

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**CUANTIFICACION DE ACIDO ASCORBICO EN MIEL DE ABEJA
PRODUCIDA EN CINCO LOCALIDADES DE EL SALVADOR POR METODO
REDOX**

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

PRESENTADO POR

**MANUEL ANTONIO RAMOS ROMERO
SAMUEL OSWALDO BELLOSO HERNANDEZ**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN QUIMICA Y FARMACIA**

MAYO 2022

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

MAESTRO. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. REYNA MARIBEL GALDAMEZ

SECRETARIA

LICDA. EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCION DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL

MSc. Cecilia Haydeé Gallardo de Velásquez

TRIBUNAL EVALUADOR

**ASESORES DE AREA EN: APROVECHAMIENTO DE RECURSOS
NATURALES**

MSc. Morena Lizette Martínez de Díaz

Dr. David Francisco Torres Romero

DOCENTE ASESOR

LIC. Guillermo Antonio Castillo Ruiz

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos infinitos a todas las personas que volcaron sus esfuerzos, tiempo y conocimientos, que desinteresadamente nos apoyaron y motivaron para realizar este trabajo de graduación, pero muy especialmente a:

A nuestro docente asesor: Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz que siempre estuvo en la disposición de guiarnos y brindarnos sus conocimientos, por invertir tiempo y empeño en el desarrollo de este estudio.

Al ingeniero Raúl Castillo que desinteresadamente nos brindó soporte en el análisis estadístico de nuestros resultados y que siempre estuvo en la disposición de ayudarnos cuando más lo necesitábamos.

A Manuel Calderón de Industrias Calderón, por permitirnos realizar los muestreos en sus apiarios y además apoyarnos con contactos de apicultores.

Al comité evaluador: Doctor David Francisco Torres Romero y maestra Morena Lizette Martínez de Díaz, por siempre ser objetivos con las observaciones, gracias por guiarnos y aportar esas ideas que favorecieron siempre nuestra investigación.

A maestra Cecilia Haydeé Gallardo de Velásquez, por su gran apoyo, por aportar parte de su tiempo y conocimientos y sobre todo por la motivación que nos brindaba.

A todos ustedes muchísimas gracias.

DEDICATORIA

Primeramente a Dios quien es el principal autor en mi vida, quien me lleno de paciencia en los momentos más difíciles de mi preparación académica, y quien hasta el día de hoy me ha colmado de victorias.

A mi papá José Ramos, que siempre me ha brindado todo su apoyo y sus palabras de ánimo han sido las baterías que han recargado mi vida en los momentos que sentía rendirme, quien con esfuerzo y dedicación me ha demostrado que todo lo que uno se propone en la vida es alcanzable, por su amor, por su paciencia y su apoyo incondicional.

A mi mamá María Romero que día con día me acompañaba en las largas noches de desvelo, por su comprensión, por su paciencia y quien siempre me ha motivado a no rendirme aunque las cosas parezcan difíciles.

A mis amistades y familiares que con palabras de motivación, me han inspirado a ser fuerte y valiente, a todos los docentes que han formado parte de mi formación académica, al Lic. Guillermo Castillo que apporto sus conocimientos e ideas que fueron fundamentales en esta investigación.

Todos son una parte muy importante en mi vida, gracias a ellos he sido constante y perseverante para culminar uno de tantos sueños, infinitas gracias por creer en mí.

Manuel A. Ramos

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso: Por regalarme salud y vida, por ser siempre mi ayudador y haberme permitido culminar esta etapa, ya que, sin él, jamás hubiera terminado mi trabajo de graduación.

A mis padres: Alcides Belloso y Lucia Hernández, sé que ustedes siempre estarán para mí, son el orgullo y motor de mi vida gracias a su apoyo incondicional en todo momento, por su amor, paciencia y comprensión.

A mis hermanos: David y Meybelin con mucho cariño

A mi familia: Mis tíos, primos, sobrinos y demás familia, con cariño.

A Diana y Mayra: Que siempre estuvieron apoyándome en esta etapa de mi vida

A mi asesor: Licenciado Guillermo Castillo por darme la oportunidad de trabajar con él en este proyecto y compartirme sus conocimientos analíticos.

A todos mis amigos: Que me incentivaron a culminar mis estudios y formaron parte para la realización de mi trabajo de graduación.

A todos infinitas gracias.

Samuel O. Belloso

INDICE GENERAL

	Nº PAG.
Resumen	
Capítulo I	
1. Introducción	xv
Capitulo II	
2. Objetivos	
Capitulo III	
3. Marco Teórico	20
3.1. La miel	20
3.1.1. Las abejas	21
3.1.1.1. Anatomía	22
3.1.2. Plantas de interés apícola	24
3.1.3. Propiedades fisicoquímicas de la miel	27
3.1.4. Como se genera la miel	27
3.1.5. Métodos de extracción	30
3.1.6. Clasificación de la miel	32
3.1.7. Usos generales	32
3.1.8. Factores que afectan su calidad	34
3.1.9. La miel en El Salvador	35
3.2. Ácido ascórbico	37
3.2.1. Características físicas y químicas	39
3.2.2. Fuentes de obtención del ácido ascórbico	41
3.3. Métodos titrimétricos o volumétricos	42
3.3.1. Aspectos generales de los métodos volumétricos	42
3.3.2. Tipos de reacciones empleadas en métodos volumétricos	43
3.3.2.1. Métodos yodométricos	45
3.3.2.2. Reconocimiento de punto final	46
3.3.3. Análisis yodimétrico del ácido ascórbico	47

3.4. Métodos estadísticos	48
Capitulo IV	
4. Diseño metodológico	51
4.1. Tipo de estudio	51
4.2. Investigación bibliográfica	51
4.3. Investigación de campo	51
4.4. Ubicación y descripción del tipo de flora de las localidades	52
4.5. Parte experimental	54
4.5.1. Tratamiento de la muestra	54
4.5.2. Preparación de la solución valorante de yodo 0.1 N	54
4.5.3. Preparación de la solución de almidón	55
4.5.4. Preparación del ácido sulfúrico 2 N	55
4.5.5. Ensayo en blanco	55
4.5.6. Ensayo	55
4.6. Descripción del procedimiento adaptado según la USP 42	56
4.7. Determinación y contraste estadístico de los resultados obtenidos	57
Capitulo V	
5. Resultados y discusión de resultados	59
Capítulo VI	
6. Conclusiones	69
Capitulo VII	
7. Recomendaciones	72
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	N° PAG.
1. Anatomía de la abeja	22
2. Panal operculado	30
3. Proceso desoperculado	30
4. Panal desoperculado	30
5. Extractor o centrifuga de acero inoxidable	31
6. Producción de miel por departamento	37
7. Estructura química de los isómeros ópticos del carbono 4 del ácido ascórbico (isómero L y D)	40
8. Reacciones de oxidación e hidrólisis del ácido ascórbico	41
9. Estructura esquemática del complejo yodo almidón	47
10. Grupo funcional enodiol y alfa-dicetonico	48
11. Representación gráfica de la concentración de ácido ascórbico por localidad	61
12. Distribución de frecuencias de concentración de ácido ascórbico	64

INDICE DE CUADROS

CUADRO Nº	Nº PAG.
1. Clasificación taxonómica de la abeja	23
2. Composición química de la miel	29
3. Clasificación de la miel de abeja	33

INDICE DE TABLAS

TABLA N°	N° PAG.
1. Directorio de productores apícolas en El Salvador	36
2. Consumo requerido de ácido ascórbico	42
3. Concentración media de ácido ascórbico por localidad	60
4. Datos estadísticos para la determinación de la distribución normal de datos, media aritmética, desviación típica, coeficiente de variabilidad y error estándar	63
5. Utilidad del coeficiente de variación	66

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°

1. Recolección, almacenamiento y transporte de muestras
2. Localidad, apiario y departamento de recolección de muestras
3. Concentración de ácido ascórbico por muestra analizada
4. Equipo, material y reactivo de laboratorio
5. Tratamiento de las muestras
6. Preparación de la solución valorante de yodo 0.1 N
7. Determinación de la normalidad real del yodo
8. Preparación de la solución de almidón
9. Preparación de ácido sulfúrico 2 N
10. Ensayo en blanco
11. Ensayo
12. Análisis de las muestras
13. Determinaciones de sustancias específicas con yodo en valoraciones
óxido-reducción
14. Áreas de la distribución normal estándar

RESUMEN

Esta investigación surgió a partir de la falta de estudios sobre la cuantificación de ácido ascórbico en la miel de abeja, para ello iniciamos el proyecto con la identificación de apiarios y posteriormente se llevó a cabo la recolección de muestras en el mes de diciembre del año 2021 en periodo de verano, muestreando tres botellas de miel en las localidades de: Santa Rosa Acacalco del departamento de Ahuachapán, Cantón Planes de la Laguna del departamento de Santa Ana, Santa Catarina Masahuat del departamento de Sonsonate, Cantón Cerro Partido del departamento de Chalatenango y Talnique del departamento de la Libertad, seleccionando aquellas localidades de los departamentos con mayor producción de miel de acuerdo al censo 2007/2008 del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

A las muestras les realizó por triplicado un análisis volumétrico de óxido reducción en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador. De acuerdo a los resultados obtenidos, la localidad donde la miel presenta las muestras con mayor concentración de ácido ascórbico fue Santa Catarina Masahuat con 3.83 mg vit. C/100 g de miel y Santa Rosa Acacalco que presentó las muestras de miel con menor concentración de ácido ascórbico con 2.54 mg vit. C/100 g de miel.

La media muestral fue de 3.29 mg vit. C/100 g de miel, muy por encima del valor reportado (2.2-2.5 mg vit. C/100 g de miel) por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO/WHO).

Con todo y lo anterior se concluye que la miel presenta variaciones en la concentración de vitamina C, las cuales dependen de diversos factores como la alimentación de las abejas, el clima y periodo de recolección de la miel, por lo tanto se sugiere normalizar un rango de concentraciones de ácido ascórbico que sirvan como referencia a nivel nacional.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

La miel es un alimento versátil que se puede tomar sola, para dar sabor a las bebidas o bien para cocinar postres y platos elaborados. Además, su función como edulcorante es incluso más potente que la del azúcar y su valor en nutrientes y vitaminas la convierten en un producto indispensable en la dieta diaria. La miel cuenta con una serie de componentes con propiedades antioxidantes: compuestos fenólicos, flavonoides, ácido ascórbico, etc., que son aportados por las plantas cuyo néctar y polen han cosechado las abejas. Diferentes mieles tendrán variación en su capacidad antioxidante.

A lo largo del estudio bibliográfico de esta investigación, no se han encontrado análisis previos del ácido ascórbico en miel de abeja, y su determinación es de suma importancia ya que, por ser un alimento de origen natural, es muy consumido por la población salvadoreña, por lo tanto, se vuelve necesario basados en las recomendaciones dietéticas diarias, conocer que cantidad de ácido ascórbico consumimos al degustar una porción de miel.

Por este motivo, el planteamiento principal de este trabajo, se enfocó en la cuantificación del ácido ascórbico en la miel de abeja, muestreando apiarios en los departamentos con mayor producción, según el censo 2007/2008 del Ministerio de Agricultura y Ganadería, seleccionándose las localidades de Santa Rosa Acacalco del departamento de Ahuachapán; Cantón Planes de la Laguna del departamento de Santa Ana; Santa Catarina Masahuat del departamento de Sonsonate; Cantón Cerro Partido del departamento de Chalatenango y Talnique del departamento de la Libertad.

Se recolectaron 3 botellas de miel, considerando que las muestras cumplieran con los siguientes perfiles: libre de partículas extrañas, sin sedimentos de azúcar y con un color ámbar, el periodo de recolección se llevó a cabo en época de verano, específicamente en el mes de Diciembre del año 2021.

Se realizaron 3 análisis por muestra, por medio de la técnica modificada de la USP 42 para materias primas, a través del método óxido - reducción yodimétrico, empleando yodo 0.1 N como valorante y almidón TS como indicador; además se realizó un análisis estadístico, determinando la desviación estándar, coeficiente de variabilidad e intervalos de confianza, a los resultados obtenidos, contrastándolos con lo establecido según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO/WHO), todos los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

La investigación se realizó en el periodo de julio 2021 a julio 2022.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Cuantificar el ácido ascórbico en miel de abeja producida en cinco localidades de El Salvador por método redox.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.2.1. Cuantificar el ácido ascórbico en miel de abeja por el método redox yodimétrico

2.2.2. Determinar las localidades de los departamentos con alta producción de miel que presentan las muestras con mayor y menor concentración de ácido ascórbico

2.2.3. Contrastar los resultados obtenidos con lo reportado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO/WHO)

2.2.4. Analizar estadísticamente los resultados obtenidos

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 LA MIEL

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 su uso como droga y como unguento. Por ello se afirma que 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 unguento para las heridas y el dolor de ojos. Dioscórides alrededor del año 50 d.C. recomendaba la miel para el tratamiento de quemaduras del sol, manchas en la cara y todas las pudrientas y huecas úlceras. (1)

Se entiende por miel el producto alimenticio producido por las abejas melíferas y meliponas a partir del néctar de las flores o de las secreciones procedentes de partes vivas de las plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de plantas, que las abejas recogen, transforman y dejan madurar en los panales de la colmena. (2)

3.1.1 LAS ABEJAS

Las abejas son insectos del orden los Himenópteros, pertenecientes al género *Apis* y especie mellífera. Las abejas viven en grandes sociedades llamadas colonias perfectamente organizadas, donde cada individuo realiza una función determinada de acuerdo a su edad y desarrollo. (3)

- La reina: es directamente responsable de la marcha de toda colmena
- Los zánganos: Son los encargados de la fecundación.
- Las obreras: Ellas son las encargadas de efectuar todos los trabajos dentro y fuera de la colmena, los cuales realizan de acuerdo a la edad y al desarrollo glandular.

Tareas internas de las abejas obreras:

- Del 2° al 3° día, limpian los panales de la colmena, dando calor a los huevos y larvas.
- Del 4° al 12° día, prepara y cuida de la alimentación de las larvas (por este motivo y a esta edad son llamadas abejas nodrizas). También produce jalea real.
- Del 13° al 18° día, en este período produce cera y construye los panales. También están capacitadas de ser necesaria la crianza de una nueva reina a través de la construcción de la celda real, llamada “cacahuate” por su forma.

Tareas externas de las abejas obreras:

- Del 19° al 20° día, defiende la colonia apostándose a la entrada de la colmena, no permitiendo la entrada de insectos extraños o abejas de otras colonias.
- Del 21° al 38°/42° día, recolectan en el campo néctar, polen, agua y propóleos para cubrir las necesidades de la colonia.

