

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN**

**UNAN – LEÓN**

**Área de conocimiento de Ciencias y Tecnología**

**Área de conocimiento de Química**

**Licenciatura en Química**

**Trabajo monográfico para optar al título de Licenciada en Química**

**“ESTUDIO DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA MIEL DE ABEJA Y MIELES COMERCIALIZADAS EN LA CIUDAD DE LEÓN EN EL PERIODO DE MAYO-SEPTIEMBRE 2023”**



**Elaborado por:**

- **Br. Joseling María Salgado Darce**
- **Br. Betty Janett Ayestas Montalván**

**Tutor:**

**PhD. Sergio López Grio**

**Msc. Fabio José Pallaviccini Narváez**

***“2024: 45/19 LA PATRIA, LA REVOLUCION!”***

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN**

**UNAN – LEÓN**

**Área de conocimiento de Ciencias y Tecnología**

**Área de conocimiento de Química**

**Licenciatura en Química**

**Trabajo monográfico para optar al título de Licenciada en Química**

**“ESTUDIO DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA MIEL DE ABEJA Y MIELES COMERCIALIZADAS EN LA CIUDAD DE LEÓN EN EL PERIODO DE MAYO-SEPTIEMBRE 2023”**



**Elaborado por:**

- **Br. Joseling María Salgado Darce** \_\_\_\_\_
- **Br. Betty Janett Ayestas Montalván** \_\_\_\_\_

**Tutor:**

**PhD. Sergio López Grio** \_\_\_\_\_

**Msc. Fabio José Pallavicini Narváez** \_\_\_\_\_

**“2024: 45/19 LA PATRIA, LA REVOLUCION!”**

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecemos a Dios que nos ha guiado y dado la fortaleza para salir adelante, por permitirnos tener buena experiencia dentro de la universidad.

Gracias a nuestra universidad por permitirnos convertirnos en profesionales, gracias a cada maestro que hizo parte de este proceso integral de formación.

A nuestros padres y familiares por siempre tener fe, comprensión con nosotras y darnos palabras de aliento para no rendirnos.

## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a nuestros padres, por siempre apoyarnos, por estar incondicionalmente en cada paso que damos, por su lucha en formarnos en personas de bien, con buenos valores lo cual nos ha ayudado a salir adelante para culminar nuestros estudios.

## Contenido

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	3
II.1 Objetivo general.....	3
II.2 Objetivos específicos.....	3
III. JUSTIFICACIÓN .....	4
IV. HIPÓTESIS.....	5
V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
VI. ANTECEDENTE.....	7
VII. MARCO TEORICO .....	9
VII.1 GENERALIDADES .....	9
VII.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO.....	9
VII.2 PARÁMETROS A ANALIZAR. ....	11
VII.2.1 HUMEDAD.....	11
VII.2.2 VISCOSIDAD .....	11
VII.2.3 GRADOS BRUX .....	11
VII.2.4 CONTENIDO DE SUSTANCIAS MINERALES (CENIZAS) .....	11
VII.2.5 ACIDEZ.....	12
VII.2.6 CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES EN MIEL .....	12
VII.3 REFRACTOMETRÍA .....	12
VII.4 VARIABLES QUE AFECTAN LAS MEDICIONES DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN.....	12
VII.4.1 TEMPERATURA.....	12
VII.4.2 LONGITUD DE ONDA.....	13
VII.4.3 PRESIÓN .....	13
VII.5 USOS DEL PRODUCTO .....	13
VII.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA .....	14
VII.6.1 COMPOSICIÓN DE LA MIEL DE ABEJA.....	14
VII.6.2 AGUA.....	14
VII.6.3 AZÚCARES TOTALES .....	14
VII.6.4 ÁCIDOS .....	15
VII.6.5 PROTEÍNA.....	15
VII.6.6 CENIZAS.....	16
VII.7 FUNDAMENTO DEL MÉTODO .....	16

VII.7.1 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL.....	16
VII.7.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES.....	16
VII.7.3 DETERMINACIÓN DE LAS CENIZAS.....	16
VII.7.4 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD .....	16
VII.7.5 DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD .....	16
VII.7.6 FLUIDOS NEWTONIANO.....	17
VII.8 REFRACTÓMETRO: MEDICIÓN DE HUMEDAD .....	17
VII.8.1 REFRACTÓMETRO DE INMERSIÓN.....	19
IX. Norma Técnica Nicaragüense de la miel de abeja.....	21
X. DISEÑO METODOLÓGICO.....	21
X.1 REACTIVOS .....	21
X.2 EQUIPOS Y MATERIALES .....	22
X.3 PROCEDIMIENTOS.....	23
X.3.1. ACIDEZ DE LA MIEL.....	23
X.3.1.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.....	23
X.3.1.2 CÁLCULOS.....	23
X.3.2 SÓLIDOS INSOLUBLE .....	24
X.3.2.1 CÁLCULOS.....	24
X.3.3 HUMEDAD POR GRADO BRIX.....	25
X.3.4 CENIZA.....	25
X.3.4.1 CÁLCULOS.....	25
X.3.5 VISCOSIDAD POR EL MÉTODO OSTWALD .....	26
X.3.5.1 CÁLCULOS.....	26
.....	27
XI. Análisis de resultados.....	28
XI.1 acidez de la miel.....	28
XI.2 SÓLIDOS INSOLUBLES.....	32
XI.3 HUMEDAD POR GRADO BRIX.....	33
XI.4 CENIZA.....	35
XI.5 VISCOSIDAD POR EL MÉTODO OSTWALD .....	37
XII. CONCLUSIONES .....	38
XIII. RECOMENDACIONES.....	40
XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA.....	41





## I. INTRODUCCIÓN

La miel es la sustancia natural dulce producida por la abeja *Apis mellifera*, su composición es compleja y los carbohidratos representan la mayor proporción, dentro de los que destacan la fructosa y glucosa, pero contiene una gran variedad de sustancias menores dentro de los que destacan las enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, antioxidantes, vitaminas y minerales. La composición de la miel depende de diversos factores tales como la contribución de la planta, suelo, clima y condiciones ambientales, principalmente.

La apicultura es perfectamente compatible con otras actividades económicas tales como la agricultura; preferiblemente intensiva de hortalizas, flores y frutales, lo que la hace que se presente una gran sinergia con la producción agrícola la cual es una de las principales en la economía nacional. Es en este contexto económico y social del sector apícola es que el análisis de la importancia de la producción de miel busca conocer y entender el estado del sector y su funcionamiento para fomentar la competitividad del mismo a nivel nacional como internacional. En el contexto nicaragüense, la apicultura orgánica es la más practicada, pese a que solamente el 19% de la producción está debidamente certificada y tan sólo el 31% de los apicultores cuentan con la certificación necesaria para distribuir miel orgánica. [ ]

El desarrollo de las sociedades humanas se ha sustentado en el aprovechamiento de los recursos naturales como en el caso de la miel, la cual se produjo mucho antes de la aparición del hombre en la tierra. Aunque la historia de la apicultura tiene sus raíces en los primeros asentamientos humanos, existen evidencias arqueológicas de que la miel bien pudo utilizarse como alimento desde el periodo Mesolítico, esto es 7000 años a.C. También se sabe que la primera referencia escrita para la miel es una tablilla Sumeriana, fechada entre los años 2100-2000 a.C.; dicha tablilla también menciona el uso de la miel como droga y como un ungüento. Por ello se afirma que la miel ha sido usada con propósitos médicos y nutricionales.

Se estima que la miel es la medicina más antigua conocida y que en muchas razas fue prescrita por médicos para una variedad de enfermedades. Los antiguos egipcios, asirios, chinos y romanos usaron la miel en combinación con otras hierbas



para tratar heridas y enfermedades del intestino. En la Grecia antigua, Aristóteles afirmaba que la miel podría aplicarse como un ungüento para las heridas y el dolor de ojos. Dioscórides alrededor del año 50 d.C. recomendaba a la miel para el tratamiento de quemaduras del sol, manchas en la cara y todas las pudrientas y huecas úlceras. [3]

El uso de la miel como un agente terapéutico ha continuado dentro de la medicina popular hasta nuestros días. En la India, la miel de loto se usa para tratar enfermedades de los ojos. Otros ejemplos de los actuales usos de la miel en la medicina tradicional son: como terapia para piernas ulcerosas infectadas, dolor de oídos, tratamiento tópico de la rubeola y sarampión, úlceras gástricas y dolor de garganta. Hoy se sabe que el poder antibacteriano de la miel se debe principalmente a las inhibinas. Estas inhibinas consisten en peróxido de hidrógeno, flavonoides y ácidos fenólicos, además de otras sustancias sin identificar, aunque otros investigadores atribuyen la capacidad antibacteriana de miel a la combinación de propiedades tales como su alta osmolaridad, bajo pH, presencia de sustancias volátiles y bajo valor de actividad de agua. También se ha demostrado que la miel sirve como una fuente natural de antioxidantes, los cuales son efectivos para reducir el riesgo de enfermedades del corazón, sistema inmune, cataratas y diferentes procesos inflamatorios. La miel permaneció como el único endulzador primario natural disponible hasta el pasado Siglo XIX, cuando su consumo fue superado por el azúcar de caña o azúcar de remolacha, y más tarde por azúcares derivados del maíz. Hoy en día se acepta que la miel puede ser además un alimento protector, ya que tiene un gran número de sustancias que actúan de esa manera incluyendo el ácido ascórbico, péptidos pequeños, flavonoides, tocoferoles y enzimas, pudiendo ser una alternativa natural al uso de aditivos alimentarios para controlar el encafecimiento enzimático durante el procesamiento de frutas y verduras, así como ingrediente en la elaboración de jugos y conservas alimenticias, y en muchos otros alimentos para inferirles propiedades sensoriales propias de la miel.[4]



## II. OBJETIVOS

### II.1 Objetivo general

- Determinar la calidad de la miel de abeja obtenida por apicultores y miel comercializada en centros de compra a través de parámetros físicos-químicos.

