordillera de los Andes, con sus dos fases diferenciables: “la Cordillera Oriental y la Cordillera Subandina, está última subdividida en Cordillera Azul, Cordillera Escalera y Cordillera Cahuapanas y una segunda gran unidad representada por la Llanura Amazónica” (GORESAM, 2021).

“Además, predomina un clima subtropical y tropical, distinguiéndose dos estaciones: una seca de junio a setiembre y otra lluviosa de octubre a mayo” (GORESAM, 2021).



**Figura 5.** Mapa de ubicación de los puntos de muestreo.

La información en la tabla 9, nos indica que los lugares evaluados se encuentran entre los 850, 540 y 390 msnm, perteneciendo a un *Bosque Seco Oriental* (BSO); que comprende la zona del "Huallaga central" entre los ríos Huallaga y Mayo, altitudinalmente se distribuye entre los 100 y 500 m.s.n.m., y a *Bosques Muy Húmedos Premontanos* (BMHP); que comprende a los bosques premontanos de la vertiente oriental, que se distribuyen entre 500 y 1.500 m.s.n.m; Las temperaturas promedio de junio a setiembre oscilan de 23,4 °C a 30°C, de setiembre a mayo de 24.1°C a 33°C, las precipitaciones pluviales de junio a setiembre de 45mm a 80 mm, de septiembre a mayo de 80mm a 155mm; y la humedad relativa de 80% a 87%, todo se encuentra relacionado de acuerdo al tipo de flora de cada ecosistema según estas variables. (Britto 2017).

#### 4.3. Comportamiento térmico según su procedencia geográfica

A propósito de la figura 6, en la cual presenta el flujo de calor (W/g) que oscila aproximadamente entre 0,05 y -0,09 (W/g) a temperaturas de -80 y 20°C, se observa transiciones vítreas en las muestras de miel de abeja de todas las localidades consideradas, con valores de -44,35 y -56,77°C es decir que existe un cambio de la línea de base en los termogramas, este comportamiento es muy común en mieles (Levenson et al., 2005). Álvarez et al., (2015) para la miel pura, jarabe de maíz y jarabe de caña encontraron valores de temperatura de transición vítrea (Tg) promedio de -38.1°C, -34.8°C y -37.1°C, respectivamente. Se observa un fenómeno endotérmico relacionado a la fusión de cristales de azúcares propiamente dicha a las concentraciones que estas poseen en su composición.