3.1.1.1 ANATOMÍA

El cuerpo de la abeja adulta se divide en tres partes: (Ver figura N° 1)

- La cabeza: está localizada lateralmente dos grandes ojos compuestos, tres óseos u ojos simples en la parte central y superior de la cabeza, dos antenas y el aparato bucal (lengua y mandíbula), el aparato bucal le sirve para manipular materiales sólidos (polen, cera, propóleo, etc.) y para succionar líquidos.
- El tórax: en esta parte se encuentran tres segmentos en los cuales se inserta el aparato locomotor de la abeja (dos pares de alas y tres pares de patas). Además del desplazamiento, cumplen funciones de transporte de polen y propóleo.
- El abdomen: está compuesto por siete segmentos visibles y dos segmentos internos modificados (asociados con el aguijón de las obreras y los órganos reproductivos de la reina y del zángano). (4)

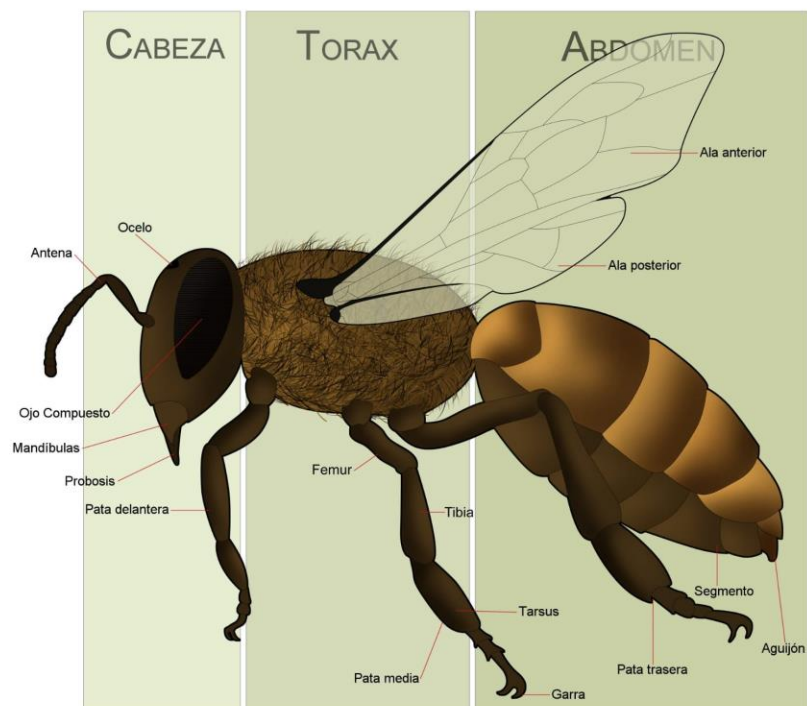


Figura N° 1 Anatomía de la abeja

Cuadro N° 1 Clasificación taxonómica de la abeja

TAXONOMIA	
Reino	Animalia
Sub reino	Metazoarios
División	Artiozoarios
Rama	Artrópodos
Clase	Hexápodos
Orden	Himenopteros
Sub Orden	Apoidea
Familia	Apidae
Género	<i>Apis</i>
Especie	<i>mellifera</i>
Nombre Científico	<i>Apis mellifera</i>

Las cuatro especies del género *Apis* mayormente utilizadas comercialmente para la explotación de miel, esparcidas en todo el mundo son: la *Apis dorsata*, *Apis florea* y *Apis cerana*, se encuentran de forma natural solo en Asia. Por su parte la *Apis mellifera* es originaria de Europa, África y Asia Suroccidental; que se introdujo en América allá por los años 1600. Cabe mencionar que pertenecen a una misma especie aquellos individuos que son capaces de aparearse y producir una descendencia fecunda.

Una especie se distingue de otra porque los individuos de una no pueden cruzarse con los de otra especie; o en caso de que pueda realizarse el apareamiento, los descendientes serían infecundos.

De la especie *Apis mellifera* existen alrededor de 23 subespecies o razas, las cuales pueden dividirse en: a) Razas europeas b) Razas orientales c) Razas africanas, estas tienen valor económico como raza pura o hibridación para su explotación apícola.

Se destaca la raza italiana o ligústica ya que entre sus características destacan ser una buena productora, poca enjambrazón, sin embargo, almacena pocas cantidades de miel en el invierno, pero la producción toma fuerza en verano. (4)

3.1.2 PLANTAS DE INTERES APICOLA. (5)

El comienzo de la floración de las plantas, como la duración de la misma, depende en gran parte de las condiciones ambientales y especialmente de la lluvia. En El Salvador se presentan, dos estaciones climáticas: la lluviosa, que dura de mayo a octubre y la seca, que dura desde octubre hasta mayo.

Existen más de 125 tipos de plantas nectopoliníferas en el país, a comienzo de la cosecha la principal fuente de néctar es ``la campanilla`` (*Ipomea purpurea*), pasada esta floración son mieles multiflorales provenientes principalmente de cafetales y otros árboles.

En El Salvador, la gran mielada (etapa que abarca los meses de octubre a noviembre, en la cual hay una gran producción de flores) es proporcionada por algunas plantas de época seca tales como: ``campanilla`` de la cual hay varias especies, las más importantes para las abejas son las hierbas con flores moradas. La miel producida por este tipo de flor es clara, fluida, de gusto delicado. La campanilla suministra 30-55% del néctar de la gran mielada. Para aprovechar este flujo nectarario las colonias deben ser fuertes al principio de esta mielada. Esto significa que ellas deben ser estimuladas por alimentación adecuada comenzando 50 días antes de que se presente el flujo nectarario. Si no se alimenta, el resultado es que el flujo nectarario de estas plantas sirve como alimentación de estímulo.

Otras plantas de interés apícola son:

- Madrecacao (*Gliricidia sepium*) que es un árbol que florece a mediados de diciembre, las flores son color rosa, muy vistosas, el néctar que suministra produce una miel espesa, de color ámbar.
- Pepeto (*Inga edulis*), hay varias especies de este género, son árboles medianos con hojas compuestas paripinnadas. Las flores son atractivos penachos blancos o claro amarillo. Las flores de los pepetos se pueden

encontrar durante todo el año, pero las mayores cantidades se encuentran en noviembre y diciembre.

- Aguacate (*Persea americana*), árbol que alcanza hasta 20 m, cultivado en todo el país, tiene hojas sencillas oblongas, el cáliz como la corola de la pequeña flor es compuestas de tres pétalos libres, florece desde noviembre hasta enero.
- La ceiba (*Ceiba pentandra*), cuya floración se prolonga durante dos meses, desde diciembre hasta enero, produce copioso néctar y suministra abundante polen. La miel es de color ámbar.
- Marañón (*Anacardium occidentale*), árbol pequeño, común de tierra caliente, sus flores son reunidas en inflorescencia racimosa, florece desde noviembre hasta enero.
- Mango (*Mangifera indica*), árbol muy grande, común en El Salvador, sus flores son reunidas con inflorescencia de tipo racimo, florece desde noviembre hasta enero, segrega gran cantidad de néctar, la miel es espesa, de color ámbar.
- Nance (*Byrsonima crassifolia*), que es un árbol pequeño, crece en zona tropical, sus flores son pequeñas, reunidas en forma de espiga, florece de noviembre a diciembre, segrega néctar en abundancia.
- Almendro de río (*Andira inermis*), árbol grande común en todo el país, florece a mediados de marzo, produce mucho néctar.
- Conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), árbol muy grande, florece a mediados de marzo hasta mediados de abril.
- Jocote (*Spondias purpurea*), las flores son blanco en racimo y florece de noviembre a diciembre.
- Carao (*Cassia grandis*), planta leñosa y herbácea, se encuentra, distribuida en tierra caliente, florece en febrero.
- Laurel (*Cordia alliodora*), planta leñosa, común en tierras calientes y templadas, florece en febrero y marzo.

- Naranja (*Citrus sinensis*) árbol de porte mediano, de tres a cinco metros de altura, es bastante común en regiones tropical y subtropical.
- Mandarina (*Citrus reticulata*) árbol de características similares al naranjo, aunque más pequeño su época de floración se da en agosto, se encuentra en climas tropical y subtropical.

Plantas apícolas de época lluviosa tenemos:

- Maíz (*Zea mays*) planta cultivada en todas partes de El Salvador, produce mucho polen, florece en julio-agosto, el color de su polen es amarillo.
- Flor amarilla (*Baltimora recta*), hierba común del país, las flores son compuestas, de pétalos color amarillo, florece de junio a agosto, en agosto produce considerable cantidad de néctar y polen, es una planta muy valiosa por que estimula las colmenas y ayuda en el desarrollo para la gran mielada.
- Café (*Coffea arabica*), es un arbusto extensamente cultivado en El Salvador, es una excelente planta melífera. Da intenso flujo nectarario, pero de corto período. Comienza a florecer después de la primera lluvia.
- Escobilla (*Sida acuta*), planta muy común en nuestro país, flor de color blanco-amarilla con bastante polen, florece desde julio hasta diciembre.
- Chichingaste (*Hyptis suaveolens*), que es una hierba o maleza común en todo el país, las flores son de color morado o azul, comienzan a florecer en septiembre, es planta de precosecha.
- Zarzo (*Acacia glomerosa*), arbusto espaciado en el tronco y ramas, las flores son reunidas en inflorescencia racimosa, florece desde septiembre hasta noviembre.

3.1.3 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA MIEL

Las características organolépticas y fisicoquímicas del producto están muy asociadas con su origen geográfico y botánico. El color es variable por lo que puede ser blanca agua; extra blanca; blanca; extra clara ámbar; ámbar claro; ámbar y oscura. La miel se oscurece con el envejecimiento y por la exposición a altas temperaturas. La magnitud de este proceso está influenciada por su origen botánico. Su olor y sabor deben ser los característicos, pero el calentamiento a altas temperaturas y el envejecimiento pueden afectarlos. La consistencia de la miel en sí puede ser líquida, cremosa o sólida. Puede estar parcial o totalmente cristalizada. La miel generalmente cristaliza con el tiempo, este proceso es una característica natural altamente ligada a la composición de azúcares. Así, las mieles con mayor contenido de glucosa, generalmente cristalizan en forma más rápida. (6)

La composición de la miel depende de diversos factores tales como la contribución de la planta, suelo, clima y condiciones ambientales, principalmente. (7) (Ver cuadro N° 2)

3.1.4 COMO SE GENERA LA MIEL (8)

Las abejas pecoreadoras, absorben con su lengua el néctar de las flores que visitan, lo introducen en su buche y vuelven a la colmena, donde se lo entregan a las obreras jóvenes que encuentran más cercanas a la piquera; volviendo a salir en busca de más néctar, tan pronto han pasado la carga a sus hermanas.

Las abejas del interior rápidamente se ponen a trabajar para transformar el néctar en miel, ya que hay que rebajar el porcentaje de humedad, desde un 60 % con el que entra el néctar en la colmena, hasta un 16 o 18%, que tiene la miel cuando las obreras lo operculan en las celdillas. El proceso puede durar varios días,

dependiendo en gran medida de dos factores: la humedad y la temperatura exterior.

Miles de abejas jóvenes, que todavía no han salido de la colmena, se pasan el néctar enriqueciéndolo al mismo tiempo con enzimas, que ellas mismas segregan. Cuando los aportes de néctar son muy elevados, las gotitas de néctar son depositadas sobre los panales, ya que las abejas no disponen de tiempo para procesarlo. Por la noche, cuando todas las abejas se han recogido dentro de la colmena, abejas jóvenes, nodrizas y pecoreadoras acaban de procesar los excedentes de néctar que entraron durante el día. El primer procesado del preciado líquido está terminando, consiguieron bajar la humedad hasta el 25 %, y aportar principios activos, todavía no muy estudiados por los científicos.

El néctar es depositado en las celdas de los panales, donde todavía seguirá perdiendo humedad, hasta alcanzar el grado de maduración perfecto, en torno al 18 %. Cuando las abejas comprueban que la miel está lista para ser guardada, sella la celda con una fina capa de cera; este proceso se llama el operculado de las celdas y es la señal, que indica a los apicultores, cuando la miel está lista para ser recogida de las colmenas.

Durante todo el proceso de deshidratación del néctar, la pérdida de humedad es aprovechada por las abejas para refrigerar la colmena, creando corrientes de aire entre los panales por cientos de abejas ventiladoras, consiguen bajar la temperatura interior de la colmena en más de 15 grados. Consiguiendo de esta forma mantener constante la temperatura del nido de cría, que siempre ronda los 36 grados. Una vez operculadas las celdas repletas de miel, puede mantenerse en perfectas condiciones de consumo durante muchos años.

COMPOSICIÓN DE LA MIEL

Cuadro N°2 Composición química de la miel. (9)

Hidratos de Carbono (azúcares)	Ácidos (0,38)	Proteínas y aminoácidos (0,48)	Vitaminas	Diastasas	Minerales	Otros
Azúcares reductores 70% Glucosa Levulosa	Ac. Glucónico Ac. Succínico Ac. Milico Ac. Oxálico	Materias albuminoides				a) Ésteres Volátiles Metiltranilato
Azúcares no reductores (sacarosa 50% Maltosa Isomaltosa Erlosa) 10% Melecitosa Kafibiosa Rafinosa Doxtrantriosa	-Glutámico -piroglutámico -cítrico -glucurónico Ac. Fórmico (10% acidez total) Ac. Butírico -cáprico -caproico -valérico	Materias nitrogenadas Trazas de: Tripsina Leucina Histidina Alamina Glicina Metionina Ac. Aspártico	Trazas de : Tiamina Riboflavina Piridoxina Biotina Ac. Ascórbico Ac. Pantoténico Fólico Nicotínico	Amilasa Invertasa (Gluco - invertasa) Trazas de: Catalasa Enzimas acidificantes	Calcio Magnesio Potasio Hierro Cobre Manganeso Boro Fósforo Silicio	b) Acetilcolina c) Pigmentos d) Coloides e) Factores antibióticos (inhibina)

3.1.5 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN ⁽⁶⁾

El primer paso en el proceso de extracción de la miel consiste en la remoción de los opérculos (ver figura N° 2) con los cuales las abejas cierran las celdas del panal una vez que la miel está madura (ver figura N° 3 y N° 4), a este proceso se le conoce con el nombre de desoperculado.



Figura N° 2 Panal operculado



Figura N° 3 Proceso desoperculado



Figura N°4 Panal desoperculado

A continuación, la miel es separada de las celdas mediante alguno de los siguientes procesos:

a) Escurrido de los panales.

La miel obtenida por escurrido de los panales es poco común porque su procesamiento requiere mucho tiempo lo que favorece el intercambio de humedad con el ambiente.

b) Trituración y prensado de los panales, acelera el proceso de separación.

El método de prensado de los panales está en desuso porque el producto obtenido de este modo presenta un acentuado sabor a polen y a cera, sobre todo si proviene de panales viejos. Es un procedimiento caro porque se destruye el panal.

C) Centrifugación de los panales.

La mayor parte de la miel que se comercializa actualmente procede de la centrifugación de los panales. Esta se realiza con extractores de miel que son hechos de acero inoxidable (Ver figura N° 5) donde se colocan los panales desoperculados en las canastas que estos traen y a través de la fuerza centrífuga sale la miel.

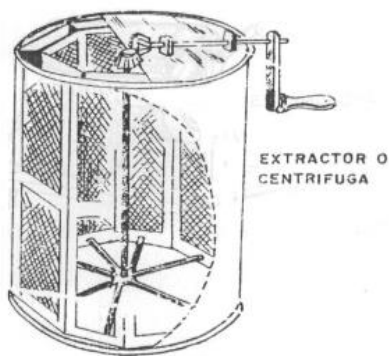


Figura N°5 Extractor o centrifuga de acero inoxidable

3.1.6 CLASIFICACIÓN DE LA MIEL

A continuación, se presenta la clasificación de la miel según la Norma Salvadoreña Obligatoria 67.19.01:08. (2) (Ver cuadro N° 3).

3.1.7 USOS GENERALES ⁽¹⁾

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 rubéola y sarampión, úlceras gástricas, dolor de garganta además puede emplearse como champú natural, ya que está comprobado que la miel ayuda a combatir la caspa y la dermatitis seborreica del cuero cabelludo.

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 la 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.

Cuadro N° 3 Clasificación de la miel de abeja. (2)

Por su origen botánico	Según el procedimiento de cosecha	Según su presentación	Según su forma de producción	Según su destino	Según su proceso
<p>a) Miel de Flores: es la obtenida principalmente de los néctares de las flores y se distinguen: -Mieles monoflorales o uniflorales -Mieles multiflorales, poliflorales o mil flores.</p> <p>b) Miel de mielato: obtenida a partir de secreciones de las partes vivas de las plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que se encuentran sobre ellas.</p>	<p>a) Miel escurrida: obtenida por escurrimiento de los panales desoperculados, sin larvas.</p> <p>b) Miel prensada: obtenida por prensado de los panales sin larvas.</p> <p>c) Miel centrifugada: obtenida por centrifugación de los panales desoperculados, sin larvas.</p>	<p>a) Miel: se encuentra en estado líquido, cristalizado o una mezcla de ambas.</p> <p>b) Miel en panales: almacenada por las abejas en celdas operculadas de panales, construidos por ellas mismas que no contengan larvas y comercializada en panal entero o secciones.</p> <p>c) Miel con trozos de panal: contiene uno o más trozos de panales con miel, exentos de larvas.</p> <p>d) Miel cristalizada o granulada: la que ha experimentado un proceso de solidificación como consecuencia de la cristalización de la glucosa que puede ser natural o inducido.</p> <p>e) Miel cremosa o cremada: la que tiene una estructura cristalina fina y que puede haber sido sometida a un proceso físico que le confiera esa estructura.</p>	<p>a) Miel convencional: obtenida por métodos tradicionales de producción.</p> <p>b) Miel orgánica / ecológica: la que en su fase de producción y procesamiento, cumple los requisitos de certificación para esta denominación.</p>	<p>a) Miel para consumo directo</p> <p>b) Miel para utilización en la industria (miel para uso industrial): es la que responde a los requisitos indicados en el punto 6.2, excepto el índice de diastasa y el contenido de hidroximetilfurfural que podrán ser menor que 8 (en la escala de Shade) y mayor que 80 mg / kg respectivamente.</p>	<p>a) Miel procesada: Es aquella que para su comercialización ha sido sometida a un proceso de acondicionamiento que podría incluir homogeneización, filtración, fraccionamiento mecánico de cristales o tratamiento térmico.</p> <p>b) Miel no procesada: es la que para su comercialización no ha sido sometida a procesos de acondicionamiento.</p>

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 conferirles propiedades sensoriales propias de la miel.