### II.2 Objetivos específicos

1. Seleccionar las muestras de estudio empleada en el análisis.
2. Determinar la humedad por grado brix.
3. Evaluar el porcentaje de Ceniza.
4. Identificar los Sólidos totales.
5. Detallar la Viscosidad por el método de Ostwald.
6. Comparar los datos obtenidos con los presentados en la norma NTON-03030-00 (NORMA TECNICA NICARAGUENSE DE LA MIEL DE ABEJA)



### III. JUSTIFICACIÓN

Presentamos este trabajo investigativo con el propósito de determinar la calidad de las mieles comerciales y las mieles extraídas directamente del panal.

Ya que la principal preocupación de los consumidores, es comprar la miel en los mercados o ventas libres y no saber si está o no adulterada con edulcorantes y perseverantes de menor valor como lo es la sacarosa, jarabe de maíz, entre otros, para obtener beneficios económicos sin importarla calidad de ella. Por lo que son una desventaja para el organismo provocando enfermedades riesgosas como: resistencia a la insulina, diabetes tipo 2, síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares.



## IV. HIPÓTESIS

La adulteración de la miel de manera deliberada por parte de los operadores del comercio de este producto o de apicultores que inescrupulosamente agregan en forma directa como sustitutos artificiales de menor valor, constituye un gran fraude económico, pues algunos apicultores motivados por una mayor ganancia económica tienden a adulterar la miel.

Una adulteración muy frecuente de la miel es el agregado de una sustancia denominada "glucosa comercial" o "glucosa de maíz", ya que ésta contiene sustancias llamadas dextrinas, que no permiten que la miel se "azucare". Además, como este producto es de menor costo comparado con los demás jarabes, representa a quien comercializa la miel un beneficio económico. El jarabe de maíz es un edulcorante líquido isoglucoso, creado a partir del almidón o fécula maíz. [5]

Lo que nos lleva a hacernos la siguiente pregunta.

¿Las mieles estudiadas han sido o no adulteradas?



## V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se dice que, adulteración es cualquier cambio que pueda ocurrirle a alguna cosa o producto en su estado natural, sus características o cualidades.

La miel comercial comprada en tiendas experimenta un procesamiento excesivo; la pasteurización de la miel se realiza cuando la miel se calienta a unos 70 grados centígrados. Sin embargo, la temperatura de la colmena sólo puede llegar a los 40 grados.

Debido a esto, la miel comercial pierde todas sus características naturales. Es excesivamente filtrada debido a esto tiende a perder los ricos valores nutricionales, y la miel es mucho más clara y suave. La miel comercial también puede contener jarabe de azúcar y como resultado, sólo se consumen azúcares artificiales, pero en diferentes formas.

En cambio, se denomina miel pura al producto que fabrican las abejas, sin ningún tipo de añadido. Y esta es la que se recolecta tal cual de la colmena y va directamente al envase. La miel no tratada o pura tiene características evidentes, ya que su color es oscuro y de aspecto espeso, contiene casi siempre restos del panal. [6]

¿Sabemos si la miel que compramos es realmente miel pura?



## VI. ANTECEDENTE

La determinación y cuantificación del contenido de azúcares individuales en miel de abeja y otros productos naturales dulces como jugos y néctares constituye una estrategia para evaluar la calidad y detectar la posible adulteración. La adulteración de la miel de abeja constituye un fraude que se lleva a cabo al añadir endulzantes o edulcorantes baratos que merman su calidad nutricional y sus propiedades medicinales. Ejemplos de sustitutos artificiales endulzantes de menor valor que son usados en la práctica de adulteración de la miel son: el jarabe de maíz enriquecido en glucosa, jarabe de maíz enriquecido en fructosa, así como la sacarosa (azúcar de mesa) en forma de jarabe. [6]

En el artículo Repositorio Institucional RIUMA de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-LEON se realizó el análisis de la producción de miel de abeja en Nicaragua y las principales limitaciones del sector apícola para exportación a la unión europea. [7]

Se dice que nivel internacional existe una tendencia creciente en el consumo de productos naturales. La miel se ha convertido en uno de los edulcorantes naturales con mayor demanda en el mercado mundial y asociado a eso sus propiedades medicinales la hacen muy atractiva no solamente para la industria alimenticia, sino también para la industria farmacéutica y cosmética.

El 80% de la miel nicaragüense es exportada a granel (en barriles de 300 Kg), de ese total la mayoría es orgánica. Esta comercialización se caracteriza por ser dominada por pocos actores, estableciendo precios y formas de pago a los micros y pequeños apicultores; los principales mercados de la miel son: Alemania, Italia, Bélgica, Francia en la Unión Europea, también Estados Unidos, Costa Rica, Honduras y Japón. La miel orgánica (que se exporta) pasa por estrictos controles de calidad desde su producción hasta su comercialización, además el MAGFOR debe extender un certificado sanitario para que el producto pueda salir del país, se estima que el 20% de la producción nacional de miel se consume en el mercado local (vendida a granel y/o fraccionada)



a diferencia de la miel certificada, la miel convencional (en caso de no tener registro sanitario) no pasa por controles de calidad. Las especificaciones de calidad que en general los compradores exigen son: porcentaje de humedad (18% óptimo), buen color, pura, limpia y con certificado sanitario del ente regulador.

En Nicaragua Abril, 2015 se realizó un estudio sobre el acceso y competitividad de la miel natural de abeja nicaragüense al mercado centroamericano, con el objetivo de determinar la calidad de la miel para su debida exportación, el estudio se realizó para identificar la capacidad de producción, exportación y evaluar la posición competitiva de Nicaragua, analizando los problemas que afectan al acceso a este mercado, los resultados revelaron que Nicaragua es un país con muchas ventajas comparativas que le permiten producir orgánicamente la miel natural.

Determinación de humedad en mieles y adulteración de Azucares en la miel, Esta práctica de laboratorio fue encaminada a determinar qué porcentaje de humedad contenía la miel pura, los grados brix de un jugo natural y una fruta, y por último la cantidad de sólidos de azúcar disueltas en agua. La determinación de humedad fue hallada con instrumentos como el refractómetro y el aerómetro donde en el caso de la miel se efectuó una formula teórica que funciona solo para mieles:

$100 - (\text{lectura del refractómetro} + 1.4) = \% \text{ humedad,}$

Donde 1.4 es el factor de corrección. A diferencia de las otras sustancias como el jugo y la manzana, a la miel no se le tomaron los datos directamente, sino de forma indirecta haciendo una dilución en agua debido a que el refractómetro mide un porcentaje de 0 a 30% y la miel pura sobrepasa estos límites. [8]



## VII. MARCO TEORICO

### VII.1 GENERALIDADES

Se entiende por miel la sustancia dulce natural producida por abejas *Apis mellifera* a partir del néctar de las plantas, de secreciones de partes vivas de éstas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje. [9]

#### VII.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

La miel está compuesta mayormente por agua, azúcares, ácidos orgánicos y minerales. El azúcar representa de 95 a 99% de la materia seca. La mayoría de los azúcares son simple glucosa y fructuosa. El agua es el segundo elemento en importancia y se debe tener siempre en consideración que solo mieles con un contenido inferior a 18% de agua no tienen riesgo de fermentarse.

Las características físicas relevantes de la miel son las siguientes:

- Viscosidad
- Densidad
- Higroscopia (capacidad de absorber o ceder humedad al medio ambiente)
- Tensión superficial
- Propiedades Caloríficas
- Color
- Cristalización

La miel recién extraída es un líquido viscoso, siendo la viscosidad un parámetro técnico de gran importancia en su procesamiento, ya que reduce el flujo de ésta durante la extracción, bombeo, reposo, filtrado, mezclado y embotellado.



La miel es un producto de carácter higroscópico que absorbe agua del medio ambiente, lo que representa una ventaja en productos terminados, pero a su vez esto podría ser una desventaja en el almacenamiento. A mayor humedad relativa, mayor será la absorción de agua del ambiente de la miel.