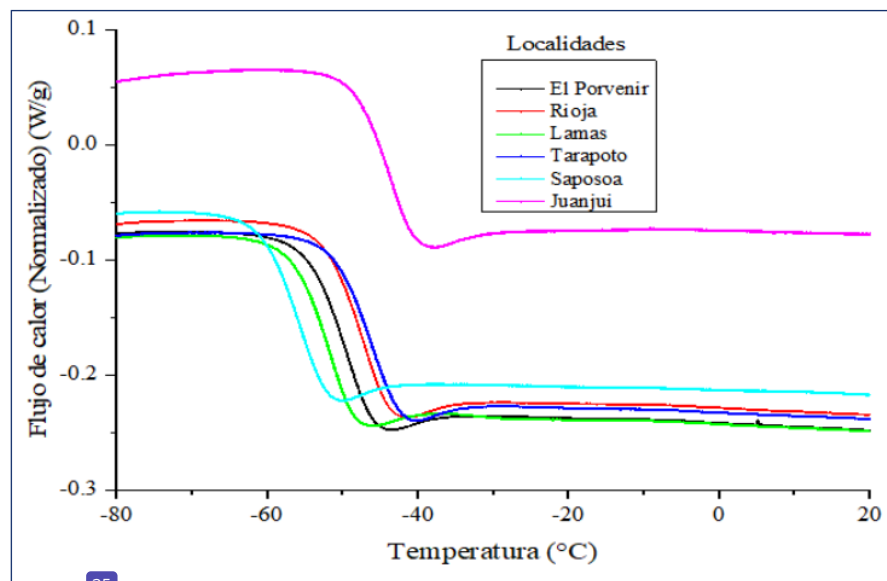
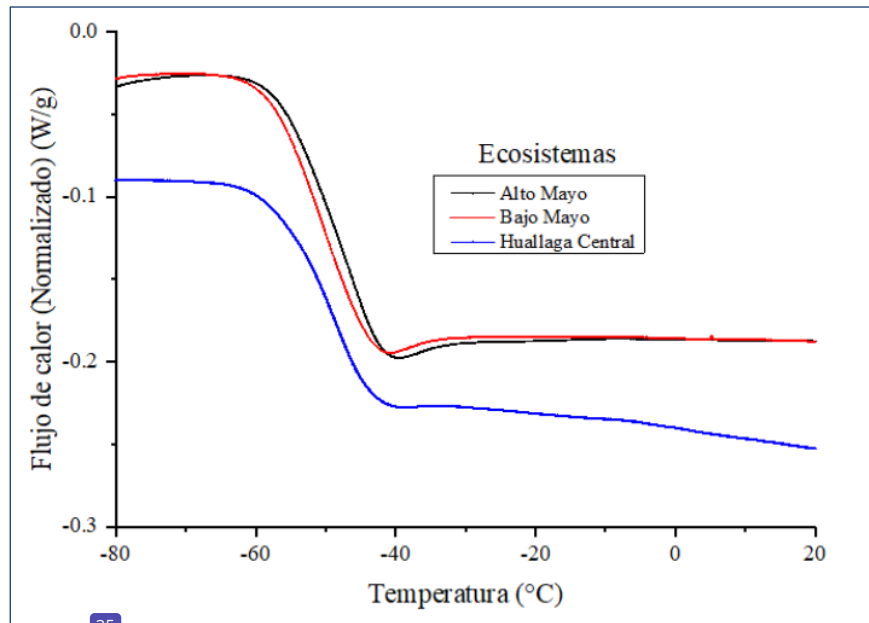
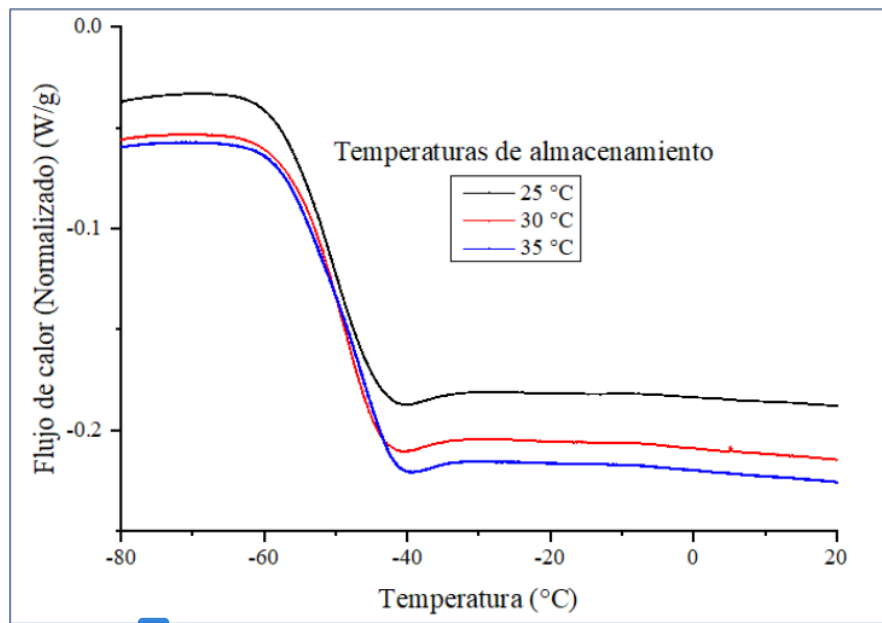


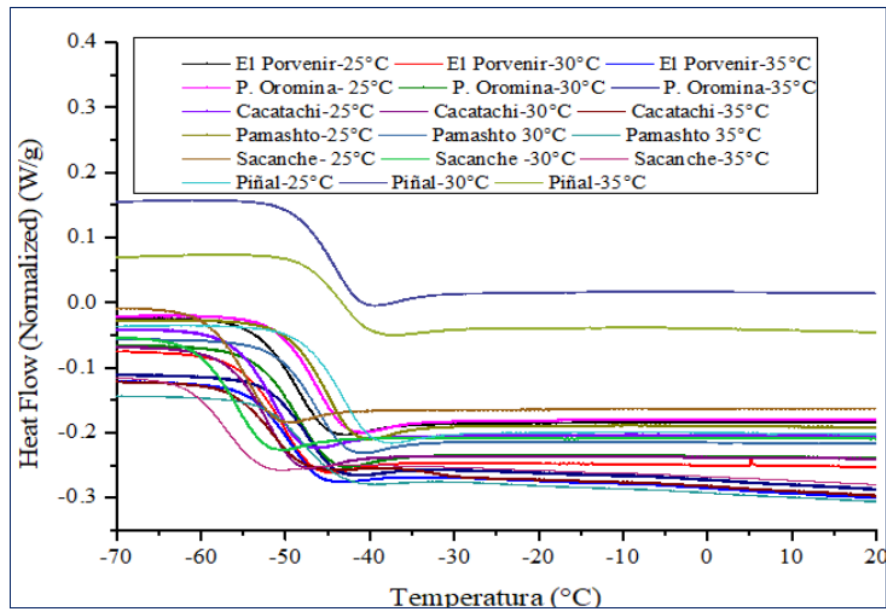
Figura 6. Termograma de Flujo de calor de mieles por localidades muestreadas