3.1.8 FACTORES QUE AFECTAN SU CALIDAD. (10)

Existen dos conceptos relacionados con las abejas y su medio ambiente que deben ser comprendidos: la afluencia del néctar y la afluencia de la miel. La afluencia del néctar es una función de las plantas. Se refieren ambas a la cantidad y la calidad (cantidad de azúcares disueltas) del néctar secretado por la planta. La afluencia de néctar en un sitio y en un tiempo específico depende de las especies de plantas y los factores del clima que afectan a esas plantas.

Los factores climáticos y la composición del terreno determinan la flora de un sitio, afectando la afluencia potencial de néctar. Lluvia, temperatura y sol afectan las matas y determinan la afluencia actual del néctar.

Algunas especies de plantas segregan muy poco néctar, mientras otras secretan cantidades copiosas. La calidad o contenido de azúcar del néctar varía entre las diferentes especies de plantas. El clima también afecta la calidad. Mucha lluvia causa más secreción de néctar, pero de bajo contenido de azúcar.

Para la mayoría de especies de plantas, las condiciones para la afluencia óptima de néctar son: lluvia adecuada antes de florecer y condiciones secas y soleadas durante el periodo de florecer. La ocurrencia y cantidad relativa de periodos secos de sol varía de año en año, por eso la afluencia de néctar puede ser muy variable. La afluencia de la miel es una función de la relación de la abeja con las matas. Es el uso de la afluencia del néctar por la colonia de abejas. Buen manejo de la colonia es importante para asegurar buenas afluencias de miel. Se necesitan colonias fuertes en el periodo de máxima floración para producir la óptima afluencia de miel. Para producir una buena afluencia de miel las abejas pecoreadoras o recolectoras necesitan condiciones atmosféricas favorables para volar durante el periodo de buena afluencia de néctar. (10)

3.1.9 LA MIEL EN EL SALVADOR

CONTEXTO DE LA MIEL.

El Salvador ha sido un productor y consumidor de miel. La industria apícola en nuestro medio data desde la época colonial, cuando se introdujeron las abejas melíferas. Desde esa época la apicultura ha ido evolucionando hasta convertirse en un rubro importante dentro de la economía del país.

En nuestro país, de acuerdo con la información proporcionada por el presidente de Asociación Cooperativa de Oriente de R.L, los productores compran generalmente la subespecie *Apis mellifera* Ligústica (italiana), y la mezclan con abejas ya adaptadas al medio, de manera que se tenga una raza resistente a las condiciones características del ambiente en que vive y así obtener la miel de abeja que se comercializa y exporta. (11)

Según el último censo agrícola 2007/2008 del ministerio de agricultura y ganadería registró un total de 1,070 productores de miel. En la tabla N°1, se

puede observar la distribución de apiarios y colmenas por zona de producción a nivel nacional. (12)

El Salvador es el segundo mayor productor de miel en el área de América Central. En la figura N°6 se puede apreciar la variación en la producción de miel, medida en botellas por cada departamento.

La zona occidental produce la mayor parte de la miel en el país. La actividad apícola reportada por el censo es de 68,902 colmenas distribuidas en 2,050 apiarios los cuales producen 1,401,860 botellas de miel y 112,924 libras de cera.

Tabla N° 1 Directorio de productores apícolas en El Salvador (11)

DEPARTAMENTO	APIARIOS	COLMENAS
ZONA OCCIDENTAL		
Santa Ana	237	9,561
Sonsonate	293	11,402
Ahuachapán	237	12,129
ZONA CENTRAL		
La Libertad	161	6,449
San Salvador	51	1,582
Chalatenango	366	9,561
Cuscatlán	33	918
Cabañas	136	3,284
La Paz	40	1,417
San Vicente	89	4,111
ZONA ORIENTAL		
Usulután	175	5,401
San Miguel	79	2,003
Morazán	139	2,874
La Unión	55	1,104

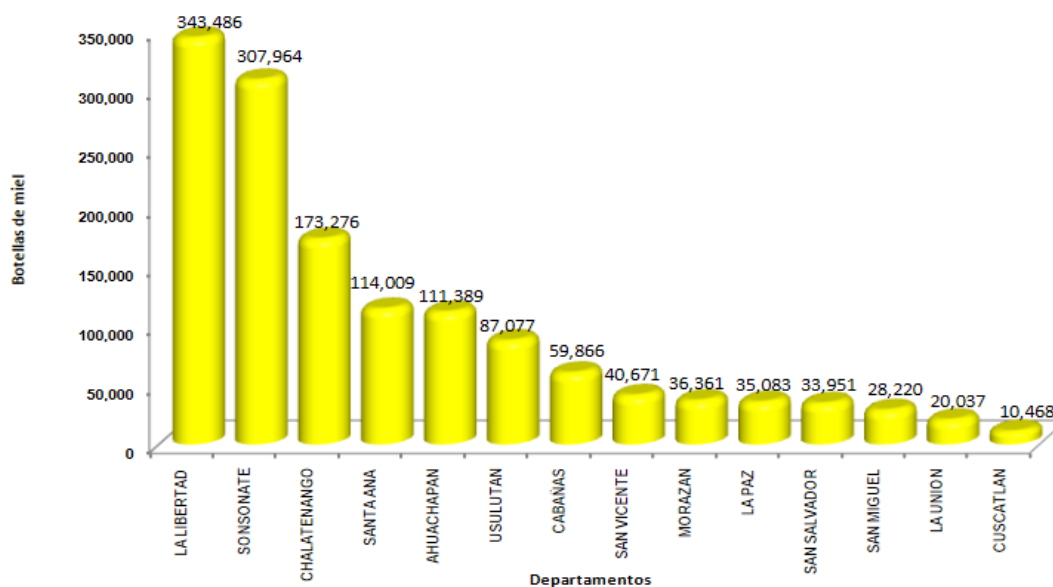


Figura N° 6 Producción de miel por departamento (11)

La Libertad, Sonsonate, Chalatenango y Santa Ana son los departamentos de mayor producción de miel reportada por los productores. (11)

3.2 ÁCIDO ASCÓRBICO

El ácido L-ascórbico (AA), comúnmente llamado vitamina C, es considerado uno de los más potentes agentes antioxidantes del organismo, en humanos se encuentra concentrado principalmente en ciertos órganos como: ojo, hígado, bazo, cerebro, glándulas suprarrenales y tiroideas. (13)

El ácido ascórbico es necesario para la síntesis de colágeno, un importante componente estructural de los vasos sanguíneos, tendones, ligamentos, y huesos. También desempeña un papel importante en la síntesis de los neurotransmisores, la norepinefrina. Los neurotransmisores son fundamentales para la función cerebral y se sabe que afectan el estado de ánimo. Además, es necesaria para la síntesis de carnitina, una pequeña molécula que es esencial para el transporte de grasa a orgánulos celulares llamados mitocondrias, para la conversión a energía. (14)

Es una vitamina hidrosoluble y esencial para los seres humanos, sintetizada químicamente a partir de glucosa, mediante una serie de reacciones catalizadas por enzimas, siendo la L-gulonolactona oxidasa (GLO) la última enzima involucrada en su síntesis.

Los cobayos, murciélagos frugívoros, algunas aves, ciertos primates y los hombres no poseen la capacidad de sintetizar AA debido a la ausencia de GLO.

Sin embargo, la inmensa mayoría de los animales, incluidos los de granja, pueden sintetizar AA a partir de glucosa, fundamentalmente en el hígado, intestino y glándulas suprarrenales.

En las especies deficientes, la no ingesta y por consiguiente la ausencia de AA en el organismo conlleva a la aparición de escorbuto ($AA < 2,5 \text{ mg/L}$).

El efecto se hace evidente luego de tres semanas de no ingestión de AA y las manifestaciones clínicas son: fatiga, mialgias, artralgias, púrpura vascular y síndrome hemorrágico. También hay gingivo-hemorragias y pérdida de dientes.

Los signos biológicos (no específicos) más evidentes son: anemia, hipocolesterolemia, hipoalbuminemia, hiperqueratosis folicular, hemorragias perifoliculares, equimosis, edema y deficiencia en la cicatrización.

Todos estos signos y síntomas pueden revertirse administrando 1 g de vitamina C por día durante 2 semanas, de lo contrario la deficiencia crónica lleva a la muerte repentina. (15)

Exceso de ácido ascórbico:

No está claro que dosis elevadas de ácido ascórbico previene resfriados y gripe. Aunque el ácido ascórbico no utilizado se elimina rápidamente por la orina, las dosis largas y prolongadas pueden derivar en la formación de cálculos en la vejiga y el riñón, interferencia en los efectos de los anticoagulantes, destrucción de vitamina B12 y pérdida de calcio en los huesos. (16)

El ácido ascórbico hace que el aluminio se absorba mejor. El aluminio puede ser tóxico. Por esta razón no se deben ingerir grandes cantidades de ácido ascórbico conjuntamente con medicamentos (como, por ejemplo, antiácidos) que contienen aluminio.

Grandes cantidades de ácido ascórbico pueden alterar los resultados de algunas pruebas de laboratorio. Por ejemplo, las pruebas para azúcar en sangre pueden dar resultados inexactos en personas que están ingiriendo dosis elevadas de esta vitamina, la efectividad de algunos medicamentos contra la diabetes puede verse reducida cuando se ingieren conjuntamente con ácido ascórbico. (15)

3.2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Es un compuesto de color blanco, cristalino o levemente amarillo, inodoro que se oscurece de manera gradual en su exposición con la luz. Estando seco, es estable al aire, pero en solución se deteriora con rapidez en presencia de aire. Tiene un punto de fusión de alrededor de 190°C. Es soluble en 1 gramo por 3 mililitros de agua o 40 mililitros de alcohol, insoluble en cloroformo, éter o benceno. En la naturaleza se puede encontrar en su forma reducida y en su forma oxidada (15)

El AA ($C_6H_8O_6$) tiene un peso molecular de 176,13 Da, es hidrosoluble y posee propiedades ácidas y fuertemente reductoras. Tales propiedades se deben a su estructura enodiol y a la posibilidad de ionizar el hidroxilo situado sobre el carbono 3, formando un anión que queda estabilizado por resonancia. Eventualmente, puede dissociarse el hidroxilo del carbono 2, formando un dianion, aunque no adquiere la misma estabilidad que la del carbono 3. La forma natural de la vitamina es el isómero L que posee propiedades nutricionales; el isómero óptico del carbono 4 D- tiene alrededor de 10% de la actividad del isómero L- pero sin fines vitamínicos (figura N° 7), al igual que el isómero óptico del carbono 5. (13)

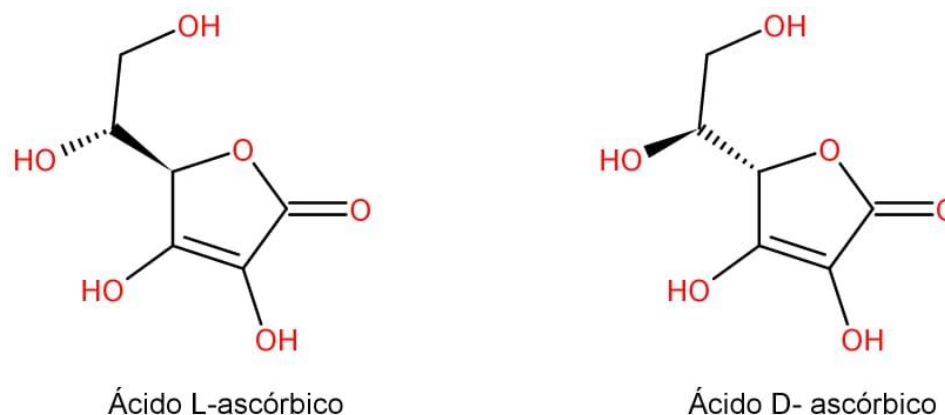


Figura N° 7 Estructura química de los isómeros ópticos del carbono 4 del ácido ascórbico (isómero L y D)

El ácido ascórbico puede presentarse en dos formas químicas interconvertibles: ácido ascórbico (2,3-enediol-L-gulona-1,4-lactona) (AA) y ácido dehidroascórbico (2,3-dicetogluonato) (ADA), siendo ambas formas funcionales biológicamente y manteniéndose en equilibrio fisiológico.

Si el ácido dehidroascórbico sufre hidrólisis se transforma en ácido dicetogulónico, no activo biológicamente, siendo esta transformación irreversible (figura N° 8). La hidrólisis ocurre espontáneamente en disolución neutra o alcalina.

El ácido ascórbico es un compuesto inestable, debido a la facilidad con la que se oxida e hidroliza.

Se descompone con facilidad en el procesamiento y conservación de los alimentos, por lo que se utiliza como indicador de la pérdida vitamínica de un alimento durante su procesado y almacenamiento. Por otra parte, el calor y los cationes metálicos degradan el ácido ascórbico. (14)

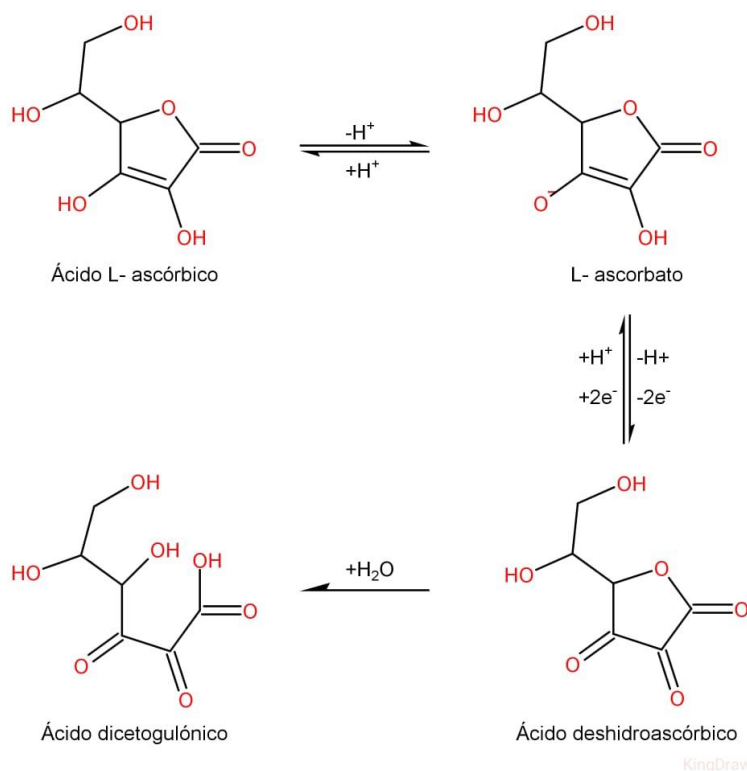


Figura N° 8 Reacciones de oxidación e hidrólisis del ácido ascórbico

3.2.2 FUENTES DE OBTENCION DEL ACIDO ASCORBICO

El ácido ascórbico se encuentra principalmente en alimentos frescos de origen vegetal (frutas y hortalizas) y, en menor medida, alimentos de origen animal. Entre los alimentos de origen vegetal como los cítricos (naranjas, limones y limas), kiwi, fresas, brócoli y lechuga, que son fuente natural de ácido ascórbico, y de origen animal como hígado, leche y productos lácteos, etc. (15)

La propiedad química antioxidante es la más importante del ácido ascórbico. La FAO/WHO (2020) establece valores entre 2,2 - 2,5 mg/100 g de ácido ascórbico en miel. Sin embargo, la USDA (2019) indica 0,5 mg/100 g en su base de datos (16) (29)

En la siguiente tabla N°2, se presentan las recomendaciones dietéticas diarias de ácido ascórbico por grupo de edad y sexo (17)

Tabla N° 2 Consumo requerido de ácido ascórbico (17)

Vitaminas	Infantes 2 a 10 años	Hombres 10 a 65 y +	Mujeres 10 a 65 y +	Embarazo	Lactancia
Ácido ascórbico mg/día	15 - 35	40 - 75	40 - 65	75	100

3.3 MÉTODOS TITRIMÉTRICOS O VOLUMÉTRICOS (18)

El análisis volumétrico consiste en la determinación del volumen de una solución de concentración conocida necesaria para reaccionar con la disolución de una cantidad de sustancia pesada o medida volumétricamente, es decir mide el volumen de una solución que contiene suficiente reactivo para reaccionar completamente con el analito.

Una valoración es un proceso en el cual se mide cuantitativamente la capacidad de una sustancia para combinarse con un reactivo. Ordinariamente, esto se lleva a cabo por la adición controlada de un reactivo de concentración conocida a una disolución de la sustancia a investigar, hasta que luego se complete la reacción entre los dos, entonces es medido el volumen de reactivo gastado. Se dará por terminada esta reacción hasta que el indicador agregado cambie de color que indica la finalización de la reacción.

3.3.1 ASPECTOS GENERALES DE LOS MÉTODOS VOLUMÉTRICOS. (18)

Patrón primario: es un compuesto de alta pureza que sirve de referencia en todos los métodos gravimétricos y volumétricos.

Un patrón primario debe tener una pureza del 99.9% o más, no debe descomponerse en las condiciones normales de almacenamiento y debe de ser estable al calor y vacío, porque es preciso secarlo, para eliminar trazas de agua absorbida de la atmósfera.

Solución estándar o solución patrón: es aquella cuya concentración es exactamente conocida y se prepara disolviendo una cantidad exactamente pesada del reactivo puro en un volumen dado del disolvente.

3.3.2 TIPOS DE REACCIONES EMPLEADAS EN ANÁLISIS VOLUMÉTRICO.⁽¹⁸⁾

- Valoración por Neutralización.
- Valoración por Precipitación.
- Valoración con Formación de Complejos.
- Valoración de Oxidación – Reducción.

Volumetría de Neutralización.

Se considera desde el punto de vista de su comportamiento o por sus propiedades observables:

- Ácidos: sustancias que vuelven rojo el papel azul de tornasol, poseen sabor ácido.
- Bases: sustancias que vuelven azul el papel rojo de tornasol, resbaladizo al tacto, poseen sabor amargo.

Volumetría de Precipitación.

En el análisis volumétrico existe un grupo de reacciones de sustitución en donde uno de los productos es insoluble, y por ello, estos métodos tienen como base la formación de un precipitado, es decir: son aquellas en las cuáles la especie que se está determinando forma un compuesto poco soluble con el titulante.

Volumetría de Complejos.

En estas titulaciones se formarán complejos a partir de un agente quelante, el cual se forma por un agente orgánico que tiene dos o más grupos capaces de formar complejos con un ion metálico.

Se dice que los iones complejos son compuestos constituidos por un ion metálico con otros iones o moléculas. Las partes del complejo se mantienen unidas mediante uniones covalentes coordinadas en las cuales el ion o molécula, son diferentes del ion metálico central.

La mayoría de los iones metálicos reaccionan como donadores de pares de electrones formando complejos o compuestos de coordinación.

Volumetría de Oxidación-Reducción.

Los métodos de Oxidación y Reducción son aquellos en los cuáles se pierden y ganan electrones y dichos electrones se transfieren entre el analito y el titulante.

La oxidación es el proceso en que un átomo, ion o molécula pierde uno o más electrones. La reducción es la ganancia de uno o más electrones por parte de un átomo, ion o molécula.

Agente Reductor: es una sustancia que pierde uno o más electrones y se lleva a cabo la oxidación.

Agente Oxidante: es una sustancia que gana uno o más electrones y se lleva la reducción.

Propiedades generales que un reductor u oxidante deben cumplir para ser utilizados como regulador de estado de oxidación:

- El reductor u oxidante debe ser lo suficientemente fuerte para que la reacción sea completa.
- Deben convertirse en otra sustancia cuantitativa para su estado de oxidación deseado.
- El reductor, o el oxidante deben de reaccionar rápidamente con la sustancia a determinar.

Requisitos que se llevan a cabo en los métodos de oxidación y reducción.

- La reacción debe ser rápida y completa.
- Disponer de una técnica indicadora para localizar el punto de equivalencia con una exactitud razonable.
- Que el elemento o constituyente a analizar esté presente en un estado de oxidación.

- En las titulaciones de Oxidación y Reducción existen soluciones patrón que actúan como agentes reductores patrón y agentes oxidantes patrón.

Agentes Reductores Patrón:

- Soluciones de Hierro.
- Tiosulfato de Sodio

Agentes Oxidantes Patrón:

- Permanganato de Potasio y Cerio (IV).
- Dicromato de Potasio.
- Yodo.

3.3.2.1 MÉTODOS YODOMÉTRICOS

El yodo es suficientemente poderoso como un agente oxidante y reacciona cuantitativamente con algunas sustancias reductoras. Además, el ion yoduro se oxida fácilmente, lo que permite reacciones cuantitativas con poderosos agentes. Así, los procesos de oxidación-reducción involucrando yodo pueden clasificarse en dos grupos principales:

Métodos indirectos (yodometría): consisten en que los oxidantes son determinados haciéndolos reaccionar con un exceso de iones yoduro y determinándose el yodo liberado con un reductor estándar, como el tiosulfato de sodio

Métodos directos (yodimetría): es un método directo de análisis que utiliza como reactivo valorante una solución estándar de yodo que permite analizar sustancias o analitos reductores fuertes, generalmente en medio neutro o ligeramente ácido.

Se añade almidón al comienzo de la valoración, la primera gota en exceso del valorante después del punto de equivalencia, vuelve azul la solución. (18)

Entre las aplicaciones más importantes del yodo en métodos yodimétricos destaca la determinación de As^{3+} , Sb^{3+} , Sn^{2+} , H_2S , SO_2 , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ y ácido ascórbico. (19) (Ver anexo N° 13)

Dos importantes fuentes de error en valoraciones que involucran yodo son:

- Por pérdida de yodo debido a su volatilidad apreciable
- La oxidación de soluciones ácidas de yoduro por oxígeno del aire. (20)

3.3.2.2 RECONOCIMIENTO PUNTO FINAL

Una solución acuosa de yodo en yoduro posee un color amarillo intenso que puede llegar hasta pardo. Una gota de solución de yodo 0.1N, imparte un color perceptible amarillo pálido a 100mL de agua, de modo que, en soluciones incoloras, el yodo puede ser de por sí indicador.

Sin embargo, se emplea como indicador una solución de almidón que es mucho más sensible. El almidón reacciona con el yodo en presencia de yoduro, dando un complejo (Ver figura N° 9) de adsorción de color azul intenso que es visible a concentraciones muy bajas de yodo. La sensibilidad de la reacción, es tal que el color azul es visible aun cuando la concentración del yodo es 2×10^{-5} M y del yoduro a 4×10^{-4} M a 20°C.

La sensibilidad del indicador aumenta en medio ácido y disminuye en presencia de sustancias orgánicas o por calentamiento. (20)

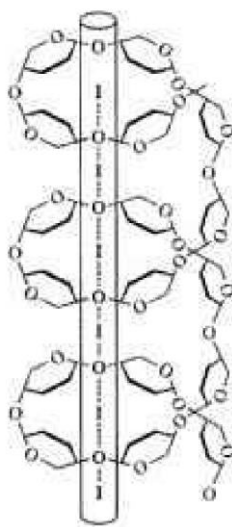


Figura N° 9 Estructura esquemática del complejo yodo-almidón.

Una ventaja del almidón es su bajo costo, pero posee las desventajas siguientes:

- Escasa solubilidad en agua fría.
- Inestabilidad de las suspensiones en agua
- Reacciona con el yodo dando un complejo insoluble en agua, por lo que no debe agregarse este indicador al comenzar una valoración yodométrica; deberá agregarse la solución de almidón poco antes del punto final, cuando la solución está ya casi decolorada. (20)

3.3.3 ANALISIS YODIMETRICO DEL ACIDO ASCORBICO (21)

Una oxidación poco común es la determinación del ácido ascórbico mediante titulación con yodo. El yodo oxida al grupo funcional “enodiol” del ácido ascórbico al grupo alfa-dicetonico del ácido dehidroascórbico según la (Figura N° 10).

- s = desviación estándar de muestra: cuyo símbolo es (S), es simplemente la raíz cuadrada de la varianza. La varianza y la desviación miden la dispersión promedio alrededor de la media; es decir, como las observaciones mayores fluctúan por encima de ésta y como las observaciones menores se distribuyen por debajo de ésta como medidas de variabilidad más importantes.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n-1}} \text{ (Ecuación N}^\circ \text{ 2)}$$

- El coeficiente de variación es una medida de dispersión que permite el análisis de las desviaciones de los datos con respecto a la media y al mismo tiempo las dispersiones que tienen los datos dispersos entre sí. Se representa por la siguiente ecuación:

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \text{ (Ecuación N}^\circ \text{ 3)}$$

- Intervalo de confianza: consiste en determinar un posible rango de valores o intervalos, en el que, con una determinada probabilidad sus límites contendrán el valor del parámetro poblacional que andamos buscando. (22)

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE ESTUDIO:

- **Prospectivo:** los resultados obtenidos en esta investigación podrán ser usados en un futuro próximo como punto de partida para la realización de otras investigaciones.
- **Experimental:** porque se analizaron las muestras de miel en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador

4.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA:

La investigación bibliográfica se llevó a cabo en las siguientes bibliotecas en modo virtual:

Dr. Benjamín Orozco Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador

Central de la Universidad de El Salvador

Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes (USAM)

Biblioteca Rafael Meza Ayau (Universidad Don Bosco)

Biblioteca Florentino Idoate SJ (UCA)

Biblioteca Universidad Nueva San Salvador (UNSSA)

Internet

4.3 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Universo: las mieles de abejas procedentes de las localidades de los departamentos con mayor producción de miel (Ver anexo N°2)

Muestra: 3 botellas de miel convencional, de consumo directo no procesada.

Tipo de muestreo: puntual y dirigido, que consistió en seleccionar algunas unidades más representativas de las localidades de los departamentos con mayor producción de miel.

Recolección: las muestras fueron recolectadas en las localidades de: Santa Rosa Acacalco del departamento de Ahuachapán, identificadas como 1A, 2A y 3A; Cantón Planes de la Laguna del departamento de Santa Ana, identificadas como 1SA, 2SA y 3SA; Santa Catarina Masahuat del departamento de Sonsonate, identificadas como 1S, 2S y 3S; Cantón Cerro Partido del departamento de Chalatenango, identificadas como 1C, 2C y 3C; y Talnique del departamento de la Libertad, identificadas como 1LL, 2LL y 3LL, seleccionando aquellas muestras traslucidas, que no contienen sedimentos de azúcares y sin sólidos extraños, muestreo realizado en el mes de diciembre (ver anexo N°1).

Almacenamiento: las muestras se almacenaron en bolsas de color negro en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente y protegido de la luz.

Transporte: las muestras se transportaron en hieleras, hacia el Laboratorio de Química Analítica de la Universidad de El Salvador.

4.4 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE FLORA DE LAS LOCALIDADES:

Apiario Fundageo, Localidad de Santa Rosa Acacalco: está ubicado en el municipio de Ahuachapán departamento de Ahuachapán tiene una altitud de 798 metros y está constituido por bosques húmedos subtropicales y bosques húmedos tropicales, entre las plantas más importantes que suministran néctar a las abejas están: Café (*Coffea arabica*), Madrecacao (*Gliricidia sepium*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), Pepeto (*Inga edulis*), Campanilla (*Ipomoea purpurea*) Escobilla (*Sida acuta*), Aguacate (*Persea americana*), Mango (*Mangifera indica*), Jocote (*Spondias purpurea*). (5)

Apiario Miel, localidad Cantón Planes de La Laguna: es un pueblo del departamento de Santa Ana, su flora está constituida por bosques secos tropicales y bosques húmedos, las especies de plantas con las que las abejas

cuentan para recolectar néctar incluyen la ceiba (*Ceiba pentandra*), madrecacao (*Gliricidia sepium*); pepeto (*Inga edulis*), aguacate (*Persea americana*), marañón (*Anacardium occidentale*), mango (*Mangifera indica*), almendro de río (*Andira inermis*), jocote (*Spondias purpurea*). (5)

Apiario Miel Masahuat, Localidad del municipio de Santa Catarina Masahuat: se encuentra ubicado específicamente en el departamento de Sonsonate, linda al norte con el municipio de Apaneca, al este con Nahuizalco, al sur con San Antonio del monte y al oeste con el municipio de San Pedro Puxtla, con una extensión territorial de 32.28 Km² y una altitud de 613 metros sobre el nivel del mar. (23)

La flora la constituye bosques húmedos subtropicales, bosques húmedos tropicales y bosques muy húmedos subtropicales, las especies arbóreas más notables son naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus nobilis*), Ciprés (*Cupressus lusitanica*), Pino (*Pinus oocarpa*), Café (*Coffea arabica*), guayabo (*Psidium guajava*), mango (*Mangifera indica*); Además, contiene plantas de granos básicos como caña de azúcar y Maíz. (5)

Apiario La milpa, Localidad Caserío Cerro Partido: está ubicado en kilómetro 56 carretera Chalatenango Cantón Santa Bárbara, El Paraíso Chalatenango, sus bosques están constituidos por bosques húmedos tropicales y bosques secos tropicales con abundantes zonas rocosas, entre sus plantas más importantes para la apicultura destacan: flor amarilla (*Baltimora recta*), campanilla (*Ipomoea purpurea*) chupa miel (*Anchusa azurea*), botón blanco (*Eclipta prostrata*), Chichinguaste (*Hyptis suaveolens*) y algunos árboles como Pino (*Pinus oocarpa*), almendro de río (*Andira inermis*), jocote (*Spondias purpurea*), pepeto (*Inga edulis*), Aguacate (*Persea americana*), Mango (*Mangifera indica*). (5) Cabe destacar que en la zona predomina el cultivo de maíz.

Apiario La Labor, Localidad Talnique: es un municipio del departamento de La Libertad. Limita al norte con Colón, al este con Comasagua y Santa Tecla, al sur con Tamanique y al oeste con Jayaque tiene una extensión territorial de 29,72 km² y una altura de 965 metros sobre el nivel del mar, está constituido por bosques húmedos subtropicales, entre las plantas de mayor importancia apícola destacan: Zarzo (*Acacia glomerosa*), cola de garrobo (*Acalypha hispida*), Chichinguaste (*Hyptis suaveolens*), Campanilla (*Ipomoea purpurea*) y árboles como Café (*Coffea arabica*), ceiba (*Ceiba pentandra*), almendro de río (*Andira inermis*), Aguacate (*Persea americana*), Mango (*Mangifera indica*). (5)

4.5 PARTE EXPERIMENTAL:

- Equipo, material y reactivo (Ver anexo N° 4)

4.5.1 TRATAMIENTO DE LA MUESTRA

- 1- Pesar 100 g de miel de abeja
- 2- Agregar 100 mL de agua destilada
- 3- Agregar 25 mL de H₂SO₄ 2N
- 4- Agitar hasta disolver la muestra
- 5- Realizar por triplicado este proceso (Ver anexo N° 5)

4.5.2 PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN VALORANTE YODO 0.1 N

- 1- Pesar 14 g de yodo
- 2- Pesar 36 g de yoduro de potasio
- 3- Medir 100 mL de agua
- 4- Adicionar el yoduro de potasio al agua y disolver
- 5- disolver el yodo en la solución de yoduro de potasio
- 6- Agregar 3 gotas de ácido clorhídrico concentrado
- 7- Diluir la solución en 1L de agua
- 8- Adicionar 10 mL de solución de ácido ascórbico a un Erlenmeyer
- 9- Añadir 2 mL de almidón a Erlenmeyer

10- Valorar con yodo 0.1 N

11- Observar viraje a coloración azul. (24) (Ver anexo N° 6)

4.5.3 PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN DE ALMIDÓN

1- Pesar 1 g de almidón soluble

2- Mezclar con suficiente agua fría hasta pasta líquida

3- medir 100 mL de agua y ebullición

4- Agregar el agua en ebullición a la pasta líquida

Dejar enfriar y usar inmediatamente. (24) (Ver anexo N° 8)

4.5.4 PREPARACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO 2N

1- Pesar 56.2 mL de ácido sulfúrico concentrado

2- Medir en un matraz de 1,000 mL, 500 mL de agua

3- Transferir la solución de ácido sulfúrico concentrado al matraz

4- Dejar enfriar 5- Diluir con agua hasta volumen. (24) (Ver anexo N° 9)

NOTA: en el proceso de laboratorio de la cuantificación del ácido ascórbico, es importante generar un pH adecuado en el medio, por lo tanto, se adiciona el ácido sulfúrico 2 N, el cual produce una solución débilmente ácida y a su vez aumenta la sensibilidad del almidón. (25)

4.5.5 ENSAYO EN BLANCO

1- Medir 10 mL de agua destilada con pipeta volumétrica

2- Transferir a un Erlenmeyer de 125 mL

3- Adicionar 2.5 mL de ácido sulfúrico 2N

4- Adicionar 1 mL de almidón TS recién preparado

5- Valorar, hasta viraje de color azul. (26) (Ver anexo N° 10)

4.5.6 ENSAYO

1- Transferir las muestras tratadas a un Erlenmeyer de 125 mL

2- Adicionar 1 mL de almidón TS recién preparado

3- Valorar con yodo 0.1 N hasta que la solución se torne de color azul.

Realizar 2 valoraciones más. (Ver anexo N° 11)

Para determinar la concentración de ácido ascórbico en miel de abeja se aplicó la siguiente fórmula ⁽²⁶⁾

$$\text{Resultado} = [(V-B) \times N \times F \times 100] / W$$

En donde:

V= volumen del titulante de la muestra

B= volumen del titulante en blanco

N= normalidad del titulante

F= factor de equivalencia 88.06 mg/mEq

W= peso de la muestra

4.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO ADAPTADO SEGÚN LA USP 42.

⁽²⁶⁾

En este estudio se utiliza el método de la USP 42 dirigido al análisis de materias primas, por lo tanto, se ha realizado una modificación para la cuantificación del ácido ascórbico en una matriz de miel, la cual consiste en el siguiente procedimiento:

Se pesaron 100 g de miel de cada una de las 3 botellas recolectadas, luego se procedió a diluir con 100 mL de agua destilada, posteriormente se adicionaron 25 mL de ácido sulfúrico 2 N. Se agito hasta homogenizar, luego se adicionaron 2 mL de almidón recién preparado y finalmente se procede a valorar con yodo 0.1 N, hasta observar el cambio de coloración a azul. (Ver anexo N°12)

Nota: este procedimiento se realizó por triplicado para cada botella de miel, haciendo un total de 9 análisis para cada localidad.

4.7 DETERMINACIÓN Y CONTRASTE ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

Para realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos, se determinó la variación que existía entre las concentraciones y la media muestral, por medio de la desviación estándar, se verificó la confiabilidad de los datos haciendo uso del coeficiente de variabilidad y además se calculó el intervalo de confianza con un 90% de certeza para las 5 localidades en estudio.

Para el contraste estadístico, se determinó la media muestral, procesando los análisis de las cinco localidades como un conjunto de datos, posteriormente se compara con lo establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Cuantificar el ácido ascórbico en miel de abeja por el método redox yodimétrico

A continuación, se presenta un ejemplo de cálculo, para la determinación de la concentración de ácido ascórbico en las muestras de miel:

Para la muestra 1.0 C:

Volumen gastado de valorante en el blanco: 0.1 mL

Volumen gastado de valorante en la muestra: 0.2 mL

Factor de corrección: 1.1745

Volumen corregido: $0.2 \text{ mL} * 1.1745 = 0.235 \text{ mL}$

Peso real de la muestra: 100.0034 g

Normalidad del yodo: 0.1 N

Sustitución de datos en la fórmula:

$$C = \frac{[(0.235 - 0.1) \text{ mL} * (0.1 \text{ N}) * (88.06 \frac{\text{mg}}{\text{mEq}}) * 100]}{100.0034 \text{ g de miel}} = 1.19 \text{ mg ác. ascórbico/100 g de miel}$$

De esta manera, se obtuvieron los resultados para los 45 análisis realizados a las muestras las cuales se presentan según codificación (ver anexo N°3); determinando las concentraciones medias por localidad. (Ver tabla N°3)

En principio, se observan las variaciones en las concentraciones de las muestras por localidad; en las cuales, es importante mencionar características que pueden considerarse factores enriquecedores de ácido ascórbico en la miel.

Para las localidades de Santa Catarina Masahuat, Talnique y Cantón Planes de La Laguna, se observó que en las zonas existen abundantes árboles cítricos, su olor es fragante y atractivo para las abejas (27), además las muestras obtenidas presentaban un color ámbar oscuro, las cuales se consideran ricas en ácido ascórbico (28).

Tabla N° 3 Concentración media de ácido ascórbico por localidad

LOCALIDAD/APIARIO	MUESTRA PROMEDIO	(\bar{x}) PESO	(\bar{x}) VOL. GASTADO TITULANTE (mL)*FC	CONCENTRACION (\bar{x}) (mg/100g)
Santa Rosa Acacalco/ FUNDAGEO (AHUACHAPAN)	4A	100.0584	0.389	2.54
Cantón Planes de la Laguna/ MIEL (SANTA ANA)	5SA	100.068	0.457	3.14
Santa Catarina Masahuat/ MIEL MASAHUAT (SONSONATE)	2S	100.145	0.535	3.83
Cantón Cerro Partido/ LA MILPA (CHALATENANGO)	1C	100.0543	0.392	2.57
Talnique/ LA LABOR (LA LIBERTAD)	3LL	100.1815	0.496	3.48

En el caso del Cantón Cerro Partido, nos encontramos con una zona muy rocosa, posee una escasa población de árboles, en la que predomina el cultivo de maíz y la alimentación de las abejas se da principalmente por hierbas.

Finalmente, la localidad Santa Rosa Acacalco, presenta un ambiente muy boscoso de altitud, en el cual predomina la humedad, esto se vuelve un factor negativo, ya que la miel tiende a absorber humedad del ambiente y de esta manera se diluyen los componentes de la miel. (7)

5.2. Determinar las localidades que presentan las muestras de miel con mayor y menor concentración de ácido ascórbico

A partir de los valores medios reportados en la tabla 3, se definen las localidades con mayor y menor concentración de ácido ascórbico, para lo cual se hace uso del siguiente gráfico de barras. (Ver figura N° 11)

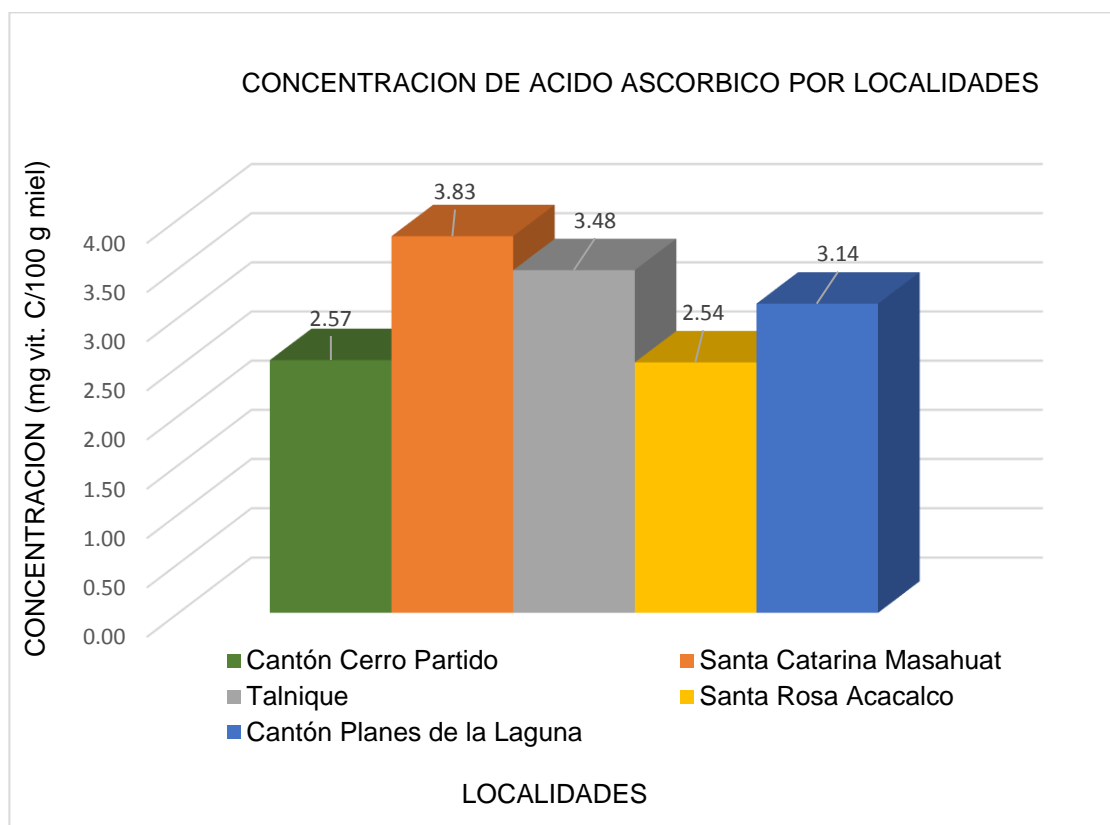


Figura N° 11 Representación gráfica de la concentración de ácido ascórbico por localidad

De acuerdo a la gráfica N° 11, se puede observar que de las muestras de las 5 localidades analizadas; Santa Catarina Masahuat presenta las muestras de miel con mayor concentración de ácido ascórbico, con un valor de 3.83 mg vit. C/100 g miel, seguido por Talnique con 3.48 mg vit. C/100 g miel, Cantón Planes de La Laguna presenta 3.14 mg vit. C/100 g miel, seguido por el Cantón Cerro Partido con 2.57 mg vit. C/100 g de miel y por último la localidad que reporta las muestras con menor concentración es Santa Rosa Acacalco con 2.54 mg vit. C/100 g miel respectivamente.

5.3. Contrastar los resultados obtenidos con lo reportado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO/WHO). (29)

Para contrastar los resultados obtenidos, con el dato reportado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, se realizó una distribución de frecuencia para datos agrupados, en la cual se trabajó las concentraciones de ácido ascórbico por localidad, como un conjunto de datos. (Ver tabla N° 4)

Para completar la tabla N° 4 se emplean las siguientes fórmulas:

Numero de intervalos

$$K = 1 + 3.322 \log N$$

$$K = 1 + 3.322 \log 45 = 6.49 \approx 7$$

Ancho de intervalo de clases

$$A = \frac{Ls - Li}{1 + 3.322 \log N}$$

$$A = \frac{5.32 - 1.19}{1 + 3.322 \log 45} = 0.636 \approx 0.64$$

A partir de este ancho de clase, completamos los demás, sumando cada vez 0.64 al punto medio antecedente.

Punto medio o marca de clases

$$PM = \frac{Ls + Li}{2}$$

$$PM = \frac{1.83 + 1.19}{2} = 1.51$$

Tabla N° 4 Datos estadísticos para la determinación de la distribución normal, media aritmética, desviación típica, coeficiente de variabilidad y error estándar.

INTERVALO DE CLASE (Li - Ls)	Frecuencia (f)	PM $\left(\frac{Ls+Li}{2}\right)$	PM*f	f(PM- \bar{x}) ²
1.19-1.83	1	1.51	1.51	3.1329
1.83-2.47	9	2.15	19.35	11.4921
2.47-3.11	0	2.79	0	0
3.11-3.75	26	3.43	89.18	0.585
3.75-4.39	8	4.07	32.56	4.9928
4.39-5.03	0	4.71	0	0
5.03-5.67	1	5.35	5.35	4.2849
TOTAL	45	-	147.95	24.4877

Media aritmética para datos agrupados (30)

$$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot PM}{N} \quad \bar{X} = \frac{147.95}{45} = \underline{3.29}$$

Para realizar una comparación de los resultados obtenidos se buscaron los requisitos establecidos en las especificaciones de la segunda actualización de la Norma Salvadoreña Obligatoria (NSO.67.19.01.08) de miel de abeja (2), en la cual, no se establece un parámetro del contenido de ácido ascórbico que puede contener la miel, ni se describe en los parámetros físico-químicos la cuantificación de este, por lo tanto debido a la falta de información tanto a nivel nacional, como internacional, se tuvo a bien comparar los resultados obtenidos con lo reportado por la FAO/WHO, que declara un contenido de 2.2-2.5 mg de vit. C/ 100 g de miel (29). Basados en nuestro estudio las muestras que se analizaron en 5 localidades del país, contienen una concentración equivalente a 3.29 mg de vit. C/ 100g de miel, es importante mencionar en primer lugar que, en la búsqueda de la información, no se encontró descripción del método utilizado para la declaración de la concentración de ácido ascórbico reportado por la FAO/WHO y, en segundo lugar, no se reporta la estación del año en la cual se llevó a cabo el muestreo

5.4. Analizar estadísticamente los resultados obtenidos

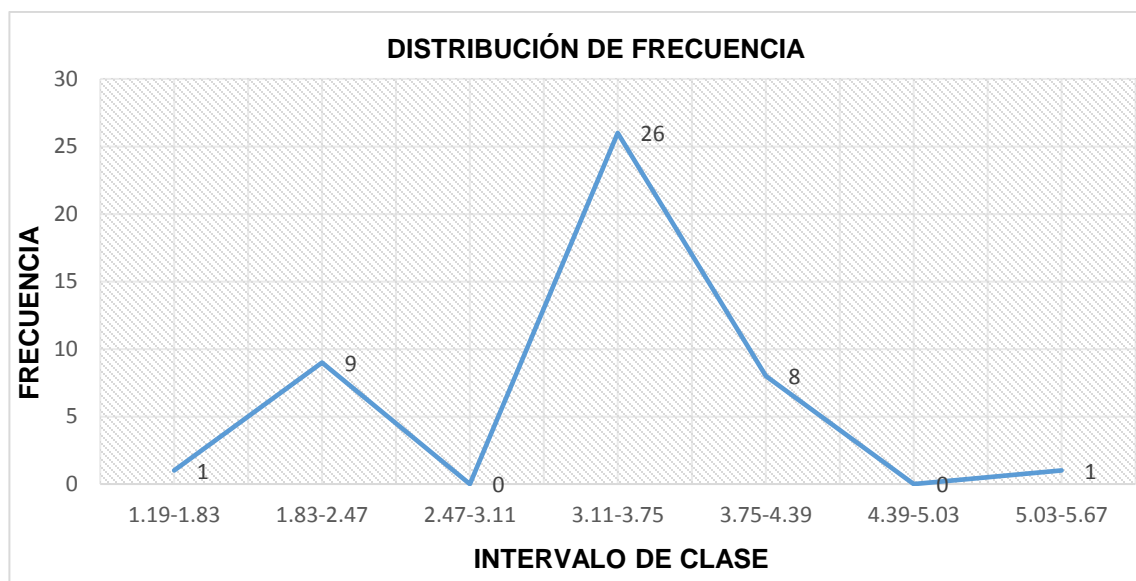


Figura N° 12 Distribución de frecuencias de concentraciones de ácido ascórbico

El polígono de distribución de frecuencias, nos muestra cómo se encuentran distribuidas las concentraciones de ácido ascórbico, en cada intervalo de clase; es importante mencionar que los valores obtenidos de ácido ascórbico, se han trabajado como un conjunto de datos, es decir, no se representa ni por localidad, ni por departamento; aclarado esto, tenemos que: la mayor cantidad de datos se encuentran contenidas entre 3.11 y 3.75, haciendo un total de 26 concentraciones; a continuación tenemos 9 concentraciones entre 1.83 y 2.47, seguido de 8 concentraciones que se encuentran entre 3.75 y 4.39, luego tenemos una concentración que se encuentra entre 5.03 y 5.67 y por último entre 2.47-3.11, 4.39 y 5.03 no se encuentra ninguna concentración, sin embargo, es interesante determinar cómo es la dispersión entre los resultados de cada localidad, para conocer el comportamiento de las muestras.

La dispersión de datos se determinó a través de la desviación estándar de la siguiente manera:

Desviación estándar (30)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum f(\text{PM} - \bar{X})^2}{N-1}}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{24.4877}{44}} = 0.746 \approx 0.75$$

El resultado de la desviación estándar para el conjunto de datos es igual a 0.75, es decir, con una media muestral igual a 3.29 mg vit C/ 100 g de miel, tenemos una tendencia a variar por debajo o por encima de dicha concentración en 0.75 mg de vit.C / 100 g de miel, estas variaciones se deben a que las muestras han sido recolectadas en diferentes localidades.

Pero es importante conocer que tan representativa es la concentración media obtenida, con la cual se compara la desviación estándar, por lo tanto, se ha calculado el coeficiente de variabilidad de la siguiente manera:

Coeficiente de variabilidad (22)

$$\text{C.V} = \frac{S_x}{\bar{X}} \times 100\%$$

$$\text{C.V} = \frac{0.75}{3.29} \times 100\% = 22.8\%$$

En los estudios experimentales se hace necesario verificar la validez de los análisis, con el fin de decidir si los datos obtenidos son confiables y consecuentemente aceptar o no la validez de los mismos (22). Por esta razón se hace uso de la utilidad del coeficiente de variación con el cual comparamos el resultado obtenido anteriormente; en donde, el 22.8% nos indica que la media con la cual comparamos la desviación estándar, tiene representatividad sobre el conjunto de datos (Ver tabla N°5), es decir, que los análisis realizados son confiables ya que, si se hubiese obtenido un resultado mayor a 30%, se rechazaría la validez del estudio.

Tabla N° 5 Utilidad del coeficiente de variación (22)

Valor del C. V	Grado en que la media representa al conjunto de datos
0 -< 10%	Media altamente representativa
10% -< 20%	Media bastante representativa
20% -< 30%	Media tiene representatividad
30% -< 40%	Media con representación dudosa
40% o más	Media carente de representatividad

Ahora bien, a partir de los datos estadísticos, se determinaron los valores que existen alrededor de la media muestral, dentro de la cual se estima la probabilidad de localizar la media poblacional de las concentraciones de ácido ascórbico en miel de abeja.

Nivel de confianza

En El Salvador se cuentan con 2,050 apiarios según el censo 2007/2008 del Ministerio de Agricultura y Ganadería, de los cuales solo se muestrearon 5 apiarios, por lo tanto, es importante mencionar que entre mayor sea el número de muestreos y más nos acerquemos al tamaño de la población, mayor será el porcentaje de confianza; en ese sentido, de acuerdo al muestreo que se llevó a cabo en este estudio, se consideró tomar un nivel mínimo de confianza igual al 90%.

$$\alpha = 90\% = 0.9000$$

$$\alpha/2 = 0.4500$$

$$Z = 1.65 \text{ (Ver anexo N°14)}$$

Se tiene que, para un nivel de confianza del 90%, el valor de z es igual 1.65, es decir 1.65 desviaciones estándar sobre la media.

Error estándar (30)

$$E = Z_{\alpha/2} \frac{S_x}{\sqrt{N}}$$

$$E = \frac{(1.65)(0.75)}{\sqrt{45}} = 0.18$$

Intervalo de confianza (30)

$$I.C = \bar{X} \pm E$$

$$I.C = (3.29 - 0.18) \leq \bar{X} \leq (3.29 + 0.18)$$

$$3.11 \leq \bar{X} \leq 3.47$$

El resultado obtenido a un 90% de confianza, nos indica que el valor de la media poblacional de las concentraciones de vitamina C, se encuentra entre 3.11 y 3.47 mg vit. C/100 g de miel. A partir de este resultado se llevó a cabo una comparación con un estudio realizado en la provincia de Chaco Argentina, donde se determinó la concentración de ácido ascórbico en miel de abeja por medio del método de volumetría con adición estándar, en donde los resultados de concentraciones de ácido ascórbico que se obtuvieron en ese estudio rondan entre 0.29 a 0.46 mg/100 g de miel (31), con esto podemos determinar que las mieles que se encuentran en nuestro país, contienen una marcada diferencia en las concentraciones de ácido ascórbico, las cuales dependen de las fuentes florales tal y como lo establecen en dicho estudio.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. El método de análisis óxido reducción yodimétrica, además de ser un método económico, nos asegura la cuantificación de ácido ascórbico en las muestras de miel.
2. La localidad con mayor concentración de ácido ascórbico en la miel colectada es Santa Catarina Masahuat, mientras que el de menor concentración es Santa Rosa Acacalco, estas variaciones dependen del tipo de néctares que las abejas recolectan, esto define la calidad de la miel que se produce, diferenciándose por el color, sabor, textura y principalmente la composición.
3. Al contrastar la media muestral del ácido ascórbico se observa una diferencia de 0.94 mg vit. C/100 g de miel, por encima del valor reportado según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO/WHO), pero al comparar las concentraciones por localidad, se observa que Santa Rosa Acacalco y Cantón Cerro Partido, son los que poseen las concentraciones más cercanas a las reportadas por la FAO, más sin embargo, al no contar con una norma que establezca un rango de concentraciones, el resultado obtenido no afecta la composición de las muestras analizadas, por este motivo no se puede sugerir a los productores un aumento o una disminución en la concentración de ácido ascórbico en la miel de abeja.
4. La desviación estándar, nos indica que la dispersión entre los datos no es muy variable, es decir, que las concentraciones obtenidas de ácido ascórbico, no se encuentran muy alejados de la media, de igual manera, la utilidad del coeficiente de variación, nos indica que la media tiene representatividad sobre el conjunto de datos, por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio son confiables y pueden ser utilizados para futuras investigaciones.

5. Las mieles de las localidades en estudio, en un 90% de confianza poseen una concentración entre 3.11 y 3.47 mg vit. C/100 g de miel.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Realizar el análisis de ácido ascórbico en muestras de miel, expuestas a diferentes condiciones de almacenamiento.
2. Realizar estudios de ácido ascórbico en muestras de miel, que hayan sido recolectadas en periodo de invierno.
3. Determinar la concentración de ácido ascórbico en muestras de miel, en las cuales se hayan empleado diferentes métodos de alimentación en las abejas.
4. Recolectar muestras de centros apicultores, de los departamentos con menor producción de miel, según el censo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (2007/2008), con el fin de conocer las variaciones en las concentraciones de ácido ascórbico.
5. Buscar normalizar un rango de valores de concentración de ácido ascórbico que sirvan de referencia a nivel nacional.
6. Emplear el método HPLC, con el fin de realizar una comparación en los análisis para la determinación de ácido ascórbico en miel de abeja.
7. Tomar muestras de miel de una misma localidad, para evaluar los factores que generan una variación en la concentración de ácido ascórbico.
8. Utilizar una solución valorante más diluida o emplear una bureta que permita un análisis de las muestras a microescala, esto con el fin de considerar una mejor lectura de los volúmenes gastados de titulante.

BIBLIOGRAFIA

1. Ulloa J, Cortez P, Rodriguez R, Reséndiz J, Ulloa P. La miel de abeja y su importancia [Internet]. fuente.uan.edu.mx. 2010 [citado 15 diciembre 2021]. Disponible en: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/01-04/2.pdf>
2. Norma salvadoreña conacyt, miel de abejas, especificaciones (segunda actualización) [Internet]. www.defensoria.gob.sv. 2001 [citado 10 enero 2022]. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.sv/images/stories/vari0s/NORMAS/PRODUCTOS%20APICOLAS/NSO67.19.01.08%20MIEL%20DE%20ABEJA.pdf>
3. Rodríguez F. Apicultura para pequeños emprendedores, Manual teórico-practico para el manejo comercial de la abeja y la miel [Internet]. Opertec.net. 2011 [citado 6 enero 2022]; (15)13 Disponible en: <http://opertec.net/Apis/Apicultura-para-pequenos-emprendedores.pdf>
4. Vásquez Romero R, Ortega N, Martínez R, Maldonado W. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria," Manual técnico de apicultura abeja (Apis Mellifera) [Internet]. Miabeja.com. 2012 [citado 6 enero 2022];13-28, Disponible en: <https://www.miabeja.com/wp-content/uploads/2020/04/MANUAL-T%3%89CNICO-DEAPICULTURAABEJA-Apis-mellifera.pdf>
5. LAGOS JA. Compendio de botánica sistemática. 2.^a ed. San Salvador, El Salvador: Dirección de Publicaciones; 1983. p. 210-213.
6. Manual de buenas prácticas apícolas [Internet]. transparencia.gob.sv. 2010 [citado 5 enero 2022]. Disponible en: <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/mag/documents/263454/download>

7. Rodríguez F. Apicultura para pequeños emprendedores, Manual teórico-practico para el manejo comercial de la abeja y la miel [Internet]. Opertec.net. 2011 [citado 6 enero 2022]; (15)13 Disponible en: <http://opertec.net/Apis/Apicultura-para-pequenos-emprendedores.pdf>
8. Cadena Agroindustrial de la miel de abeja [Internet]. repiica. iica. 2004 [citado 3 febrero 2022]. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/b0018e/b0018e.pdf>
9. Prost, J. ; Medori, P. e Le Conte, y. Apicultura. Conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena [Internet]. 4.^a ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2007. [citado 10 diciembre 2021]. Disponible en: <https://doku.pub/documents/apicultura-conocimiento-de-la-abeja-manejo-de-la-colmena-pierre-jeanprost-mundi-prensa-2007-4lo9jjdkg4lx>
10. Fattori SB. “La miel” Propiedades, Composición Y Análisis Físico- Químico [Internet]. www.apiservices.biz/. 2004 [citado 8 enero 2022]. Disponible en: https://www.apiservices.biz/documents/articulos/la_miel_propiedades_composicion_y_analisis_fisico-quimico.pdf
11. Mallorga J. Caracterización de la Cadena Productiva de Miel en El Salvador [Internet]. simag.mag.gob.sv. 2012 [citado 6 diciembre 2021]. Disponible en: <http://simag.mag.gob.sv/uploads/pdf/Contribuciones2014311105951.pdf>
12. IV censo agropecuario 2007-2008 [Internet]. Gob.sv. 2009 [citado el 10 de enero de 2022]. Disponible en : <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/mag/documents/52180/download>
13. Serra, Horacio Marcelo, Cafaro, Thamara Analía, Ácido ascórbico: desde la química hasta su crucial función protectora en ojo. Acta Bioquímica Clínica

Latinoamericana [Internet]. redalyc.org.2007; [citado 4 diciembre 2021].
Disponibile en: <https://www.redalyc.org/pdf/535/53541410.pdf>

14. De Xammar JR, Donnamaría MC. Acción Farmacológica, Biofísicoquímica y Estructura Dinámica de la Vitamina C. [Internet]. Latamjpharm.org. 2006 [citado el 25 de enero de 2022]. Disponible en: http://www.latamjpharm.org/trabajos/25/1/LAJOP_25_1_6_1_508R9MF3CR.pdf
15. Englard S, Seifter S. the biochemical functions of ascorbic acid [Internet]. tahomaclinic.com. [citado 7 enero 2022]. Disponible en: <https://tahomaclinic.com/Private/Articles4/VitaminC/Englard%201986%20%20The%20Biochemical%20Functions%20of%20Ascorbic%20Acid.pdf>
16. Ortega I, Montes M. composición nutricional y calidad de la miel producida en el territorio Patagonia verde [Internet]. biblioteca.inia.cl. 2020 [citado 6 enero 2022]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67894/Capitulo%206.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
17. Sánchez, A. B., Rivera, V. O., Torres, R. I., Torres, C. R., & Castro, J. Lineamientos técnicos para la suplementación con micronutrientes en el ciclo de vida. Nutrición, Ministerio de Salud Viceministerio de Políticas de Salud Dirección de Regulación y Legislación en Salud [Internet]. asp.salud.gob.sv/. 2014 [citado 4 diciembre 2021]. Disponible en: http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/lineamientos/lineamientos_micronutrientes_ciclo_de_vida_130214.pdf
18. Skoog, D.A., West, D.M., Holler, F.J., & Crouch, S.R. Fundamentos de química analítica [Internet]. 9.^a ed. México: Cengage Learning; 2015 [citado 10 enero 2022]. Disponible en: <http://ubicua.cua.uam.mx/pluginfile.php>

/83420/mod_resource/content/1/Fundamentos%20de%20Qu%C3%ADmica
%20Anal%C3%ADtica.pdf

19. Seva NC. Equilibrios y Volumetrías de Oxidación-Reducción Análisis Q, Grado B. [Internet]. www.um.es. 2012 [citado 6 enero 2022]. Disponible en: <https://www.um.es/documents/4874468/11830096/tema-8.pdf/eee4b9f8-898f-4f94-bed3-315fafa02d87>
20. Skoog D, West D. Fundamentos de química analítica [Internet]. 8.ª ed. México: Thomson; 2005 [citado 12 enero 2022]. Disponible en: <https://docer.com.ar/doc/88vx1v>
21. Harris D. Análisis Químico Cuantitativo [Internet]. 8.ª ed. New York: W. H. Freeman and Company; 2010 [citado 29 noviembre 2021]. Disponible en: http://orbitals.ir/wp-content/uploads/2017/01/Daniel-C.-Harris-Quantitative-Chemical-Analysis-8th-Edition-W.-H.-Freeman-2010-Www.Orbitals.ir_.pdf
22. Ramos R, Funes J. Conceptos y Métodos Básicos de Estadística [Internet]. transparenciafiscal.gob.sv. 2013 [citado 1 enero 2022]. Disponible en: https://www.transparenciafiscal.gob.sv/downloads/pdf/DC4597_4._Curso_3_Conceptos_y_Metodos_Basicos_de_Estadistica.pdf
23. Diagnostico municipio Santa Catarina Masahuat [Internet]. pubhtml5.com. 2018 [citado 23 febrero 2022]. Disponible en: <https://pubhtml5.com/mngg/Inyp/basic/201-250>
24. Guest. USP 35-NF 30 EN ESPAÑOL - volumen 2. pdf [Internet]. Pdfcoffee.com. [citado el 1 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/usp-35-nf-30-en-espaol-volumen-2pdf-4-pdf-free.html>

25. Flaschka H. Química analítica cuantitativa. Introducción a la práctica vol.2. México: Continental; 1982. P. 199-213
26. USP 42-NF 37 EN ESPAÑOL- volumen 4.pdf [Internet]. Pdf coffee. com. 2019. [citado el 1 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/qdownload/usp-vol4-pdf-pdf-free.html>
27. León Ruiz, Y., & Moreno Sepúlveda, J. C. Evaluación del efecto de la polinización dirigida a cultivos de naranja (*Citrus sinensis*) valencia y ombligona con el uso de la abeja *Apis mellifera* en el municipio de Sasaima, Cundinamarca. [Internet]. ciencia.lasalle.edu.co (2006). [citado 23 febrero 2022]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1109&context=zootecnia>
28. Determinación del color de la miel [Internet]. ww2.hannachile.com. 2017 [citado 21 marzo 2022]. Disponible en: https://ww2.hannachile.com/sites/default/files/blog/archivos/2017/12/an3_color_de_la_miel.pdf
29. Miel valores nutricionales [Internet]. Roma, Italia: FAO;2020 [citado 24 enero2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CA4657ES/>
30. Estadística y Principios de Probabilidad [Internet]. uaa.mx. 2015 [citado 2 enero 2022]. Disponible en: <https://www.uaa.mx/centros/cem/dmf/wp-content/uploads/2015/apuntes/4.%20Estadistica%20y%20Principios%20de%20Probabilidad/Apuntes%20Estadistica.pdf>
31. Tauguinas, Alicia L; Avallone, Carmen M Hoyos, Silvia; Cravsov, Alicia L; análisis de niveles de concentración de vitamina c en mieles de la provincia

del chaco [Internet]. www.apiservices.biz. 2005 [citado 8 marzo 2022].
Disponible en: https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/analisis_de_nivelesde_concentracion_de_vitamina_c_en_mieles.pdf

ANEXOS

ANEXO N° 1



Figura N° 13 Recolección, almacenamiento y transporte de muestras

ANEXO N° 2

Cuadro N° 4 Localidad, apiario y departamento de la recolección de muestras

LOCALIDAD	APIARIO	DEPARTAMENTO
Santa Rosa Acacalco	FUNDAGEO	Ahuachapán
Cantón Planes de La Laguna	MIEL	Santa Ana
Santa Catarina Masahuat	MIEL MASAHUAT	Sonsonate
Cantón Cerro Partido	LA MILPA	Chalatenango
Talnique	LA LABOR	La Libertad

ANEXO N° 3

RESULTADOS DE ANALISIS

Tabla N° 6 Concentración de ácido ascórbico por muestra analizada

LOCALIDAD	MUESTRA	DETERMINACION	PESO (g)	VOL. GASTADO DE TITULANTE (mL)	VOL. GASTADODE TITULANTE (mL)*FC	CONCENTRACION
Cantón Cerro Partido/ (CHALATENANGO)	1C	1.0C	100.0034	0.2	0.235	1.19
		1.1C	100.0743	0.3	0.352	2.22
		1.2C	100.1315	0.3	0.352	2.22
	2C	2.0C	100.009	0.3	0.352	2.22
		2.1C	100.0573	0.4	0.470	3.25
		2.2C	100.0459	0.4	0.470	3.25
	3C	3.0C	100.0815	0.4	0.470	3.25
		3.1C	100.0805	0.4	0.470	3.25
		3.2C	100.0054	0.3	0.352	2.22
Santa Catarina Masahuat/ (SONSONATE)	1S	1.0S	100.0213	0.5	0.587	4.29
		1.1S	100.0533	0.4	0.470	3.25
		1.2S	100.0982	0.4	0.470	3.25
	2S	2.0S	100.0113	0.4	0.470	3.26
		2.1S	100.435	0.5	0.587	4.27
		2.2S	100.2143	0.4	0.470	3.25
	3S	3.0S	100.2987	0.5	0.587	4.28
		3.1S	100.0495	0.6	0.705	5.32
		3.2S	100.1235	0.4	0.470	3.25

Tabla N° 6 Continuación

LOCALIDAD	MUESTRA	DETERMINACION	PESO (g)	VOL. GASTADO DE TITULANTE (mL)	VOL. GASTADO DE TITULANTE (mL)*FC	CONCENTRACION
Talnique/ (LA LIBERTAD)	1LL	1.0LL	100.1401	0.4	0.470	3.25
		1.1LL	100.6365	0.3	0.352	2.21
		1.2LL	100.0116	0.4	0.470	3.26
	2LL	2.0LL	100.0276	0.5	0.587	4.29
		2.1LL	100.2711	0.4	0.470	3.25
		2.2LL	100.1893	0.4	0.470	3.25
	3LL	3.0LL	100.294	0.4	0.470	3.25
		3.1LL	100.0247	0.5	0.587	4.29
		3.2LL	100.0385	0.5	0.587	4.29
Santa Rosa Acacalco/ (AHUACHAPAN)	1A	1.0A	100.0252	0.4	0.470	3.26
		1.1A	100.0641	0.3	0.352	2.22
		1.2A	100.0246	0.4	0.470	3.26
	2A	2.0A	100.025	0.5	0.587	4.29
		2.1A	100.0762	0.5	0.587	4.29
		2.2A	100.0197	0.4	0.470	3.26
	3A	3.0A	100.092	0.3	0.352	2.22
		3.1A	100.1489	0.4	0.470	3.25
		3.2A	100.0498	0.3	0.352	2.22

Tabla N° 6 Continuación

LOCALIDAD	MUESTRA	DETERMINACION	PESO (g)	VOL. GASTADO DE TITULANTE (mL)	VOL. GASTADO DE TITULANTE (mL)*FC	CONCENTRACION
Cantón Planes de la Laguna/ (SANTA ANA)	1SA	1.0SA	100.0872	0.4	0.470	3.25
		1.1SA	100.0774	0.4	0.470	3.25
		1.2SA	100.0094	0.4	0.470	3.26
	2SA	2.0SA	99.9993	0.4	0.470	3.26
		2.1SA	100.0764	0.4	0.470	3.25
		2.2SA	100.0748	0.4	0.470	3.25
	3SA	3.0SA	100.0109	0.3	0.352	2.22
		3.1SA	100.1034	0.4	0.470	3.25
		3.2SA	100.1733	0.4	0.470	3.25

ANEXO N° 4

EQUIPO, MATERIAL Y REACTIVOS

Materia prima:

- Miel de abeja artesanal

Equipo:

- Balanza Semi-analítica

Material:

- Beaker de 50 mL, 100 mL, 150 mL, 500 mL
- Erlenmeyer 250 mL 500 mL
- Agitador de vidrio
- Probeta 10 mL, 25 mL
- Bureta 50 mL
- Pipeta volumétrica 10 mL
- Perilla
- -Viñetas
- Pinzas de sostén
- Soporte metálico
- Balanza granataria

Reactivos:

- Agua
- Ácido sulfúrico concentrado
- Almidón
- Yodo concentrado
- Ácido ascórbico

ANEXO Nº 5

PROCESO DE TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE MIEL

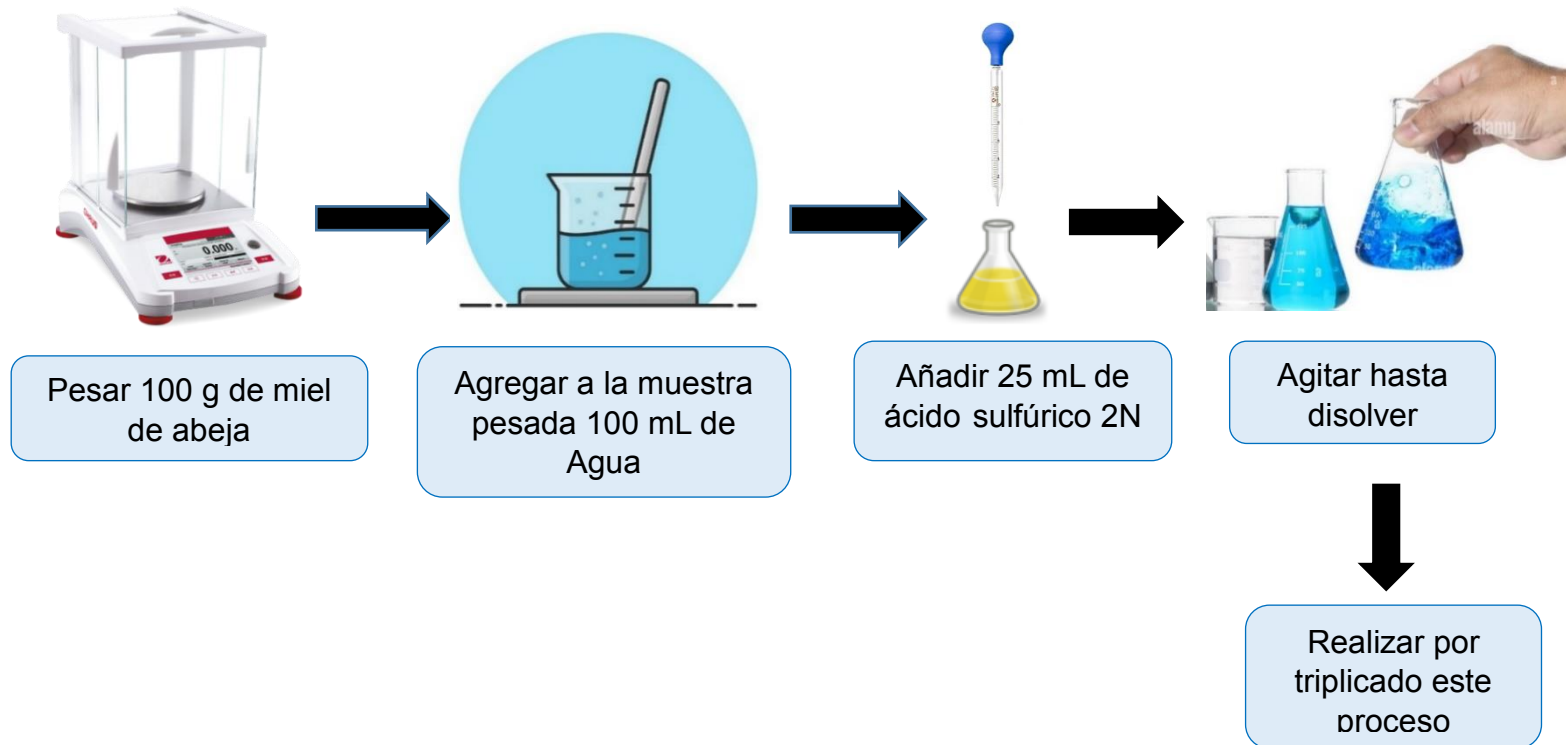


Figura Nº 14 Tratamiento de las muestras

ANEXO N° 6

PREPARACION Y ESTANDARIZACION DEL YODO

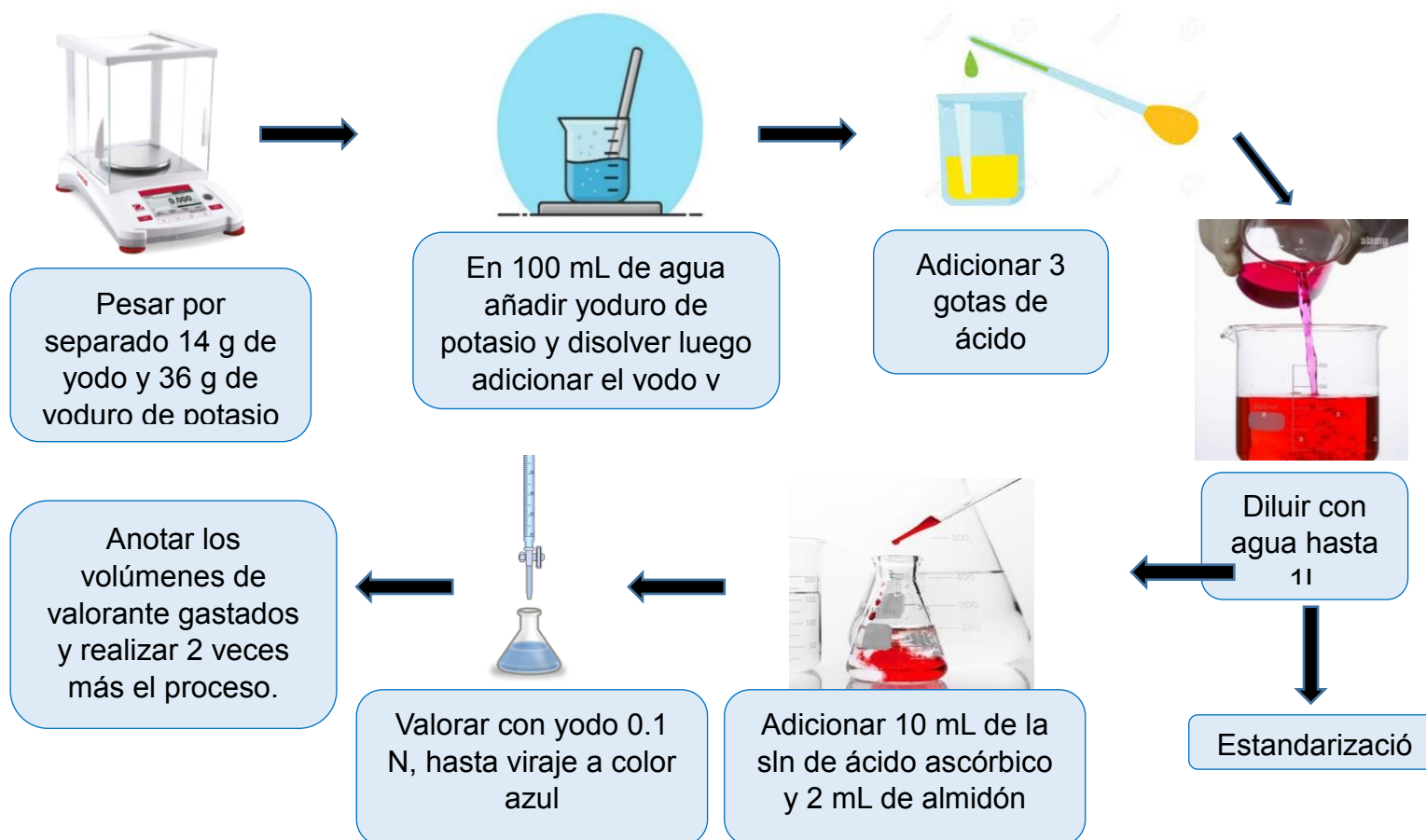


Figura N° 15 Preparación de la solución valorante de yodo 0.1 N.

ANEXO N° 7

DETERMINACIÓN DE LA NORMALIDAD REAL DEL YODO

Ácido ascórbico= 176.12 g

Volumen de solución de ácido ascórbico: 50 mL

Peso equivalente del Ác. Ascórbico: $\frac{176.12 \text{ g}}{2000 \text{ mEq}} = 0.0881 \text{ g/mEq}$

PESO TEÓRICO DEL ÁCIDO ASCÓRBICO

$$N = \frac{g}{V * mEq} \longrightarrow g = N * V * pEq$$

$$g = (0.1 \text{ mEq/mL}) * (50 \text{ mL}) * (0.0881 \text{ g/mEq})$$

0.4405 g de ácido ascórbico

PESO REAL ÁCIDO ASCÓRBICO

0.4475 g de ácido ascórbico para 50 mL

PESO DE ÁCIDO ASCÓRBICO PARA LAS ALÍCUOTAS DE 10 mL

0.4475 g Ác. ascórbico----- 50 mL

X----- 10 mL

X= 0.0895 g Ác. ascórbico

VOLUMENES GASTADOS DE SOLUCIÓN VALORANTE (YODO)

Vol. 1 = 8.7 mL

Vol. 2 = 8.6 mL

Vol. 3 = 8.7 mL

NORMALIDAD REAL DEL YODO

$$N = \frac{g}{V * mEq}$$

Vol. 1

$$N_1 = \frac{0.0895 \text{ g } \acute{a}\text{c. ascorbico}}{(8.7 \text{ mL yodo})\left(0.0881 \frac{\text{g}}{\text{mEq}} \acute{a}\text{c. ascorbico}\right)} = 0.1168 \text{ N}$$

Vol. 2

$$N_2 = \frac{0.0895 \text{ g } \acute{a}\text{c. ascorbico}}{(8.6 \text{ mL yodo})\left(0.0881 \frac{\text{g}}{\text{mEq}} \acute{a}\text{c. ascorbico}\right)} = 0.1181 \text{ N}$$

Suma de normalidades

$$N_T = \frac{(0.1168 + 0.1181) \text{ mEq/mL}}{2} = \underline{0.11745 \text{ N}}$$

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LA NORMALIDAD (FC)

$$FC = \frac{0.11745}{0.1} = 1.1745$$

ANEXO N° 8

PROCESO DE PREPARACION DEL ALMIDON

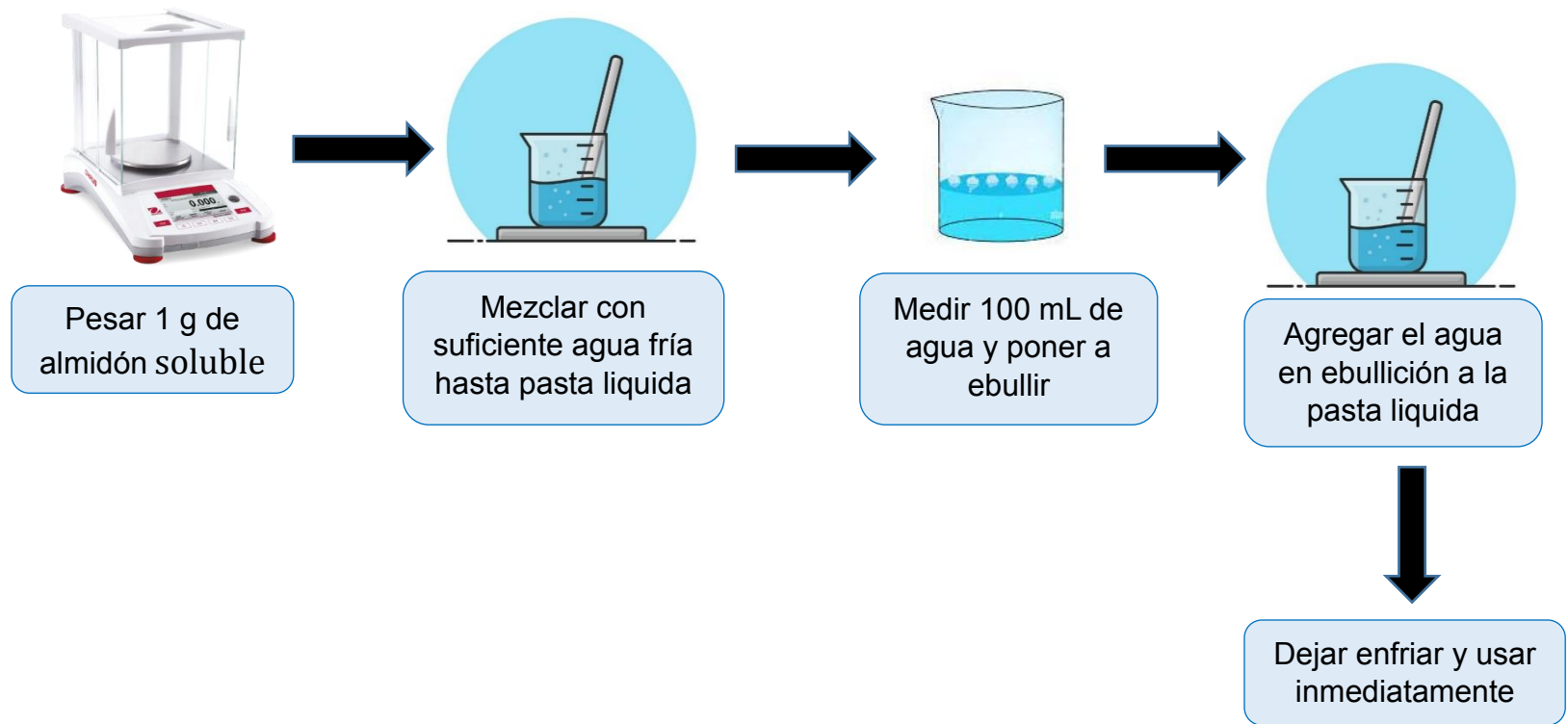


Figura N° 16 Preparación de la solución de almidón.

ANEXO N° 9

PROCESO DE PREPARACION DE ACIDO SULFURICO 2 N

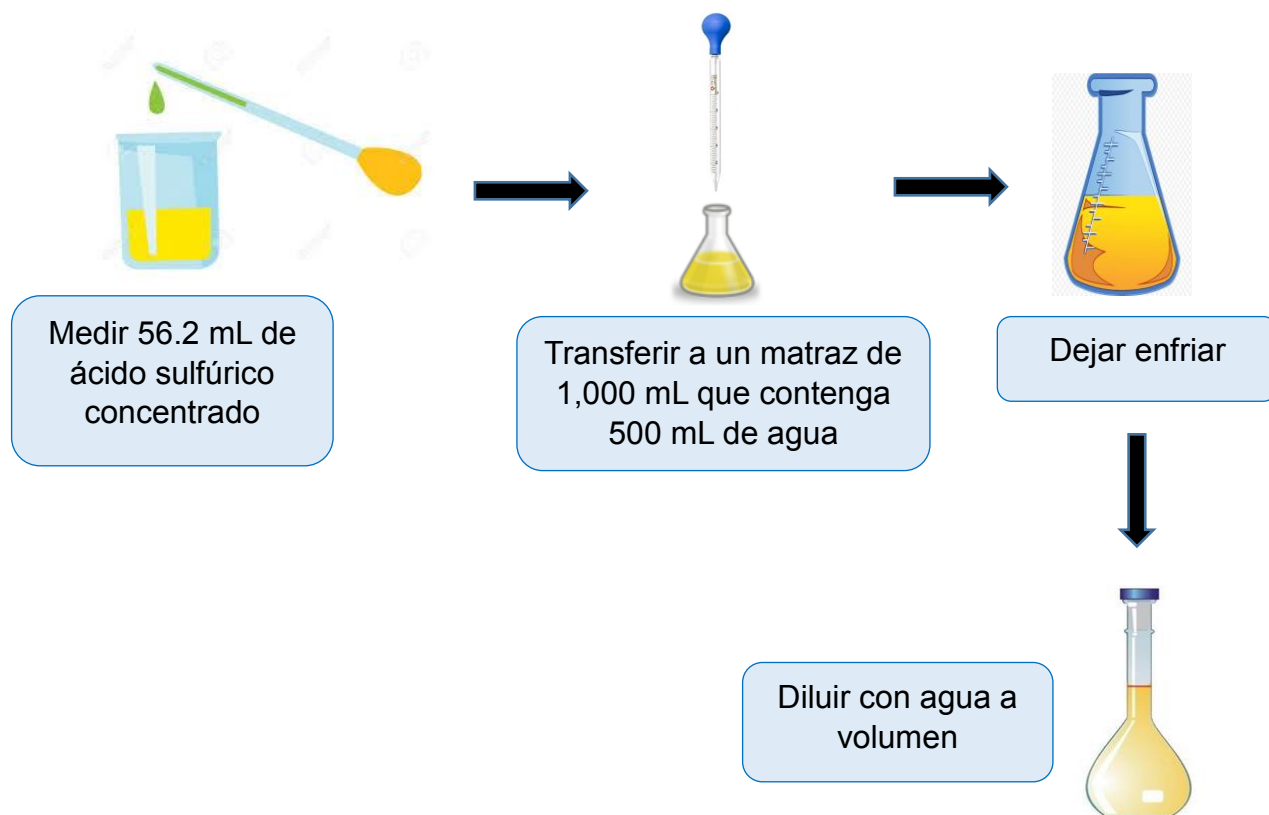


Figura N° 17 preparación de ácido sulfúrico 2N.

ANEXO Nº 10

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO EN BLANCO

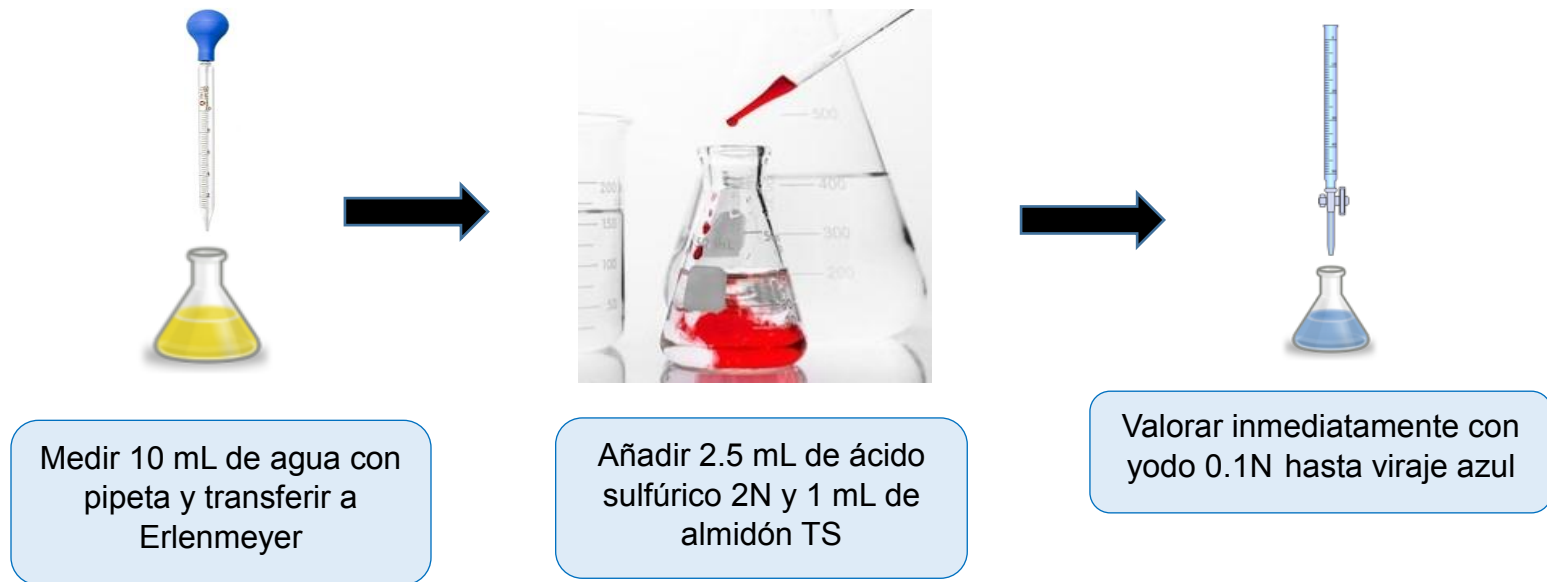


Figura Nº 18 Ensayo en blanco.

ANEXO Nº 11
VALORACION DE LAS MUESTRAS

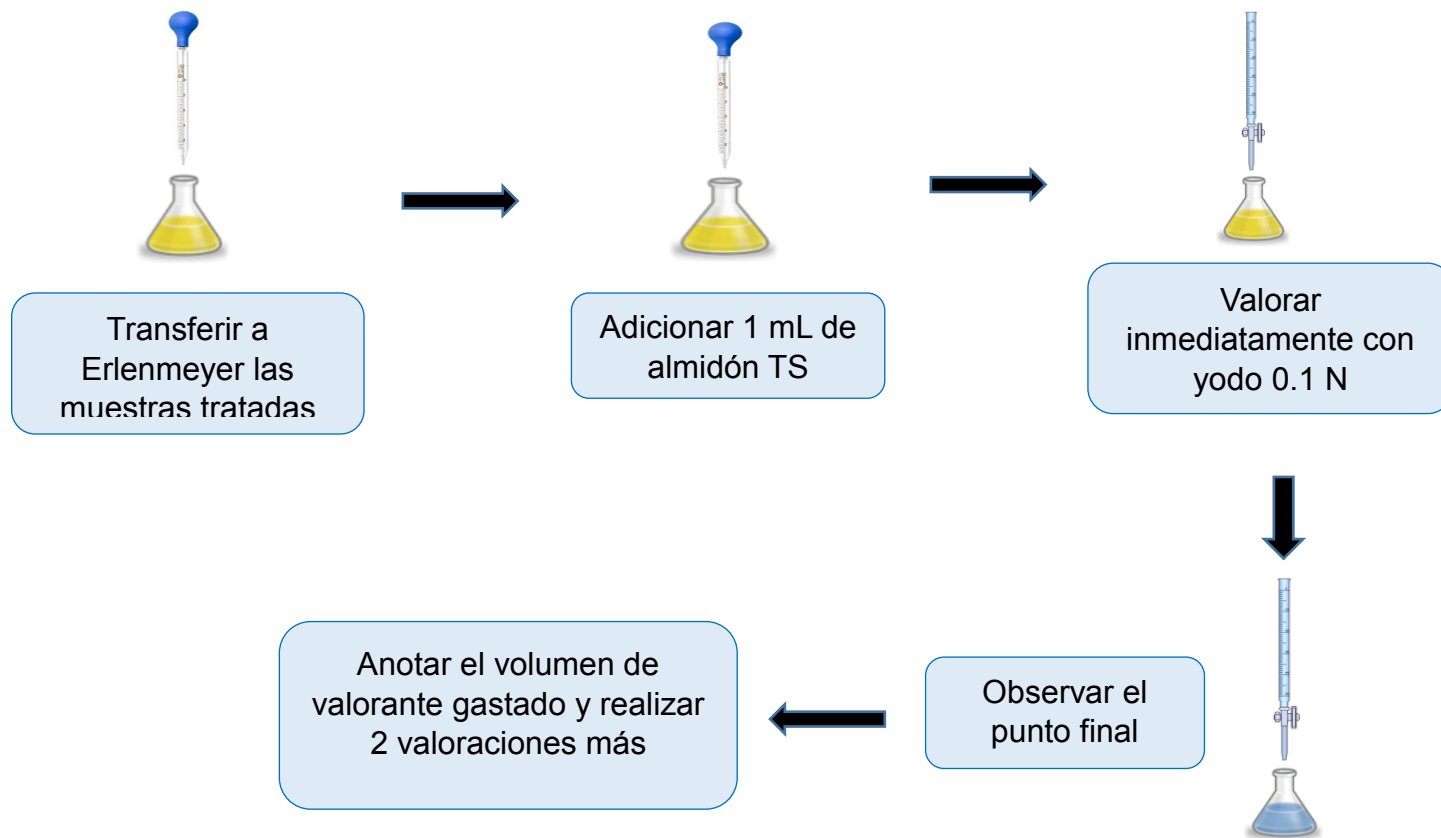


Figura Nº 19 Ensayo.

ANEXO Nº 12

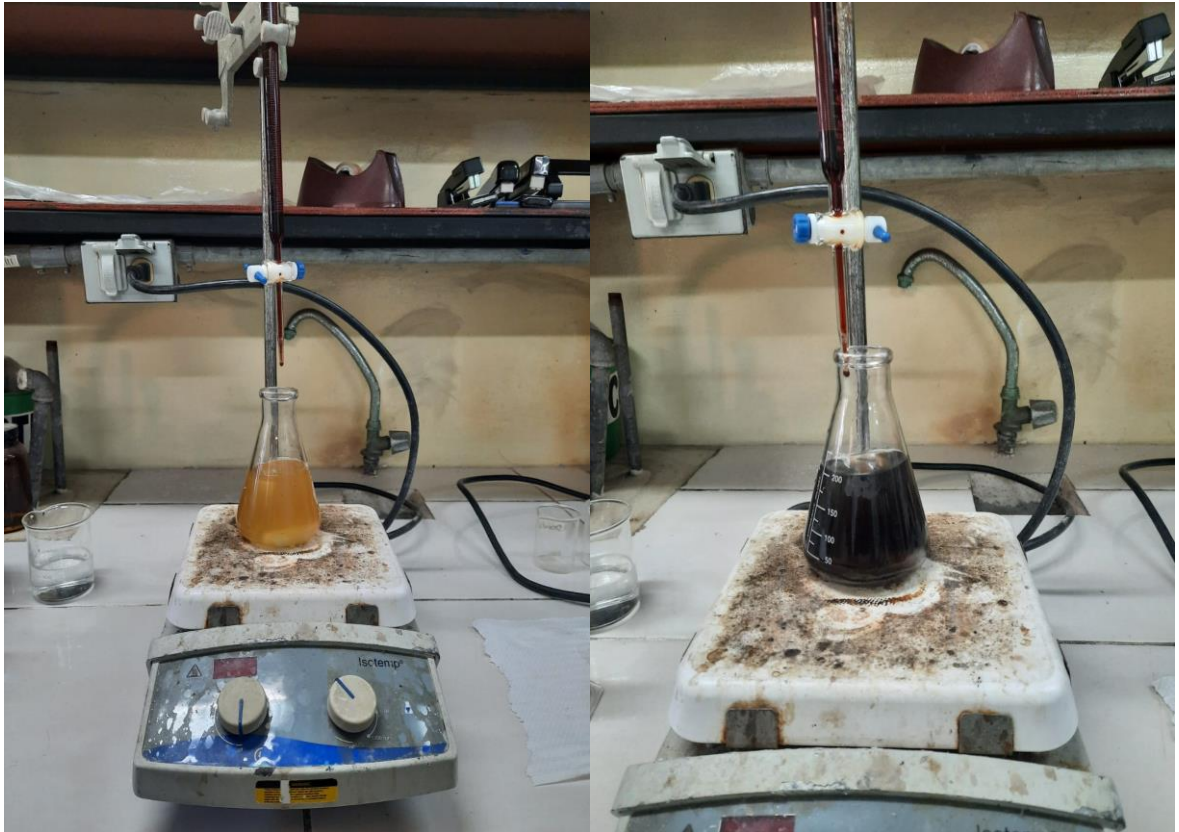


Figura Nº 20 Análisis de las muestras

ANEXO N° 13

Cuadro N° 5 Determinaciones de sustancias específicas con yodo en valoraciones oxido-reducción

Algunas aplicaciones de las disoluciones de yodo	
Sustancia determinada	Semirreacción
As	$\text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
Sb	$\text{H}_3\text{SbO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{SbO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
Sn	$\text{Sn}^{2+} \rightleftharpoons \text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^-$
H_2S	$\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{S}(s) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
SO_2	$\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	$2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{e}^-$
N_2H_4	$\text{N}_2\text{H}_4 \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
Ácido ascórbico	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