La densidad de la miel es mayor que la del agua, a menor contenido de agua mayor la densidad de la miel. La baja tensión superficial la convierte en un excelente compuesto para productos cosméticos. La tensión superficial varía con el origen de la miel, probablemente debido a su carácter coloidal. La alta viscosidad y la baja tensión superficial son las responsables de las características espumosas de la miel. El color en la miel líquida varía desde clara como el agua hasta el color negro. Éste varía con el origen botánico, edad y condiciones de almacenamiento, pero la claridad o transparencia dependen del polen superficial. Los colores menos comunes son amarillo brillante, rojizo o verde. [9]

El sabor también depende de las fuentes nectaríferas. Por eso la miel de diferentes regiones y de diferentes períodos de la afluencia de néctar, tiene variaciones de sabor y color. Generalmente la miel más oscura tiene un sabor más fuerte. La cristalización de la miel, es resultado de la formación de cristales mono hidratos de glucosa, que varían en tamaño y forma dependiendo de la calidad de la miel.

Esto último es otro aspecto a considerar en el mercadeo, no para propósitos de precio, pero sí como un índice de calidad. La mayoría de las mieles se cristalizan a temperaturas ambientes (la cristalización no ocurre con temperaturas superiores a 25°C y menores de 5°C), tornando más clara la miel debido a la presencia de los cristales de glucosa, de color blanco. La cristalización no es atractiva para el consumidor, en cuanto la asocian con descomposición de la miel, la perciben como adición de agua y azúcar.

Esta apreciación obedece a la falta de conocimiento del consumidor, lo cual puede ser subsanado a través de una campaña publicitaria, que manifieste las bondades y características que debe contener una miel de calidad. [10]



## VII.2 PARÁMETROS A ANALIZAR.

### VII.2.1 HUMEDAD

La humedad es una de las características más importantes porque influye en el peso específico, en la viscosidad, en el sabor, y condiciona por ello la conservación, la palatabilidad, la solubilidad y en definitiva el valor comercial. Este mismo menciona que cuando el contenido en agua es superior al 18%, la miel puede fermentar, cambiar el olor, el sabor y tiende a cristalizar. Cuando la humedad está por debajo del 15%, la miel tiene una viscosidad demasiado elevada lo cual obstruye su mejor manejo, además de cristalizar en una masa excesivamente dura. [11]

### VII.2.2 VISCOSIDAD

La viscosidad es la resistencia que tienen las moléculas que conforman un líquido para separarse unas de otras, es decir, es la oposición de un fluido a deformarse y esta oposición se debe a las fuerzas de adherencia que tienen las moléculas de un líquido o fluido con respecto a las otras moléculas del mismo líquido. Los líquidos a diferencia de los sólidos tienen la capacidad de poder fluir, es decir, si se pone en movimiento a un líquido, éste trata de permanecer todo junto, y esto se le atribuye precisamente a su virtud de ser viscoso. [11]

### VII.2.3 GRADOS BRUX

Esta variable se utiliza para evaluar el porcentaje de azúcares totales en la miel. Según Espina y Ordex (1984), la densidad de la miel está en relación directa a su contenido de humedad y este también está relacionado con, los grados brix y viceversa. [11]

### VII.2.4 CONTENIDO DE SUSTANCIAS MINERALES (CENIZAS)

Se acepta como máximo 1.0% en miel de mielada o mezcla de esta y miel de flores de 0.6% para las otras mieles. Según McGregor (1989), el contenido de minerales varía bastante, desde 0.02% a poco más de 1.0%, esto se debe al origen botánico, las condiciones climáticas y la forma de extracción. [11]



### VII.2.5 ACIDEZ

La miel normalmente contiene cantidades mínima de ácidos orgánicos. Al fermentarse la miel aumenta el contenido de ácidos y en esas condiciones la miel ya no puede comercializarse. Ya que esto perjudica la consistencia, color y el sabor. Se acepta como máximo 40 mili equivalente de ácidos por Kg de miel. [11]

### VII.2.6 CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES EN MIEL

Se señala como máximo 0.5% para miel prensada y 0.1% para las otras. Este análisis sirve para evaluar las impurezas que se pueden encontrar en la miel comercializada. Este método se validó cuando una considerable porción de miel producida en todo el mundo era cosechada por el prensado de los panales. Aunque actualmente toda la miel comercializada se extrae de los panales de centrifugación, este análisis mantiene su vigencia como un importante medio de control higiénico. [11]

### VII.3 REFRACTOMETRÍA

El índice de refracción ( $n$ ) de una sustancia es una medida de la velocidad de la luz a través de la sustancia y se define como la razón entre la velocidad de la luz en la sustancia y la luz en el vacío. [12]

### VII.4 VARIABLES QUE AFECTAN LAS MEDICIONES DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN

La temperatura, la longitud de onda y la presión son las variables más comunes que pueden controlarse experimentalmente y afectan el índice de refracción.

#### VII.4.1 TEMPERATURA

La temperatura influye en el índice de refracción de un medio principalmente por el cambio en su densidad. Normalmente, un aumento de la temperatura da lugar a una disminución de la densidad más baja. Por lo tanto, el índice de refracción tiende a disminuir al aumentar la temperatura. [12]

De lo anterior se deduce que para realizar mediciones precisas del índice de refracción debe controlarse la temperatura. Para un líquido promedio las



fluctuaciones de temperatura deben ser menores de  $\pm 0,2$  °C si se requiere una precisión de cuatro lugares, y  $\pm 0,02$  °C para mediciones con cinco cifras.

#### VII.4.2 LONGITUD DE ONDA

El índice de refracción de un medio transparente disminuye gradualmente al aumentar la longitud de onda; este efecto se conoce con el nombre de dispersión normal. [12]

#### VII.4.3 PRESIÓN

El índice de refracción de una sustancia aumenta con la presión debido al consecuente aumento de la densidad. Sin embargo, la variación de la presión atmosférica solo es importante en la medición del índice de refracción en los gases; en las mediciones en líquidos y sólidos se efectos es despreciable. [13]

#### VII.5 USOS DEL PRODUCTO

La miel tiene sus cualidades reconocidas y utilizadas por los seres humanos desde tiempos remotos, como alimento y para endulzar “naturalmente” con un poder de endulzar dos veces mayor que el azúcar de caña.

Sus usos más Comunes son:

1. Miel: Es utilizada como alimento, medicina, en cosméticos y artículos de tocador, así como para combinar en productos industrializados como corn flakes, cereales y otros productos alimenticios.
2. Cera de abejas: Se emplea en cosmética, artículos de tocador, farmacéuticos, abrillantadores y velas.
3. Propóleo: Se emplea como medicina y suplemento dietético. A veces se le conoce como 'cola de abeja'.
4. Polen: El polen se emplea como suplemento dietético.
5. Jalea Real: A veces se la conoce como 'leche de abeja'. Se utiliza en productos de cosmética
6. Veneno: El veneno se valora por sus supuestas cualidades medicinales.



Principales zonas de producción:

Las principales zonas productoras de miel están ubicadas principalmente en la zona central como Boaco. También se da producción en Matagalpa, Chinandega, León (especialmente en el Sauce) y Managua. La zona de El Mombacho es también de gran tradición productora.

El sabor y las propiedades características de la miel dependen de las fuentes nectaríferas. Por eso la miel de diferentes regiones y de diferentes períodos de la afluencia de néctar tiene variaciones de sabor y color. Generalmente la miel más oscura tiene un sabor más fuerte. [13]

## VII.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA

### VII.6.1 COMPOSICIÓN DE LA MIEL DE ABEJA

“La miel varía en sus características físicas y químicas, de acuerdo con la flor de donde procede; si a esto le agregamos que en los trópicos son muy raros los casos en que predomina una sola flor, tenemos que las variantes pueden ser incalculables. No obstante éstas tienen lugar dentro de estrechos límites” (Espina y Ordetx, 1984). Por las variaciones de la composición química de las mieles a continuación se utilizarán datos obtenidos de Piana et al. (1989) y Philippe (1990).

### VII.6.2 AGUA

El contenido de agua es sin duda una de las características más importantes porque influye en el peso específico, en la viscosidad, en el sabor y condiciona por ello la conservación, la palatabilidad y en definitiva el valor comercial.

### VII.6.3 AZÚCARES TOTALES

Los azúcares representan del 95% al 99% de la materia seca de la miel (80–82% del total).

Los dos monosacáridos glucosa y fructosa constituyen el 85–95% de los azúcares totales; en la mayor parte de las mieles la fructosa predomina sobre la glucosa. El contenido de sacarosa es generalmente inferior al 3%, mientras los disacáridos reductores (de los que la maltosa es el principal componente) oscilan alrededor del



7%. Los polisacáridos superiores juegan por su magnitud un papel insignificante, pero son interesantes porque atestiguan las transformaciones ocurridas.

Algunos azúcares proceden del néctar o del mielato y otros se forman como consecuencia de los procesos enzimáticos. Cuando la miel acaba de ser extraída de los panales las transformaciones aún están en acción y continúan manifestándose en tanto las enzimas permanezcan activas. Por ello la miel es un producto vivo; al envejecer se empobrece en monosacáridos y se enriquece en azúcares superiores.

La composición de azúcares reductores es en promedio de 38.19% de D-fructosa, 31.28% de D-glucosa, 1.31% de sacarosa, 7.31% de maltosa y otros disacáridos reductores y un 1.5% de azúcares superiores. [14]

#### VII.6.4 ÁCIDOS

Todas las mieles tienen reacción ácida debido a la presencia de ácidos orgánicos (algunos volátiles), ácidos inorgánicos (clorhídrico y fosfórico), etc.