35 **Figura 7.** Termograma de flujo de calor de mieles por ecosistemas



24 **Figura 8.** Termograma de Flujo de calor de mieles por temperatura de almacenamiento.



**Figura 9.** Termograma de flujo de calor de mieles para los diferentes tratamientos

El termograma en la figura 7, muestra la pérdida del flujo de calor (HF) de las muestras en función a las temperaturas de calentamiento, es decir que el PT es de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a esta temperatura la variación de HF es de  $0,0225\text{ W/g}$ . Las muestras provenientes de Alto Mayo y Bajo Mayo tienen un comportamiento similar ( $P > 0.05$ ), a diferencia de lo que ocurre en las muestras del Huallaga Central, esto se debe a las características físico químico de las muestras incluidas de las condiciones de cosecha, la temperatura media, flora y la precipitación (Medina-Cuellar, 2014). Las Tg obtenidas para la miel en los ecosistemas de Alto Mayo y Bajo Mayo son sustancialmente mayores que para mieles del Huallaga Central, esto se debe a que los cristales endotérmicos son más heterogéneos (Lupano, 1997).

En las figuras 8 y 9 se observa que, a medida que el flujo de calor disminuye debido a una mayor temperatura de almacenamiento, ocurren en la miel una serie de modificaciones físicas (cambios en la capacidad calorífica y la temperatura de transición vítrea) y químicas (Lupano, 1997). Estas modificaciones físicas y químicas están relacionadas con la composición de la miel que en su mayoría está conformada por fructosa, glucosa y una pequeña cantidad de sacarosa

El comportamiento de las curvas de las figuras 8 y 9 indica claramente la fusión de una fase cristalina, es decir que a las temperaturas de almacenamiento empleadas



sufren una transición de primer orden, esto sucede en muestras de textura viscosas como la miel (Biliaderis, 1990).

El flujo de calor a estas temperaturas oscila entre  $-0.199$  y  $-0.126$  W/g y los valores de  $T_g$  entre  $-48,98$  y  $-50,34$  °C, mientras que la capacidad calorífica está entre de  $0,968$  y  $1,491$  J/g°C.

Además, podemos mencionar la superposición que existe entre las temperaturas  $-30$  y  $35$  °C, esto se debe específicamente a que la miel almacenada a las temperaturas consideradas en el presente trabajo sufre una fusión de cristales (Lupano, 1997); el mismo autor menciona que a temperaturas de almacenamiento por encima de  $20$  °C se mantiene ausente las transiciones endotérmicas, sin embargo, en nuestro estudio esta característica se presenta ( $T_g$ ) para los diferentes tratamientos.

## CONCLUSIONES

- Se realizó la caracterización térmica de las mieles cuyas propiedades corresponden a la interacción de las Localidades Vs Temperaturas. Se presenta los resultados para las localidades; en el primer pico referente a PT se encuentran entre  $-61,13^{\circ}\text{C} \pm 1,12$  y  $-49,05^{\circ}\text{C} \pm 0,85$ , la H  $2,16 \text{ J/g} \pm 0,56$  y  $1,22 \text{ J/g} \pm 0,35$  Onset de  $-67,51 \pm 1,00$  y  $-56,67 \pm 1,84^{\circ}\text{C}$ , en el segundo pico de evaluación el  $\text{PT}_2$  se encontró en  $-52,35^{\circ}\text{C} \pm 1,23$  y  $39,85^{\circ}\text{C} \pm 0,84$ , la Entalpia- $\text{H}_2$   $2,33 \pm 0,52$  a  $2,88 \pm 0,47 \text{ J/g}$  el Onset- $\text{OS}_2$  -  $55,72^{\circ}\text{C} \pm 1,67$  y  $-44,13^{\circ}\text{C} \pm 0,79$ . La HF varió entre  $-0,16 \text{ W/g} \pm 0,03$  y  $-0,25 \text{ W/g} \pm 0,15$ , finalmente el Flujo de calor – HF estuvo en el rango de  $1,08 \text{ J/(g}\cdot^{\circ}\text{C)} \pm 0,20$  y  $1,36 \text{ J/(g}\cdot^{\circ}\text{C)} \pm 0,24$ . La temperatura como factor presentó en el primer pico el PT se encuentran entre  $-54,10^{\circ}\text{C} \pm 4,11$  y  $-55,15^{\circ}\text{C} \pm 4,23$ , la H  $1,60 \text{ J/g} \pm 0,34$  y  $1,85 \text{ J/g} \pm 0,52$  Onset de  $-61,34 \pm 4,17$  y  $-62,71 \pm 4,19^{\circ}\text{C}$ , en el segundo pico de evaluación el  $\text{PT}_2$  en  $-44,92^{\circ}\text{C} \pm 4,05$  y  $46,03^{\circ}\text{C} \pm 4,30$ ; la Entalpia- $\text{H}_2$   $2,52 \pm 0,56$  a  $2,69 \pm 0,46 \text{ J/g}$  el Onset- $\text{OS}_2$   $-48,50^{\circ}\text{C} \pm 3,58$  y  $-49,19^{\circ}\text{C} \pm 4,95$ ; la HF varió entre  $-0,14 \text{ W/g} \pm 0,04$  y  $-0,23 \text{ W/g} \pm 0,11$ , finalmente la HC oscila entre  $1,04 \text{ J/(g}\cdot^{\circ}\text{C)} \pm 0,20$  y  $1,45 \text{ J/(g}\cdot^{\circ}\text{C)} \pm 0,19$ . Para los Ecosistemas Vs Temperatura, para el PT presentaron una alta diferencia significativa ( $P < 0,001$ ) con el  $R^2$  de 82,39% de ajuste, la H para el primer y segundo pico de deformación de los ecosistemas y primer pico para las temperaturas si presentan diferencias significativas ( $P < 0,001$ ), la OS para los ecosistemas presenta diferencia significativa ( $P < 0,001$ ), presenta un  $R^2$  del 76,14%; el Tg presentan una diferencia significativa ( $P > 0,001$ ), el R2 presento un grado ajuste reducido del 63,79. El HF sus medias están entre  $-0,2099$  a  $-0,1164 \text{ W/g}$  para el factor ecosistema, mientras que para temperatura vario de  $-0,1258$  a  $-0,1989 \text{ W/g}$ , el HC los ecosistemas de Alto Mayo y Huallaga Central no presentan diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), mientras que para el factor temperatura de  $30$  y  $35^{\circ}\text{C}$  no mostraron significancia ( $P > 0,05$ ).
- La georreferenciación realizada indicó que las muestras provenían de localidades de Alto Mayo (Rioja: El Porvenir y Moyobamba: San José del Morro), Bajo Mayo (Lamas: Pamashto y San Martín: Cacatachi) y Huallaga Central (Huallaga: Sacanche y Mariscal Cáceres: Piñal), que se encuentran entre  $850$ ,  $540$  y  $390$  msnm, pertenecientes al Bosque Seco Oriental y al Bosque Muy Húmedo Premontano.
- Los termogramas presentan transiciones vítreas para todas las localidades muestreadas de alrededor de  $-44,35$  y  $-56,77^{\circ}\text{C}$  y un flujo de calor ( $\text{W/g}$ ) oscilante entre  $0,05$  y  $-0,09$  ( $\text{W/g}$ ) característica propia de las mieles. Las mieles procedentes

del Alto Mayo y Bajo Mayo tienen un comportamiento similar ( $P > 0.05$ ), es decir que a partir de la temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$  el flujo de calor es constante a diferencia del Huallaga Central. Para las muestras provenientes de los ecosistemas de Alto Mayo y Bajo Mayo los valores obtenidos para el flujo de calor son mayores que los del Huallaga Central, esto se debe a que los cristales endotérmicos son más homogéneos.