El componente más importante es con mucho el ácido glucónico, que se forma de la glucosa por acción enzimática. El origen de los demás ácidos es todavía incierto; parece en todo caso que algunos proceden del néctar o del mielato y que otros se forman por procesos enzimáticos y fermentativos. Los ácidos contribuyen a otorgar aroma, si bien en el sabor, la acidez no llega a ser advertida por estar enmascarada por el dulzor de los azúcares.

Se considera un total de ácidos de 0.57% que involucra los ácidos glucónico, cítrico, málico, succínico, fórmico, entre otros.

#### VII.6.5 PROTEÍNA

Son componentes escasamente representados y su presencia está ligada, al menos en parte, a los granos de polen que se encuentran en la miel. Las mieles de prensado, actualmente bien poco comunes, son obviamente más ricas en sustancias nitrogenadas. El contenido de las mieles centrifugadas en nitrógeno es de cerca de

0.04% de nitrógeno, que corresponde a 0.26% de proteína.

Este 0.26% de proteínas está compuesto de aminoácidos como ácido glutámico,



alanina, arginina, glicina, leucina, isoleucina, ácido aspártico, valina, histidina y lisina.

#### VII.6.6 CENIZAS

Su contenido, siempre más bien modesto, varía notablemente con relación al origen botánico, a las condiciones edáficas - climáticas y a las técnicas de extracción. El elemento dominante es potasio seguido del cloro, azufre, sodio, calcio, fósforo, magnesio, manganeso, silicio, hierro y cobre. Todos estos conforman el 0.17% de cenizas en promedio. [14]

### VII.7 FUNDAMENTO DEL MÉTODO

#### VII.7.1 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL

La acidez total es la suma de la sustancia acidas que pueden valorarse en una muestra de miel por la adición de una solución alcalina de normalidad conocida.

#### VII.7.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES

Este método se basa en la eliminación de los azúcares de la miel de abeja para obtener un residuo insoluble en agua.

#### VII.7.3 DETERMINACIÓN DE LAS CENIZAS

Este método se basa en la incineración del producto hasta obtener un residuo incombustible.

#### VII.7.4 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

Para determinar la humedad, el método se basa en la determinación de los grados brix de la miel de abeja a 20 °C.

#### VII.7.5 DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD

Los líquidos y los gases pueden fluir a través de un medio, es decir se desplazan. Las fuerzas de cohesión entre moléculas originan una resistencia interna a dicho desplazamiento relativo que se denomina viscosidad.



### VII.7.6 FLUIDOS NEWTONIANO

El fluido newtoniano carece de propiedades elásticas, es incompresible, isotrópico e irreal; aunque muchos fluidos reales ofrecen un comportamiento similar al newtoniano dentro de un rango de gradientes.

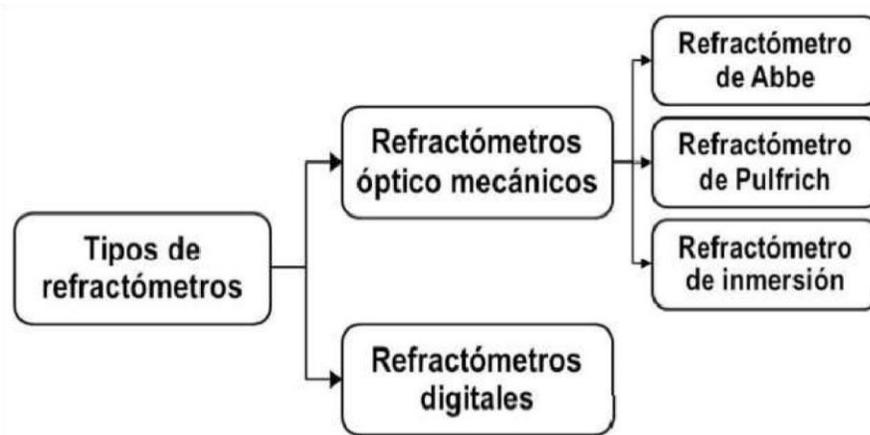
Cumplen con la ley de Newton de la viscosidad, por lo tanto, la relación entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación es lineal.

**Cuadro 1. Porcentaje de agua y relación con Grados Brix de la miel de abeja *Apis mellifera* L.**

% de Humedad	Grados Brix a 20 °C
13.0	85.66
13.5	85.13
14.0	84.61
14.5	84.07
15.0	83.55
15.5	83.02
16.0	82.50
16.5	81.97
17.0	81.45
17.5	80.93
18.0	80.42
18.5	79.90
19.0	79.39
19.5	78.87
20.0	78.35
20.5	77.84
21.0	77.31

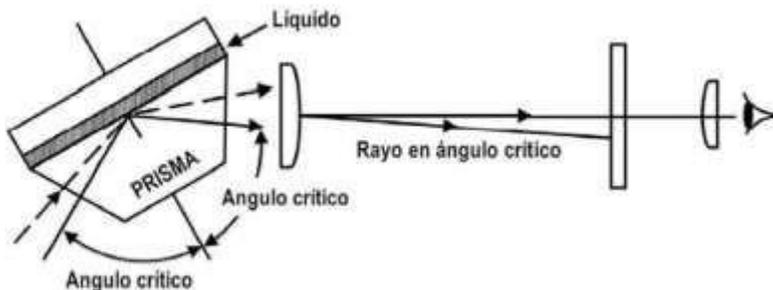
### VII.8 REFRACTÓMETRO: MEDICIÓN DE HUMEDAD

Existen diversos tipos de refractómetros, los cuales pueden clasificarse en instrumentos óptico-mecánicos y los actuales instrumentos digitales que brindan mayor precisión. La siguiente figura muestra un resumen de la clasificación de los tipos de refractómetros.



Todos estos refractómetros se basan en el efecto del ángulo crítico, que define el punto de equilibrio, el punto de sombra o límite, entre la refracción y el reflejo interno total de la luz en una interface prisma-muestra.

El ángulo crítico es el ángulo formado por la perpendicular a la cual el haz cambia desde la luz transmitida en el líquido a la luz totalmente reflejada en la superficie del líquido. A ángulos más pequeños que el crítico la luz se transmite en el líquido. El ángulo crítico no depende solo de la composición de la disolución sino del material del prisma.



El índice de refracción de la muestra se deriva de la geometría de la vía óptica y del índice de refracción del material del prisma.

El principal hecho destacable de esta técnica es que el índice de refracción se mide en la superficie de la muestra. Como la superficie de reflexión no requiere penetración del rayo en la muestra, este instrumento puede ser usado para muestras bastante opacas y suspensiones además de muestras transparentes. [15]

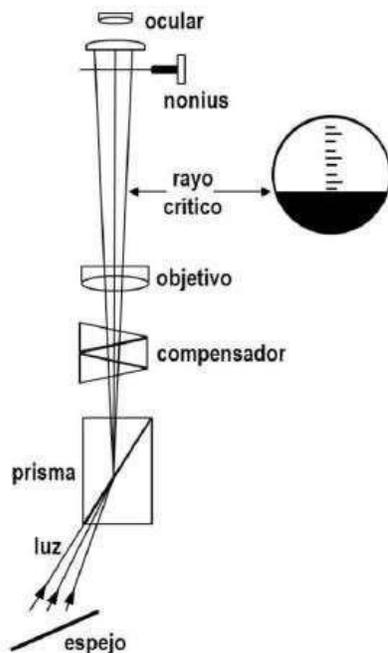


### VII.8.1 REFRACTÓMETRO DE INMERSIÓN

El principio del refractómetro de inmersión es el mismo que el de los aparatos de Abbe y Pulfrich. Su nombre proviene del hecho que el prisma de refracción está sujeto rígidamente al objeto del anteojo y se sumerge en el líquido cuyo índice de refracción se mide. Requiere solo 10-15ml de muestra y el prisma simple va montado en un telescopio que contiene el compensador y el ocular. La escala se sitúa debajo del ocular dentro del tubo y la superficie inferior del prisma se sumerge en un pequeño vaso que contiene a la muestra, con un espejo debajo para reflejar la luz hacia arriba a través del líquido.

Se hace la lectura de la posición de la línea divisoria entre las porciones oscuras y brillantes del campo sobre una escala en el plano focal del anteojo mientras el prisma está sumergido en el líquido. Las lecturas de la escala se transforman en los índices de refracción correspondientes mediante tablas de conversión suministradas con el instrumento.

La siguiente figura muestra un esquema de funcionamiento de un refractómetro de inmersión.





El refractómetro de inmersión puede usarse, como el de Abbe, con luz blanca, aunque la compensación de la dispersión se hace por rotación de un solo prisma de Amici, que da un valor algo menos exacto para la dispersión. En algunos instrumentos especiales, ideados para la dispersión estrecha del intervalo del índice, la compensación se hace con un prisma fijo.

El refractómetro de inmersión es muy cómodo para la medición de numerosas muestras que varían poco en el índice de refracción. Su precisión es algo mayor que la del instrumento de Abbe ordinario, pero no es tan adaptable como este o como el refractómetro de Pulfrich.

La siguiente figura muestra el diseño de un refractómetro de inmersión moderno con escala para la determinación de humedad en miel de abejas. [15]





## IX. Norma Técnica Nicaragüense de la miel de abeja

La presente norma técnica obligatoria nicaragüense establece los requisitos que debe cumplir la miel de abeja y regula todos los tipos de formas de presentación de la miel que se ofrece para el consumo directo.