## RECOMENDACIONES

- Determinar las propiedades térmicas en otras zonas para ampliar el estudio de las mieles en la región San Martín.
- Determinar otras condiciones para verificar el comportamiento de otras mieles en otras especies y su descomposición exotérmica.
- Adicionar agua para evaluar el comportamiento de la transición vítrea de otras muestras.
- Evaluar otras combinaciones de temperaturas y tiempo diferentes a la de este estudio para verificar en qué rango se pueden presentar cambios fisicoquímicos y sensoriales que pueden afectar la calidad de la miel.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvis, A., L. Cortés y M. Páez; Transferencia de calor y materia durante la fritura de trozos de ñame (*Dioscórea alata*). *Información Tecnológica* 20(1), 99-109(2009).
- Biliaderis, C. G. (1990) Thermal analysis of food carbohydrates. In *Thermal Analysis of Foods*, eds V. R. Harwalkar and C.-Y. Ma, pp. 168±220. Elsevier Applied Science, Cambridge.
- Britto, B. (2017). Actualización de las ecorregiones terrestres de Perú propuestas en el libro rojo de plantas endémicas del Perú. *Gayana. Botánica*, 74(1), 15-29.
- Cordella, C.; Antinelli, J. F.; Aurieres, C.; Faucon, J. P.; Cabrol-Bass, D.; Sbirrazzuoli, N. 2002. Use of differential scanning calorimetry (DSC) as a new technique for detection of adulteration in honeys. 1. Study of adulteration effect on honey thermal behavior. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 50, 203–208.
- Food Fraud Database (2016). <https://www.foodfraud.org/> Accessed: 02/09/16.
- FoodSHIELD (2016). <https://www.foodshield.org/> Accessed: 02/09/16.
- Gobierno Regional de San Martín – GORESAM (2021). "Plan desarrollo Regional Concertado 2021. Revisado de agosto 2021. <https://www.regionsanmartin.gob.pe/OriArc.pdf?id=67424>
- Habib H. M., Al Meqbali, F. T., Kamal, H., Souka U. D. and Ibrahim W. H., (2014). "Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions,". *Food Chemistry*, vol. 153, pp. 35-43.
- Kántor, Z., Pitsi, G. & Thoen, J., 1999. Glass Transition Temperature of Honey as a Function of Water Content As Determined by Differential Scanning Calorimetry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(6), pp.2327–2330. Available at: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf981070g> [Accessed February 7, 2018].
- Karabagias, I. Badeka, K. A. Kontakos, S. Karabournioti, S. and Kontominas, M. G., (2014). "Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics," *Food Chemistry*, vol. 146, pp. 548-557.
- Kuś, PM y van Ruth, S. (2015). Discriminación de mieles uniflorales polacas usando huellas dactilares generales de PTR-MS y HPLC combinadas con quimiometría. *LWT-Ciencia y tecnología de los alimentos*, 62 (1), 69-75.

- Levenson, D.A.; Hartel, R.W. 2005. Nucleation of amorphous sucrose–corn syrup mixtures. *Journal of Food Engineering*, 69, 9-15.
- Lupano, C. E. (1997). DSC study of honey granulation stored at various temperatures. *Food Research International*, 30(9), 683-688.
- Manresa, 2005. Clasificación de mieles de abeja uniflorales mediante propiedades químicas, físicas y sensoriales. Tesis. Universidad de La Habana, Instituto de farmacia y alimentos. La Habana, Cuba.
- Medina-Cuéllar, S. E., Portillo-Vázquez, M., García Álvarez-Coque, J. M., Terrazas-González, G. H., & Alba-Nevárez, L. L. (2014). Influencia del ambiente sobre la productividad de la segunda cosecha de miel de abeja en Aguascalientes de 1998 a 2010. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 20(2), 159-165.
- Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de Argentina (2015). Estudio de mercado de la miel. Recuperado de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/2349/PI%20-%20DUBOSCQ%20DIAZ%20%20RODRIGUEZ%20ANDREATTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NTP (Norma Técnica Peruana 209.168). 1999. Miel: Definiciones, requisitos y rotulado. 2da edición. Elaborado por la comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales [CRT] del Instituto Nacional de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI]. Aprobado en 1999 –oct-20. Lima: INDECOPI- CRT. 13p.
- Rahman, S.; (1995). *Food properties handbook*. ((p. 34)239). Boca Ratón, FL; CRC Press
- Ruiz, 2004. "Cadena agroalimentaria de la miel de abeja (*Apis mellifera*) en México de 1994 A 2003", Tesis, UAAAN, Saltillo, Coahuila.
- Salamanca G., Osorio M y Reyes L., (2017). Propiedades fisicoquímicas de mieles monoflorales de encenillo de la zona altoandina en Boyacá, Colombia. *Quim. Nova*, Vol. 40, No. 8, 854-864, 2017. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170084>
- Singh, R.P.; (2000). Moving boundaries in food engineering, *Journal Food Technology* 54(2), 44-53.
- Sobrino-Gregorio, L. et al., 2017. Thermal properties of honey as affected by the addition of sugar syrup. *Journal of Food Engineering*, 213, pp.69–75. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877417300596> [Accessed

February 7, 2018].