### PARÁMETRO PERMITIDO

<b>Acidez total</b>	40meq
<b>Sólidos insolubles</b>	0,1-0,5%
<b>Humedad por grados brix</b>	13-21%
<b>Ceniza</b>	0,6-1,0%
<b>Viscosidad por el método Ostwald</b>	Máximo 3449 cp

## X. DISEÑO METODOLÓGICO

El tipo de investigación llevado a cabo en este estudio es del tipo analítico, porque se ahondará en el estudio realizado buscando parámetros que permitan evaluar la calidad de la miel en distintas presentaciones de venta (de apicultores, comercial-industrial, etc.). Presenta un carácter prospectivo ya que se trabajará con datos analíticos obtenidos en los laboratorios de química de la UNAN-León para posteriormente ser analizados y obtener conclusiones del estudio. También es de tipo observacional, porque se ve limitado a observar, determinar y analizar los parámetros estudiados.

### X.1 REACTIVOS

<b>Ácido Clorhídrico</b>	37%	Productos del Sol
<b>Hidróxido de sodio</b>	98%	Merck
<b>Ftalato ácido de potasio</b>	99.95%	Merck
<b>Carbonato de sodio</b>	99.5%	Productos del sol



<b>Naranja de metilo</b>		Merck
<b>Fenolftaleína</b>	1%	Merck
<b>Agua destilada</b>	99.5%	

## X.2 EQUIPOS Y MATERIALES

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MARCA</b>
Soporte universal	Numak
Mufla	Yamato FO210CR
Balanza analítica	Ohaus Voyager Pro
Manta de calentamiento	Fisher Scientific y Corning
Agitador magnético	Thermo
pH-metro	Oakton
Beaker de 50, 250, 500 mL	Glassco
Bureta de 10 mL	Pyrex Clase A
Pipeta graduada de 10 mL	Glassco
Embudo Büchner	Labexco
Probeta de 100, 50, 25 mL	Pyrex Clase A
Refractómetro	Testo 608 H <sub>1</sub>
Viscosímetro	Viresa
Cápsula de sílice o platino	Viresa
Pera de succión	Labexco
Erlenmeyer de 250 mL	Pyrex No.4985
Pizeta	Labexco
Potenciómetro	Iacsa
Papel filtro	Tamaño de poro de 15-40 micras
Desecador	Labolan
Bomba al vacío	Equicient
Matraz volumétrico de 100 mL	Pyrex Clase A
Termómetro	Merck
Embudo	Glassco
Espátula	



## X.3 PROCEDIMIENTOS

### X.3.1. ACIDEZ DE LA MIEL

#### X.3.1.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

•Miel líquida: Homogeneizar por agitación

•Miel cristalizada: Baño María a 60 °C - 65

1. Pesar 10 gramos de la muestra, diluir con 75 mL de agua destilada, agitar y determinar pH
2. Titular con una solución de 0.05N de Hidróxido de sodio hasta alcanzar pH de 8.5
3. Añadir inmediatamente 10 mL de Hidróxido de sodio 0.05N
4. Se titula con ácido clorhídrico usando bureta de 10mL hasta alcanzar pH de 8.3 El análisis se realiza por triplicado.

#### X.3.1.2 CÁLCULOS

La acidez total se expresa en mili equivalentes/kg de miel de abejas:

$$\text{Acidez libre} = ((V_b - V_o) N_b \times 1000) / P$$

$$\text{Lactonas} = ((10 N_b - V_a \times N_a) \times 1000) / P$$

Acidez total = acidez libre + lactonas Siendo:

V<sub>b</sub>: mililitros consumidos de base para alcanzar pH 8,50.

V<sub>o</sub>: mililitros de base consumidos por 75 mililitros de agua destilada para alcanzar pH 8,50.

V<sub>a</sub>: mililitros de ácido gastados en la valoración de retroceso para alcanzar pH 8,50.

N<sub>b</sub>: normalidad de la base.

N<sub>a</sub>: normalidad del ácido.

P: peso de la muestra, en gramos.



### X.3.2 SÓLIDOS INSOLUBLE

1. Se pesa 20g de la muestra, se disuelve en una cantidad adecuada de agua destilada a 80 °C y se mezcla.
2. Se filtra la muestra de ensayo al vacío, con embudo Büchner y papel filtro previamente secado y tarado.
3. Lavarlo con agua destilada a 80 °C hasta eliminar azúcares
4. Dejar secar el filtro por una hora a 130 °C, enfriar y pesar.

#### X.3.2.1 CÁLCULOS

El contenido de sólidos insolubles en agua se expresa en porcentaje en masa y se obtiene de acuerdo a

$$S = \frac{m_2 - m_1}{m} \cdot 100$$

Siendo:

S - Contenido de sólidos insolubles en agua, en porcentaje en masa.

m - Masa de la muestra, en gramos.

m1 - Masa del crisol vaco, en gramos.

m2 - Masa del crisol con el residuo, en gramos



### X.3.3 HUMEDAD POR GRADO BRIX

1. Adecuar la temperatura del refractómetro y la muestra a 20 grados y realizar la lectura.
2. Esto se realiza por quintuplicado.

Los resultados se comparan con los de la tabla 1 y se confirma con los valores aceptados por la NTON.

### X.3.4 CENIZA

1. Pesar 5-10g de muestra y colocar en una cápsula de sílice
2. Evaporar la muestra a sequedad en baño María entre 60-65 °C
3. El residuo seco calcinarlo en mufla a 600 °C hasta peso constante y presencia de ceniza (por 30 min)
4. En caso de no tener presencia de ceniza blanquecina, humedecer las cenizas con agua destilada, desecar en baño María y luego en plancha de calentamiento. Incinerar de nuevo.

#### X.3.4.1 CÁLCULOS

El contenido de cenizas se expresa en porcentaje en masa y se obtiene de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$C = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

Siendo:

C = contenido de cenizas en la muestra de miel de abejas, porcentaje en masa,

m = masa de la cápsula vacía en gramos,

m1 = masa de la cápsula conteniendo la muestra en gramos,

m2 = masa de la cápsula conteniendo las cenizas en gramos.



### X.3.5 VISCOSIDAD POR EL MÉTODO OSTWALD

Este método consiste en medir el tiempo que tarda en fluir por el capilar C, el líquido contenido entre las marcas “a” y “b”. La viscosidad relativa de una sustancia medida en el viscosímetro de Ostwald es con respecto al agua a la temperatura del experimento. Para determinar la viscosidad relativa de un líquido a una cierta temperatura, se debe determinar el tiempo de flujo de un volumen dado de líquido y el tiempo que tarda en fluir el mismo volumen de agua a igual temperatura, en el mismo viscosímetro. La presión P no es la misma, depende de la presión hidrostática del líquido, la cual para alturas idénticas depende únicamente de sus densidades.

Para usar un viscosímetro de tubo en U, llene el tubo con su muestra. El volumen total de fluido de la muestra garantizará que el bulbo inferior no se vacíe por completo cuando el fluido suba a través del tubo capilar hasta la marca de graduación superior. A continuación, el viscosímetro debe someterse a un equilibrio de temperatura. Para ello, sumerja el viscosímetro vertical en un baño de agua o aceite a la temperatura especificada por el fabricante durante treinta minutos. Luego use succión para aspirar el líquido a través del tubo capilar hasta que el menisco esté al nivel de la graduación superior. Con los tubos capilares y de llenado abiertos a la presión atmosférica, registre el tiempo, en segundos, necesario para que el líquido fluya desde la marca superior a la marca inferior en el tubo capilar. Al igual que el viscosímetro de nivel suspendido, el tiempo de flujo mínimo debe ser de doscientos segundos. Las variables para un viscosímetro capilar de tubo en U son: Línea 1 = marca superior en el tubo V = volumen dado de fluido en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) Línea 2 = marca inferior en el tubo L = longitud del tubo capilar en metros (m).

#### X.3.5.1 CÁLCULOS

$$\mu_1 = \frac{\rho_1 t_1 \mu_2}{\rho_2 t_2}$$

Donde:



$\mu_1$  =Viscosidad de la sustancia problema (cp)

$\mu_2$  =Viscosidad de la sustancia de referencia (cp)

$t_1$  =tiempo que dilata en hacer la trayectoria la sustancia problema entre líneas (s)

$t_2$ =tiempo que dilata en hacer la trayectoria la sustancia de referencia entre líneas(s)

$\rho_1$  =Densidad de la sustancia problema (g/mL)

$\rho_2$  =Densidad de la sustancia de referencia (g/mL) [16]

.



## XI. Análisis de resultados

### XI.1 acidez de la miel

Se realizó la determinación de la acidez libre y láctica en 3 tipos de miel, por lo que a continuación se presentan las tablas con los resultados obtenidos y los cálculos realizados en los diferentes tipos de miel.

**Tabla XI. 1.1 Resultados de volumen gastado en la titulación con NaOH y HCl con 3 repeticiones**

<b>MIEL-COLMENA</b>							
REPETICIONES	Peso de muestra (g)	Inicio (mL)	Final (mL)	Vol. Gastado NaOH	Vol. Gastado HCl	Acidez Libre	Acidez Láctica
1	10,1	10,0	1,3	8,7	6,1	6,4	19,3
2	10,1	10,0	0,8	9,2	6,6	4,0	16,8
3	10,0	10,0	1,0	9,0	6,7	5,0	16,5
					<b>Media</b>	<b>5,13</b>	<b>17,54</b>
					<b>S</b>	<b>1,25</b>	<b>1,58</b>
					<b>CV</b>	<b>24,41</b>	<b>8,99</b>

**Tabla XI. 1.2 Resultados de volumen gastado en la titulación con NaOH y HCl con 3 repeticiones**

<b>MIEL-PANAL</b>							
REPETICIONES	Peso de muestra (g)	Inicio (mL)	Final (mL)	Vol. Gastado NaOH	Vol. Gastado HCl	Acidez Libre	Acidez Láctica
1	10,1	10	3,7	6,3	7,1	18,3	14,4
2	10,11	10	3,6	6,4	6,5	17,8	17,3
3	10	10	4,1	5,9	6,8	20,5	16,0
					<b>Media</b>	<b>18,87</b>	<b>15,89</b>
					<b>S</b>	<b>1,43</b>	<b>1,48</b>
					<b>CV</b>	<b>7,59</b>	<b>9,31</b>



**Tabla XI. 1.3 Resultados de volumen gastado en la titulación con NaOH y HCl con 3 repeticiones**

MIEL-PURA							
REPETICIONES	Peso de muestra (g)	Inicio (mL)	Final (mL)	Vol. Gastado NaOH	Vol. Gastado HCl	Acidez Libre	Acidez Lactónica
1	10,02	10	0	0	7,9	49,9	10,5
2	10,05	10	0	0	7,3	49,8	13,4
3	10,05	10	0	0	8,2	49,8	9,0
					<b>Media</b>	<b>49,80</b>	<b>10,96</b>
					<b>S</b>	<b>0,09</b>	<b>2,28</b>
					<b>CV</b>	<b>0,17</b>	<b>20,78</b>

Al realizar el análisis en la miel pura se gastó todo el NaOH y no se generó el color rosa, al determinar el pH la miel pura nos dio de 4.14 inicialmente solo agregando sin titular, mientras las otras 2 mieles su pH inicial fue de 7, es decir que el pH de la miel pura fue ácido desde el inicio mientras que las otras 2 su pH fue neutro.

Nosotras nos basamos en la técnica descrita en la AOAC 920.43 (2005) para determinar la acidez libre que consiste en la cuantificación de las especies de carácter ácido, mediante una volumetría ácido/base que emplea como titulantes una base fuerte (NaOH) y retro titulación del exceso de NaOH con un ácido fuerte (HCl). El método consta de tres etapas de adición de agentes titulantes para determinar la acidez libre, la acidez lactónica y la acidez total. [17]

La primera etapa consistió en la valoración con hidróxido de sodio (0,05 N) hasta pH=8.5 para emular el resultado que se obtiene al emplear como indicador de punto final la fenolftaleína.

La segunda etapa se determinó la acidez lactónica en la cual adicionamos de 10mL de NaOH (0.05 N), con los cuales se logró la hidrólisis de las lactonas presentes, consumiendo una cantidad de NaOH proporcional al contenido de lactona.



En la tercera etapa se valora el exceso de hidróxido de sodio (NaOH), es decir la cantidad adicionada en la etapa anterior que no se consumió en la ruptura de los grupos lactona; la valoración se realiza por retro titulación con HCl (0.05 N) hasta pH=8.3, con lo que se emula el resultado esperado con la fenolftaleína como indicador de punto final.

En este punto, la diferencia en moles del hidróxido de sodio dosificado (10 mL x [NaOH]) y la porción no consumida, corresponde a la acidez de lactona. [18]

Por lo cual calculamos la acidez total sumando la acidez libre y la acidez lactónica:

**MIEL COLMENA**

$$\text{ACIDEZ TOTAL} = 5.16 + 17.58 = 22.74 \text{ meq/kg}$$

**MIEL PANAL**

$$\text{ACIDEZ TOTAL} = 18.87 + 15.88 = 34.75 \text{ meq/kg}$$

**MIEL PURA**

$$\text{ACIDEZ TOTAL} = 49.80 + 10.96 = 60.76 \text{ meq/kg}$$

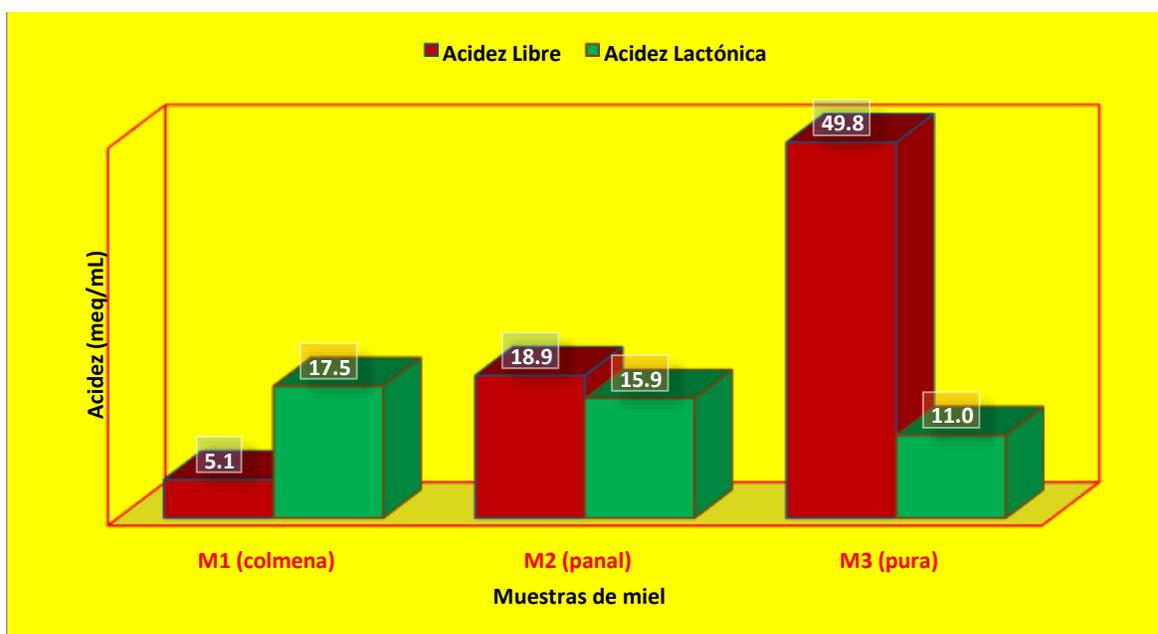
Tabla XI. 1.4 Resultados de acidez libre y lactónica referente a las 3 tipos de muestras.

N	MIEL-COLMENA		MIEL-PANAL		MIEL-PURA	
	Acidez Libre	Acidez Lactónica	Acidez Libre	Acidez Lactónica	Acidez Libre	Acidez Lactónica
1	6,4	19,3	18,3	14,4	49,9	10,5
2	4,0	16,8	17,8	17,3	49,8	13,4
3	5,0	16,5	20,5	16,0	49,8	9,0
<b>Media</b>	<b>5,1</b>	<b>17,5</b>	<b>18,9</b>	<b>15,9</b>	<b>49,8</b>	<b>11,0</b>
<b>S</b>	1,3	1,6	1,4	1,5	0,1	2,3
<b>CV</b>	24,4	9,0	7,6	9,3	0,2	20,8



Se puede observar que la miel pura sobre pasa los 40 meq de ácidos por kg de miel que es lo máximo que puede tener una miel para consumo debido a que perjudica la consistencia, el sabor y color, esto puede ser que la miel ya pasó mucho tiempo y hubo fermentación por lo que pierde su calidad. Puede ser que la miel haya estado mucho tiempo guardado y eso hace que aumente el porcentaje de acidez debido a los procesos fermentativos de los azúcares y compuestos alcohólicos, debido a la acción de los microorganismos presentes en la miel. Por lo que al dar lugar al envejecimiento de la miel hace que su acidez aumente debido a la acción de la enzima glucosa oxidasa, que transforma los azúcares en ácidos.

Gráfico XI. 1. Resultados obtenidos de acidez libre y lactónica en las 3 muestras



En este gráfico se puede observar que la miel pura tiene una gran diferencia entre la acidez libre y la acidez lactónica y sobrepasa los meq permitido para consumo, mientras la miel colmena y miel panal están dentro del rango esperado y podemos ver en todas las M2 Y M3 que la acidez lactónica incrementa la acidez libre al encontrarse en equilibrio con el ácido glucónico mediante la hidrólisis.



## XI.2 SÓLIDOS INSOLUBLES

Tabla XI.2 Datos de los pesos obtenidos de los diferentes tipos de miel

Tipo de miel	P. Beaker	P. muestra	P. papel filtro	P. papel + muestra
Colmena	92.121	20.003	0.789	0.893
Panal	91.653	20.031	0.777	1.141
Pura	91.752	20.008	0.744	1.070

$$S = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100$$

### COLMENA

$$S = \frac{0.893 - 0.789}{20.003} * 100$$

En el primer ensayo del tipo de miel de la colmena nos da como resultado 0.52 % de sólidos insolubles.

### PANAL

$$S = \frac{1.141 - 0.777}{20.031} * 100$$

En el segundo ensayo del tipo de miel del panal nos da como resultado 1.82 % de sólidos insolubles.

### PURA

$$S = \frac{1.070 - 0.744}{20.008} * 100$$

En el tercer ensayo del tipo de miel pura nos da como resultado 1.63 % de sólidos insolubles.

Por lo que viendo los resultados obtenidos la miel de colmena es la que tiene menos porcentaje de residuos insolubles en agua y la miel que tiene un porcentaje más alto es la del panal, y de acuerdo a la norma la miel que pasa el rango aceptable es la miel colmena, las otras 2 sobrepasan lo permitido, lo que quiere decir que esas 2 muestras tienen mayor grado impurezas que pudo haberse contaminado o no hubo un buen manejo en la obtención y el procesamiento.



### XI.3 HUMEDAD POR GRADO BRIX

Se adecuó la temperatura del refractómetro y la muestra a 20° dándonos los siguientes resultados:

Tabla XI. 3.1 Resultados de la humedad por grado Brix en las 5 repeticiones

<b>MIEL-COLMENA</b>		
<b>REPETICIONES</b>		<b>GRADOS BRIX CON T 20 °C</b>
1	20g de muestra	76 ºBrix
2	20g de muestra	73 ºBrix
3	20g de muestra	75 ºBrix
4	20g de muestra	75 ºBrix
5	20g de muestra	74 ºBrix
<b>MEDIA</b>		74.6
<b>DESV. EST.</b>		1.1402
<b>N</b>		5
<b>ALFA</b>		0.05
<b>INTERV. CONF.</b>		1.4157

Intervalo de confianza de 1,4157 +- 74,6

Tabla XI. 3.2 Resultados de la humedad por grado Brix en las 5 repeticiones

<b>MIEL-PANAL</b>		
<b>REPETICIONES</b>		<b>GRADOS BRIX CON T 20 °C</b>
1	20g de muestra	73 ºBrix
2	20g de muestra	76 ºBrix
3	20g de muestra	74 ºBrix
4	20g de muestra	74 ºBrix
5	20g de muestra	76 ºBrix
<b>MEDIA</b>		74.6



<b>DESV. EST.</b>		1.3416
<b>N</b>		5
<b>ALFA</b>		0.05
<b>INTERV. CONF.</b>		1.6659

Intervalo de confianza de 1,6659 +- 74,6

Tabla XI. 3.3 Resultados de la humedad por grado Brix en las 5 repeticiones

<b>MIEL-PURA</b>		
<b>REPETICIONES</b>		<b>GRADOS BRIX CON T 20 °C</b>
<b>1</b>	20g de muestra	76 °Brix
<b>2</b>	20g de muestra	75 °Brix
<b>3</b>	20g de muestra	75 °Brix
<b>4</b>	20g de muestra	74 °Brix
<b>5</b>	20g de muestra	74 °Brix
<b>MEDIA</b>		74.8
<b>DESV. EST.</b>		0.8367
<b>N</b>		5
<b>ALFA</b>		0.05
<b>INTERV. CONF.</b>		1.0389

Intervalo de confianza 1,0389 +- 74,8

Se realizaron 5 repeticiones con 20g de muestra de cada tipo de miel por lo que obtuvimos un valor alto de grados brix que está entre el rango de 13-21% de humedad. Al observar los datos obtenidos en cada miel, se puede ver que la miel colmena y miel panal se parecen los resultados obtenidos en los grados brix, mientras que la miel pura con las mismas condiciones y el mismo equipo dio una mínima diferencia en los grados brix por lo que puede ser que esa miel tenga mucha humedad o esté pronto a dañarse, debido a que si la tuvieron mucho tiempo almacenada y no en condiciones apropiadas puede fermentar y dañarse la miel.



## XI.4 CENIZA

Tabla XI.4.1 Resultados de los pesos obtenidos al determinar cenizas

<b>MIEL COLMENA</b>					
<b>Repetición</b>	<b>Peso del crisol</b>	<b>Peso de C + muestra</b>	<b>Peso de crisol+ cenizas</b>	<b>% Cenizas</b>	
<b>1</b>	50,9237	58,1017	50,9371	0,187	
<b>2</b>	48,4910	55,5951	48,5010	0,141	
			<b>Media</b>	0,164	
			<b>S</b>	0,032	
			<b>CV</b>	19,832	

Tabla XI.4.1 Resultados de los pesos obtenidos al determinar cenizas

<b>MIEL PANAL</b>					
<b>Repetición</b>	<b>Peso del crisol</b>	<b>Peso de C + muestra</b>	<b>Peso de muestra</b>	<b>Peso de crisol + cenizas</b>	<b>% Cenizas</b>
<b>1</b>	46,1626	53,3112	7,1486	46,1714	0,123
<b>2</b>	44,5099	51,5897	7,0798	44,5212	0,160
				<b>Media</b>	0,141
				<b>S</b>	0,026
				<b>CV</b>	18,263

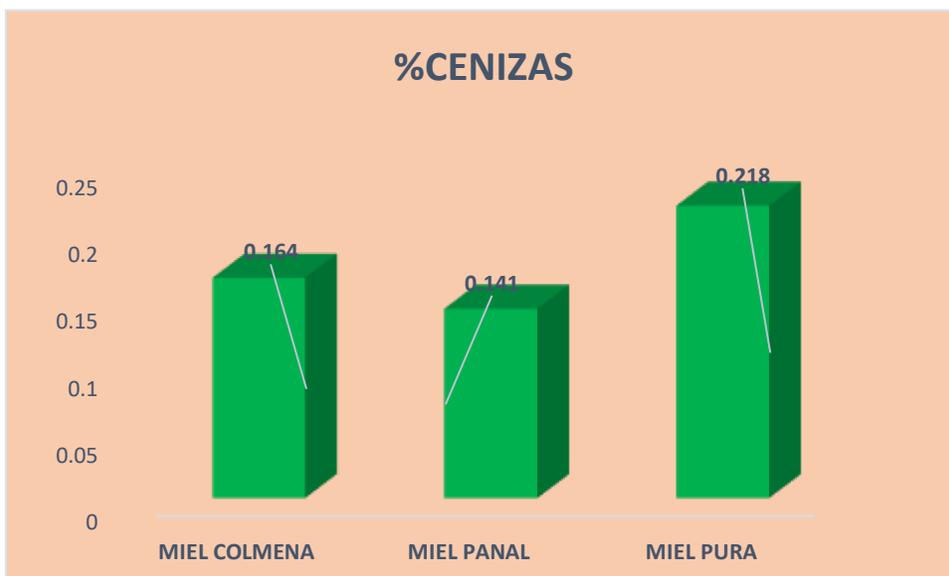
Tabla XI.4.3 Resultados de los pesos obtenidos al determinar cenizas

<b>MIEL PANAL</b>					
<b>Repetición</b>	<b>Peso del crisol</b>	<b>Peso de C + muestra</b>	<b>Peso de muestra</b>	<b>Peso de crisol + cenizas</b>	<b>% Cenizas</b>
<b>1</b>	44,0452	51,141	7,0958	44,0589	0,193
<b>2</b>	41,6724	48,6853	7,0129	41,6895	0,244
				<b>Media</b>	0,218



				<b>S</b>	0,036
				<b>CV</b>	16,432

Gráfico X1. 4.4. Resultados obtenidos del porcentaje de cenizas en las 3 muestras



Podemos observar en los cuadros anteriores y el gráfico que los tres tipos de mieles se encuentran dentro del rango permitido del porcentaje de cenizas, podemos observar que el contenido de cenizas es bajo esto puede ser por el origen botánico que tengan o de la zona donde se obtuvieron.



## XI.5 VISCOSIDAD POR EL MÉTODO OSTWALD

Por este método obtuvimos la viscosidad para cada tipo de miel, utilizando como muestra de referencia el agua.

MIEL PANAL= 1 hora con 43 minutos (6180 s)  $\rho = 1.410 \text{ g/mL}$

MUESTRA DE REFERENCIA- AGUA  $t = 4 \text{ s}$   $\mu = 1 \text{ cp}$   $\rho = 0.997 \text{ g/mL}$

$$\mu_1 \frac{\rho_1 * t_1 * \mu_2}{\rho_2 * t_2} =$$
$$\mu = \frac{1.410 * 6180 * 1}{0.997 * 4} = 2185 \text{ cp}$$

MIEL PURA= 2 hora con 13 minutos (7980 s)  $\rho = 1.435 \text{ g/mL}$

MUESTRA DE REFERENCIA- AGUA  $t = 4 \text{ s}$   $\mu = 1 \text{ cp}$   $\rho = 0.997 \text{ g/mL}$

$$\mu_1 \frac{\rho_1 * t_1 * \mu_2}{\rho_2 * t_2} =$$
$$\mu = \frac{1.435 * 7980 * 1}{0.997 * 4} = 2871 \text{ cp}$$

MIEL COLMENA= 2 hora con 15 minutos (8100 s)  $\rho = 1.423 \text{ g/mL}$

MUESTRA DE REFERENCIA- AGUA  $t = 4 \text{ s}$   $\mu = 1 \text{ cp}$   $\rho = 0.997 \text{ g/mL}$

$$\mu_1 \frac{\rho_1 * t_1 * \mu_2}{\rho_2 * t_2} =$$
$$\mu = \frac{1.423 * 8100 * 1}{0.997 * 4} = 2890 \text{ cp}$$

Podemos observar en este caso que en los 3 tipos de miel nos dan dentro del rango permitido, y que la que más se acerca al valor máximo permitido es la miel pura, lo que nos dice que las 3 mieles tienen alto valor en viscosidad, pero al aumentar la temperatura la viscosidad bajaría.



## XII. CONCLUSIONES

Para este estudio se seleccionaron 3 tipos de mieles, 2 mieles comercializadas y una considerada “pura” se le realizó parámetros fisicoquímicos para corroborar si son mieles sin ningún tipo de adulteración, por lo cual los análisis se llevó a cabo en las instalaciones de la UNAN- León por un periodo de 5 meses.

Al determinar la humedad por grado brix concluimos que los tres tipos de miel dio el resultado permitido según la norma, por lo que nos dice que los 3 tipos de miel son densa y contiene azúcares pero que están dentro del rango aceptable para consumo humano.

Al evaluar el porcentaje de cenizas, las tres tipos de miel dieron dentro del rango permitido, esto es debido al origen botánico que sea de donde provengan por lo que el porcentaje es bajo, de igual manera influye la zona geográfica donde se haya obtenido y el tiempo que ha estado embotellada.

En los sólidos totales concluimos que solo la miel colmena es la que nos dio un resultado dentro de lo permitido mientras que las otras 2 muestras sobrepasan el porcentaje de sólidos, esto puede ser debido a que no tuvieron buenas medidas higiénicas al momento de la obtención, del procesamiento, o de la manipulación de la muestra por medio de los que la comercializan y eso pudo dar como resultado que estuvieran un poco alto el porcentaje de los sólidos al hacer el análisis.

La viscosidad por el método de Ostwald las 3 muestras estudiadas dieron dentro del rango permitido, lo que quiere decir que todas tienen el espesor que debe tener una miel para ser considerada sin adulteración.

Después de haber comparado los datos de la norma nicaragüense con los obtenidos al analizar los distintos parámetros físicos a las 2 mieles comerciales y la miel pura, hemos llegado a la conclusión que, efectivamente esta última es la que sin duda cumple con los estándares de miel pura, y se pudo efectuar desde el hecho que fue la única que sin agregar absolutamente nada nos dio un pH de 4.14. Sin embargo las 2 mieles comercializadas, su pH era neutro, lo que confirma su adulteración, que no son mieles 100% puras, pero que si pueden ser consumibles por el ser humano,



porque si notamos el porcentaje de acidez de la miel que no es comercializada sobre pasa del máximo de mili equivalente de ácido aceptado, lo mismo sucede con el porcentaje de cenizas que el que tiene menos es la miel colmena aunque todas están bajo el rango permitido de las mieles mielada, sin embargo la miel pura tiene un poco de mayor porcentaje de cenizas. Por lo que concluimos que la miel para consumo más apta es la miel de colmena y que la miel no comercializada que llamamos (pura) es miel realmente pura.



### XIII. RECOMENDACIONES

Terminada la monografía podríamos recomendar lo siguiente:

1. Realizar la verificación del material volumétrico y el equipo completo a utilizar en dicha experimentación siguiendo detalladamente normas de verificación de la calibración.
2. Comparar los resultados obtenidos con diferente instrumentación si es posible en distintos laboratorios.
3. Evaluar la miel con los parámetros físico-químicos en diferentes condiciones ambientales.
4. Comprobar si el resultado obtenido en esta monografía puede ser utilizada para otro análisis con otra técnica.



#### XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

1. ABC Agro. (2010). Agriculturas alternativas. Obtenido de Agroinformación: [http://www.abcagro.com/agriculturas\\_alternativas/apicultura2.asp](http://www.abcagro.com/agriculturas_alternativas/apicultura2.asp)
2. Acquarone, C., Buera, P., Elizalde, B. 2007. Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating, geographical origin of honey. *Food Chemistry*. 101: 695-703.
3. Ahmed, J., Prabhu, S.T., Raghavan, G.S.V., Ngadi, M. 2007. Physico-chemical, rheological, calorimetric and dielectric behavior of selected Indian honey. *Journal of Food Engineering*. 79:1207-1213.
4. Bangroo, A. K., Khatri, R., Smita, C. 2005. Honey dressing in pediatrics burn. *Journal of Indian Association of Pediatrics Surgeons*. 10(3):172-175.
5. Bertonecelj, J., Dobersek, U., Jamnik, M., Golob, T. 2007. Evaluation of phenolic content, antioxidant activity and color Slovenian Honey. *Food Chemistry*. 105:822-828.
6. Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., Gallmann, P. 2008. Honey for nutrition and health. *American Journal of the College of Nutrition*. 27: 677-689.
7. Análisis de la producción de miel de abeja en Nicaragua y principales limitaciones del sector apícola para exportaciones a la Unión Europea, 2015. <https://repositorio.unan.edu.ni/2018/>
8. Apicultura del Chaco-Producir más, producir mejor. (20 de octubre de 2008). Obtenido de <https://apiculturachaco.blogspot.com/2008/10/caracteristicas-dela-miel.html>
9. Bogdanova, S., Ruoffa, K., & Oddob, L. P. (2004). Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*.
10. (2012). Estudio de Miel de Abeja. Managua. García, Á. F. (s.f.). Física con ordenador. Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/snell/snell.htm>
11. Lazo, F. E. (2002). Estudio de la calidad de la miel de abeja *Apis mellifera* L. comercializada en Tegucigalpa, Honduras. Tegucigalpa: Zamorano.
12. García, Z. H., Manzanares, A. B., García, D. M., Collía, P. G., & Martínez, M. R. (2005). Guía de prácticas correctas de higiene (GPCH) para el sector de la miel. Tenerife: Excmo. Cabildo Insular de Tenerife.



13. Laboratories, M. (s.f.). Mycoscience. Obtenido de <https://mycoscience.com/how-to-calculateparenteral-product-viscosity-usingthe-capillary-viscometer-method/>
14. Milagros, C. R., & Karina, R. D. (2016). Análisis de la producción de miel de abeja en Nicaragua y principales limitaciones del sector apícola para exportación a la Unión Europea, I Semestre del 2015. Managua.
15. NICARAGUA, A. N. (2001). Obtenido de Asamblea Nacional de la República de Nicaragua.:<http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/bbe90a5bb646d5090625726505d21f8/272824cda8f0be7c062572fb005fcd28OpenDocument>
16. Ulibarry, P. G. (2019). Etiquetado de la miel. Santiago: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
17. AOAC (1995). Official Methods of Analysis of AOAC International, Association Official Analytical Chemists.
18. Almeida-Muradian, L., L. Pamplona, et al. (2005). Chemical composition and botanical evaluation of dried pollen pellets. Journal of Food Composition and Analysis 18: 105-111.



## XV. ANEXOS

### XV.1 Cálculos detallados de cómo se obtuvo los resultados de la acidez libre:

#### MIEL COLMENA

Volumen medio de NaOH mL = 8.96

Volumen medio de HCl mL = 6.46

Peso medio de la muestra g = 10.07

$$\text{Acidez libre (meq/kg)} = \frac{((10-8.96)0.05*1000)}{10.07} = 5.16$$

#### MIEL PANAL

Volumen medio de NaOH mL = 6.2

Volumen medio de HCl mL = 6.8

Peso medio de la muestra g = 10.07

$$\text{Acidez libre (meq/kg)} = \frac{((10-6.2)0.05*1000)}{10.07} = 18.87$$

#### MIEL PURA

Volumen medio de NaOH mL = 0

Volumen medio de HCl mL = 7.8

Peso medio de la muestra g = 10.04

$$\text{Acidez libre (meq/kg)} = \frac{((10-0)0.05*1000)}{10.04} = 49.80$$



## XV.2 Cálculos detallados de cómo se obtuvo los resultados de la acidez láctica:

### MIEL COLMENA

Volumen medio de NaOH mL = 8.96

Volumen medio de HCl mL = 6.46

Peso medio de la muestra g = 10.07

$$\text{Acidez láctica (meq/kg)} = \frac{((10 \cdot 0.05) - (6.46 \cdot 0.05) \cdot 1000)}{10.07} = 17.58$$

### MIEL PANAL

Volumen medio de NaOH mL = 6.2

Volumen medio de HCl mL = 6.8

Peso medio de la muestra g = 10.07

$$\text{Acidez láctica (meq/kg)} = \frac{((10 \cdot 0.05) - (6.8 \cdot 0.05) \cdot 1000)}{10.07} = 15.88$$

### MIEL PURA

Volumen medio de NaOH mL = 0

Volumen medio de HCl mL = 7.8

Peso medio de la muestra g = 10.04

$$\text{Acidez láctica (meq/kg)} = \frac{((10 \cdot 0.05) - (7.8 \cdot 0.05) \cdot 1000)}{10.04} = 10.96$$