- Sopade P. A. Halley, P. J. Junming, L. L. 2004. Gelatinisation of starch in mixtures of sugars. I Dynamic rheological properties and behaviours of starch- honey systems. In *Journal of Food Engineering*. Volumen 61, Issue 3, February 2004, Pages 439-448.
- Soria, A.C.; Gonzalez, M.; de Lorenzo, C.; Castro-Martínez, I.; Sanz, J.; (2004). *Food Chem.* 85, 121.
- Suriñach, S., Baro, M. D., Bordas S., Clavaguera N., Clavaguera-Mora M. T. (1992) La calorimetría diferencial de barrido y su aplicación a la Ciencia de Materiales. *BOL. SOC. ESP. CERAM. VIDR.* 31 (1992) I, 11-17.
- Sweat, V. E. 1985. Thermal conductivity of foods: Present state of the data. *ASHRAE Trans.* 91:299-311.
- Wang, J.; Li, Q.; (2011). En *Chemical Composition, Characterization, and Differentiation of Honey Botanical and Geographical Origin*; Taylor, S. L., eds.; *Adv. Food Nutr. Res.* cap. 3.

# Propiedades térmicas de mieles en tres ecosistemas de la región San Martín

## INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="http://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional Agraria de la Selva Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://tesis.unsm.edu.pe">tesis.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://www.scielo.cl">www.scielo.cl</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec">repositorio.educacionsuperior.gob.ec</a> Fuente de Internet	1%



9	1library.co Fuente de Internet	1 %
10	pdfcoffee.com Fuente de Internet	1 %
11	www.scielo.br Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	<1 %
14	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	Larissa Antunes, André Katayama Yamada, Adriana Pertille. "EFFECTS OF BETA-HYDROXY-BETA-METHYL BUTYRATE IN MUSCLE REGENERATION OF RATS", Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2018 Publicación	<1 %
17	revistas.ufps.edu.co Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1 %

---

19	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	<1 %
20	Pasarán Sánchez César. "Redes interpenetradas de polímeros que contienen diacetileno", TESIUNAM, 2018 Publicación	<1 %
21	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad de Cartagena Trabajo del estudiante	<1 %
23	addi.ehu.es Fuente de Internet	<1 %
24	Tafoya Olivos Laura Jeanine. "Efecto de la alta presión hidrostática sobre enzimas hidrolasas : endoinulinasa y endoproteasa", TESIUNAM, 2021 Publicación	<1 %
25	codepisam.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
26	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
27	cybertesis.uach.cl Fuente de Internet	<1 %
28	elyex.com Fuente de Internet	<1 %

---

29

Submitted to Morgan Park High School

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

30

7a419808-7964-44ec-8a4a-  
17f0e520842d.filesusr.com

Fuente de Internet

&lt;1 %

31

Submitted to Hudson Valley Community  
College

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

32

Submitted to Universidad de Salamanca

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

33

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

&lt;1 %

34

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

&lt;1 %

35

Cedillo Vallejo Aimé, Martínez Castellanos  
Nancy Rebeca. "Formación y caracterización  
de termogeles de Quitosán/ $\beta$ -glicerofosfato  
de sodio y Quitosán-alcohol polivinílico",  
TESIUNAM, 2011

Publicación

&lt;1 %

36

repositorio.uchile.cl

Fuente de Internet

&lt;1 %

37

colposdigital.colpos.mx:8080

Fuente de Internet

&lt;1 %

38

es.scribd.com

Fuente de Internet

&lt;1 %

39	<a href="http://riunet.upv.es">riunet.upv.es</a> Fuente de Internet	<1 %
40	<a href="http://www.regionsanmartin.gob.pe">www.regionsanmartin.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
41	Christian Vela, Siever Morales-Cauti. "Effect of supplementation with organic acids on productive and reproductive parameters in guinea pigs", Revista de Ciencias Agrícolas, 2020 Publicación	<1 %
42	Submitted to Universidad de las Islas Baleares Trabajo del estudiante	<1 %
43	<a href="http://repositorio.chapingo.edu.mx:8080">repositorio.chapingo.edu.mx:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://repositorio.uaaan.mx:8080">repositorio.uaaan.mx:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://revistas.uach.cl">revistas.uach.cl</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo