

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS NUTRICIONALES Y
FISICOQUIMICAS DEL JUGO DEL FRUTO DE *Opuntia ficus-indica* (TUNA)

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR
KAREN STEPHANIE LEMUS
ADRIANA MARIA MENDOZA RAMOS

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

NOVIEMBRE DE 2011

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL

DRA. ANA LETICIA DE AMAYA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

SECRETARIO

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO LOPEZ

COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION

COORDINADORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

**ASESORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL:TOXICOLOGIA Y QUIMICA
LEGAL**

Lic. María Luisa Ortiz de López

ASESORA DE AREA DE ANALISIS DE ALIMENTOS: QUMICA AGRICOLA

Msc. Ena Edith Herrera Salazar

DOCENTE DIRECTOR

Ing. Sergio Armando Maravilla Miranda

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso por habernos permitido culminar exitosamente nuestro trabajo de graduación.

A La Virgen María por ser nuestra guía y compañera a lo largo de nuestra vida.

A nuestras familias por ser nuestro apoyo incondicional en este gran reto, por su amor, comprensión y paciencia muchas gracias.

Al Comité de Trabajo de Graduación: Coordinadora General: Licda. Odette Rauda, Asesoras de Área: Licda. María Luisa de López y MSc. Ena Edith Herrera Salazar y al docente Director: Ing. Sergio Armando Maravilla, por orientarnos y apoyarnos en la realización de este proyecto, pues es el resultado conjunto de nuestro grupo de trabajo.

Al Dr. Marvin Núñez, por permitirnos realizar los análisis en Los Laboratorios de Investigación y Desarrollo de la Facultad de Química y Farmacia de La Universidad de El Salvador.

A nuestros profesores a quien les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias a su paciencia y dedicación, y finalmente un enorme agradecimiento a esta prestigiosa Alma Mater La Universidad de El Salvador, que nos ha permitido formarnos como profesionales emprendedoras y competitivas.

Karen y Adriana.

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por tantas Bendiciones que de El recibo cada día, por su amor incondicional, por tener plena conciencia de que siempre esta a mi lado y que sin El nuestro trabajo de graduación no hubiera culminado. Por enseñarme el camino correcto que debo seguir, por ser El mi amigo fiel y el centro de mi vida. A La Virgen María Auxiliadora, por ser un apoyo y un ejemplo de fe en mi vida desde niña y por estar presente en cada decisión y reto de mi vida.

A mi mamita, por ser el mayor apoyo que tuve para culminar mi trabajo de graduación, por ser no solo mi madre sino mi mejor amiga y por contar con su apoyo y amor siempre para todo y por todo. Por su fortaleza y su ejemplo de seguridad y lealtad a nuestra familia. Por ser una mujer increíble y una madre inigualable. Te amo mami, muchas gracias.

A mi hermanita Jenny por ser un apoyo muy singular e insistente. Por estar conmigo siempre en las buenas y en las malas, por ser mí amiga. Te quiero.

A mi abuelito por ser un ejemplo a seguir, por creer en mi, por su cariño y dulzura, por ser un verdadero padre, por su tiempo y por que con sus sonrisa todo lo hacia parecer mas fácil. Por estar siempre con nosotras, cuidándonos y velando por nuestro bien. Gracias abuelito, te extrañare siempre.

A mi tía Nene, por su apoyo incondicional, por su cariño y por ser una mujer fuerte y decidida. Te quiero Nene. A toda mi familia, amigas y todas las demás personas que creyeron en mí por su cariño y apoyo, mil gracias.

A mi amiga y compañera de tesis Adriana por su paciencia, dedicación y esfuerzo en este arduo proyecto que emprendimos juntas. Te quiero mucho amiga.

Karen Stephanie Lemus

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso y a la Virgencita María por haber derramado en este arduo camino tantas bendiciones y llenarme de mucha fortaleza y dedicación para terminara de forma exitosa mi carrera.

A mis Padres Ricardo Mendoza y Ana María Ramos por sus esfuerzos, sus consejos su apoyo y dedicación por ser los pilares que han permitido que construya de la forma correcta el camino de mi vida, gracias mami, gracias papi por todos sus sacrificios sin los cuales no hubiese sido posible la culminación de mi carrera. Los amo con toda mi vida.

A mi hermano Ricardito por ser un apoyo y porque con su singular forma de aconsejarme supo entregarme las palabras necesarias en los momentos oportunos te quiero Hermanito.

A mi compañera y gran amiga Karen Stephanie por su apoyo por su dedicación, comprensión y esfuerzo en este gran trayecto que juntas hemos recorrido te quiero Karen.

Adriana Mendoza

INDICE

Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	xxi
Capítulo II	
2.0 Objetivos	
Capítulo III	
3.0 Marco Teórico	27
3.1 Generalidades de la Tuna	27
3.1.1 Origen	28
3.1.2 Variedades de Tuna	28
3.1.3 Descripción	29
3.1.4 Características Físicas	31
3.1.5 Propiedades y usos	31
3.1.6 Hábitat	34
3.1.7 Zonas de Producción de Tuna	35
3.2 Generalidades de los jugos de fruta	36
3.2.1 Definición	36
3.2.2 Características de los jugos de frutas	37
3.2.3 Características físicas de los jugos de fruta	38
3.2.4 Elaboración de Jugos de fruta	38
3.3 Importancia de la Nutrición	40

3.4 Composición general de las frutas.	41
3.4.1 Proteínas	43
3.4.2 Importancia de los Carbohidratos	46
3.4.3 Importancia de los Lípidos	47
3.4.4 Valor Calórico.	48
3.4.5 Importancia de Las Vitaminas	51
3.4.6 Importancia de Nutrimientos Inorgánicos	53
3.5 Importancia de las Características Organolépticas	56
3.5.1 Los cinco sentidos y las propiedades sensoriales	59
3.5.2 El olor	59
3.5.3 El aroma	59
3.5.4 El gusto	60
3.5.5 El Sabor	60
3.5.6 La textura	61
3.6. Análisis Sensorial	62
3.6.1 Tipos de Análisis Sensorial	63
3.6.2 Laboratorio de Análisis	64
3.6.3 Tipos de jueces	65
3.6.4 Condiciones de las Pruebas	66
Capítulo IV	
4.0 METODOLOGIA	69
4.1 Tipo de estudio	69

4.2 Investigación Bibliográfica	69
4.3 Investigación de campo	69
4.3.1 Universo	69
4.3.2 Muestra	70
4.4 Investigación experimental	70
4.4.1 Preparación de la muestra de jugo de tuna. Procedimiento general para el procesamiento del fruto y obtención del jugo de <i>Opuntia ficus-indica</i>	70
4.4.2 Procedimientos para el análisis nutricional del jugo del fruto de tuna.	71
4.4.2.1 Determinación de proteínas por el método de Kjeldahl:	71
4.4.2.2 Determinación de Grasa para el Jugo de Tuna	73
4.4.2.3 Determinación de Humedad: Gravimétrico por analizador Halógeno	74
4.4.2.4 Determinación de Cenizas	76
4.4.2.5 Determinación de Carbohidratos y Valor Calórico en jugo de tuna	77
4.4.2.6 Determinación de ácido ascórbico (Vitamina C) en el jugo de tuna	79
4.4.2.7 Determinación de Vitamina A: HPLC-FLD	80
4.4.2.8 Determinación de Minerales: Calcio y Potasio en	83

el jugo de tuna	
4.4.3 Procedimientos e instrumentos para determinaciones fisicoquímicos del jugo	87
4.4.3.1 Determinación de pH	87
4.4.3.2 Determinación de acidez titulable	88
4.4.3.3 Determinación de grados Brix.	89
4.4.4 Metodología prueba hedónica pruebas de preferencia o aceptación por los consumidores	90
4.4.4.1 Prueba de Laboratorio	91
V Resultados e interpretación de resultados	
5.0 Resultados e Interpretación de Resultados	94
5.1 Caracterización Taxonómica de la especie de estudio	94
5.2 Interpretación de resultados de la cuantificación de proteínas por el método de Kjeldahl.	94
5.3 Interpretación de resultados para el análisis de grasas	95
5.4 Interpretación de resultados del análisis de Cenizas	95
5.5 Interpretación de Resultados del análisis de Humedad	96
5.6 Interpretación de resultados de la determinación de Carbohidratos.	96
5.7 Resultado de la determinación de Valor Calórico	97
5.8 Interpretación de resultados de la determinación de Vitamina C	98
5.9 Interpretación de resultados de la determinación de Vitamina A	99

5.10 Interpretación de resultados para el análisis de Calcio	100
5.11 Interpretación de Reultados de la determinación de Potasio	101
5.12 Interpretación de resultados en la determinación de pH	101
5.13 Determinación Grados Brix	102
5.14 Interpretación de resultados de la determinación de acidez titulable	103
5.15 Análisis Sensorial	104
VI CONCLUSIONES	
6. Conclusiones	109
VII RECOMENDACIONES	
7. Recomendaciones	113
8. Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

1. Procedimiento para la obtención del jugo de tuna.
2. Procedimiento para determinación de proteínas por el método de Kjeldahl.
3. Procedimiento para determinación de Grasa Total por el método Roese
Gottlieb
4. Procedimiento para determinación de Humedad por el método del Analizador
Halógeno.
5. Procedimiento para la determinación de Cenizas en el jugo de tuna.
6. Procedimiento para la determinación de vitamina C (Acido ascórbico) en el
jugo de tuna. Método de AOAC
7. Procedimiento para la determinación de Vitamina A: Método HPCL-FLC
(Cromatografía Líquida de Alta Eficacia- Derivatización Post-Columna).
8. Procedimiento para la determinación de Minerales: Calcio por el Método de
Absorción Atómica.
9. Procedimiento para la Determinación de Minerales: Potasio por el Método de
Absorción Atómica.
10. Procedimiento para la determinación de pH.
11. Procedimiento para la determinación de acidez titulable
12. Procedimiento para la determinación grados Brix
13. Test de Aceptación.
14. Fotografías de aparatos de a utilizar en la metodología.

15. Preparación de reactivos para acidez titulable.
16. Certificado de Análisis de la Determinación de Proteína del jugo de tuna a través del método de la AOAC en el Laboratorio de PROCAFE.
17. Certificado de Análisis de Minerales: Calcio y Potasio en el jugo de tuna. Método Absorción Atómica en el Laboratorio de PROCAFE
18. Certificado de Análisis de Humedad, Grasas y Vitamina C en el jugo de tuna en el Laboratorio de Calidad Integral FUSADES
19. Certificado de Análisis de Vitamina C en el jugo de tuna. Laboratorio de Calidad Integral FUSADES
20. Cálculos para la determinación del potencial nutricional del jugo de tuna.
21. Certificado de la clasificación taxonómica de la especie *Opuntia ficus-indica*
22. Fotografías de la determinación de Cenizas
23. Fotografías de la preparación de las muestras de jugo de tuna para el análisis sensorial.
24. Fotografías de la realización de la Prueba Hedónica
25. Mapas de las humedades relativas y temperaturas de El Salvador.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	N° Pág
1. Fruto de <i>Opuntia ficus- indica</i>	30
2. Pencas y frutos de <i>Opuntia ficus-indica</i>	30
3. Aceptabilidad del color en la muestra de jugo de tuna	104
4. Gráfico de aceptabilidad del sabor en la muestra de jugo de tuna	105
5. Aceptabilidad del Aroma de la muestra de jugo de tuna.	106
6. Aceptabilidad del Apariencia de la muestra de jugo de tuna.	107

INDICE DE TABLAS

TABLA N°	N° Pág
1. Composición de minerales y vitaminas aportados por algunas frutas.	42
2. Valor nutricional deL fruto de Opuntia	43
3. Raciones diarias recomendadas de proteínas por grupos de edad	45
4. Raciones diarias recomendadas de calorías por grupo de edad	50
5. Raciones diarias recomendadas de vitaminas por grupo de edad	53
6. Raciones diarias recomendadas de minerales por grupo de edad	55
7. Porcentaje g/100 mL de proteína en la muestra de jugo de tuna	94
8. Porcentaje obtenido de grasa en g/100 mL por el método de Roese Gottlieb en la muestra de jugo de tuna	95
9. Porcentaje de determinación de cenizas en g/ 100 mL en muestras de jugo de tuna	95
10. Resultados de la determinación de % de humedad en muestras de jugo de tuna	96
11. Parámetros utilizados para la determinación de carbohidratos.	97
12. Parámetros utilizados en la determinación de Valor Calórico	97
13. Porcentaje de Vitamina C en muestra de jugo de tuna	98

(*Opuntia ficus-indica*)

14. Porcentajes obtenidos de Calcio en P/V de la muestra de jugo de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	100
15. Porcentajes obtenidos de Potasio en P/V de la muestra de jugo de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	101
16. Valores de pH determinados en el jugo de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	102
17. Lecturas de grados Brix obtenidos de la muestra de Jugo de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	102
18. Porcentajes de acidez titulable en función de ácido cítrico obtenidos de la muestra de Jugo de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>)	103
19. Aceptación del Color del jugo de tuna	104
20. Aceptación del Sabor del jugo de tuna	105
21. Aceptación del Aroma del jugo de tuna	106
22. Aceptación del Apariencia del jugo de tuna	107

RESUMEN

El consumo de frutas particularmente en la dieta humana es de vital importancia ya que aportan innumerables elementos a la nutrición como vitamina C, fibras vegetales solubles y se componen de minerales como magnesio, potasio y calcio así como carbohidratos.

Una fruta, que hoy en día está adquiriendo mucho auge en países extranjeros, para el aprovechamiento de todas estas características es la tuna (***Opuntia ficus-indica***) fruto del cactus que en El Salvador no está siendo explotado en gran medida si no solo en algunas localidades tal es el caso del municipio de Texistepeque, en el departamento de Santa Ana, donde existe una pequeña plantación, la cual, resulta factible en cuanto a las condiciones de nuestros suelos se refieren pues es una planta que crece en zonas áridas y calurosas.

El objetivo del presente estudio fue evaluar las características nutricionales y fisicoquímicas del jugo del fruto de ***Opuntia ficus- indica*** para lo cual se llevaron a cabo las determinaciones de proteínas a través del método Kjeldahl, lípidos mediante el método de Roesse Gottlieb, cenizas humedad y carbohidratos que ayudaron a determinar el valor calórico de la muestra. Además se realizaron determinaciones de las Vitaminas A y C y de los minerales de calcio y potasio.

Para el análisis fisicoquímico se determinó la acidez del jugo de tuna mediante valoración potenciométrica y el pH. A su vez se realizó la cuantificación de sólidos solubles expresados en grados Brix.

Para el caso del análisis nutricional se encontró que el mayor porcentaje de nutrimentos orgánicos corresponde a los carbohidratos ya que aporta el 20.14 % de la ración diaria recomendada por la FDA, mientras que el aporte de proteínas únicamente es de 6.68% de la máxima ingesta recomienda. Finalmente el mínimo aporte lo proporcionan las grasas con una representatividad del 1.14% de la ración diaria. En cuanto a los nutrimentos inorgánicos El jugo de tuna es una buena fuente de calcio y potasio. El menor aporte es en calcio con 10.48% de la ración diaria recomendada por la FDA (1200 mg), mientras que el mayor aporte lo brinda el potasio con el 12.5% de la ingesta diaria máxima (3,100 mg) al tomar 1 vaso al día (250 mL) de jugo de tuna.

Las características fisicoquímicas del jugo de **tuna** son adecuadas para la fabricación de néctares en la industria alimenticia ya que la concentración de sólidos solubles (grados Brix) es la óptima para la obtención de dicho producto, mientras que el pH y acidez requieren de ajustes mínimos para obtener un buen producto.

Por otro lado se determinó a través de un test hedónico la aceptación del producto siendo favorables los resultados para el color, sabor y apariencia mientras que el aroma resulto ser indiferente, mostrando así el gran potencial de consumo en El Salvador.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

El consumo de frutas particularmente en la dieta humana es de vital importancia por el aporte de vitaminas de todos los grupos, especialmente vitamina C, antioxidantes naturales, grasas, minerales como magnesio, potasio, calcio e hidratos de carbono que pueden absorberse fácilmente por el organismo.

En la dieta de los salvadoreños el consumo de frutas es deficiente tal y como se reflejó en el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación que registró que el consumo percapita en los años 2000 a 2002 en El Salvador fue alrededor de 169 g de frutas diarios por persona lo que representa un 42 % de la ingesta mínima y solo un 23% de la recomendada.

Dichas cifras son explicadas fácilmente por el desconocimiento de la población acerca de las numerosas propiedades nutricionales que muchos frutos poseen en el país y aun no han sido explotados, y no han logrado introducirse por lo tanto en el consumo ordinario de la población. Tal es el caso de la tuna fruto del nopal que en el país no está siendo explotada en gran medida si no solo en algunas localidades tal es el caso del municipio de Texistepeque en donde existe una pequeña plantación la cual resulta factible en cuanto a las condiciones de suelos y clima se refiere ya que es una planta que se adapta fácilmente a zonas áridas y calurosas.

Es por ello que a través de la presente investigación se realizó un estudio de las propiedades nutricionales y fisicoquímicas de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) en donde se tomaron como muestra los frutos maduros del cultivo de la zona de Texistepeque, municipio de Santa Ana. Los análisis se llevaron a cabo en el período de Junio-Agosto de 2011 en los laboratorios de la Fundación Salvadoreña para Investigación del Café (PROCAFE), los Laboratorios de la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social FUSADES y los laboratorios de Investigación y desarrollo de la Facultad de Química y farmacia de la Universidad de El Salvador.

Para el análisis nutricional se realizaron determinaciones referidas a proteínas a través del método Kjeldahl, lípidos mediante el método de Roese Gottlieb, cenizas, humedad y carbohidratos que ayudaron a determinar el valor calórico de la muestra. Además se realizaron determinaciones de las Vitaminas A y C así como de los minerales de calcio y potasio.

Para el análisis fisicoquímico se determinó la acidez del jugo de tuna mediante valoración potenciométrica. A su vez se realizó la cuantificación de sólidos solubles expresados en grados y se determinó el pH de la muestra.

Dichas determinaciones nutricionales fueron cuantificadas y comparadas con las recomendaciones diarias de la ingesta de nutrimentos dadas por la FDA proporcionando así un parámetro del potencial nutricional que este fruto posee.

Se realizó un test hedónico de aceptación el cual se administró a 50 alumnos de la facultad de química y farmacia. Dicho test ayudó a determinar el nivel de aceptación del producto por parte del consumidor a través de indicadores como el color, sabor.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar las características nutricionales y fisicoquímicas del jugo del fruto de *Opuntia ficus-indica* (TUNA).

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 2.2.1 Caracterizar taxonómicamente la especie a la que pertenece la planta motivo de estudio
- 2.2.2 Cuantificar carbohidratos, lípidos, proteína, vitamina C, vitamina A, calcio, potasio y aporte calórico en el jugo del fruto de tuna.
- 2.2.3 Comparar la composición nutricional con las ingestas diarias recomendadas (Tablas de RDA) establecidas por la FDA. (Food and Drug Administration)
- 2.2.4 Determinar grados brix, pH, acidez titulable, para establecer las características fisicoquímicas del jugo del fruto de tuna.
- 2.2.5 Determinar a través de un test hedónico el grado de aceptación del jugo del fruto de tuna por parte del consumidor en cuanto a color, sabor, olor y apariencia.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3. MARCO TEORICO

3.1 Generalidades de la Tuna

3.1.1 Origen ⁽²¹⁾

La familia de las cactáceas es endémica del Continente Americano fue distribuida con relativa facilidad en el mundo, debido a su fácil proliferación en las regiones áridas y semiáridas. Se considera a México uno de los centros de origen de la familia Cactaceae de los géneros *Opuntia* y *Nopalea*; el nopal tunero pertenece al género *Opuntia* y es de este nopal del cual se obtiene el fruto conocido en México como tuna.

Este fruto de tuna se desarrolla de manera natural desde hace miles de años en las zonas áridas y semiáridas de México. Algunas variedades fueron domesticadas y desde entonces han tenido diversos usos siendo los principales: alimento de consumo humano, en la preparación de bebidas, uso medicinal y también para forraje de animales.

Existe gran variedad de subespecies del género *Opuntia* productoras de tuna pero las de mayor consumo son las pertenecientes a los grupos ***Opuntia ficus indica***, ***Opuntia streptacantha***, ***Opuntia robusta*** y ***Opuntia leucotricha***. Los nombres comunes con los que se conoce a estas variedades son: tuna de agua, tuna fina, tuna blanca, tuna de castilla, tuna taponá, tuna Cardona, tuna memela y tuna cascarona; por mencionar algunos.

Taxonomía del nopal tunero ⁽¹⁴⁾

Cuadro N° 1: Taxonomía de *Opuntia ficus-indica*

Reino	Vegetal
Subreino	Embriofita
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledonea
Subclase	Dialipetalas
Orden	Opuntiales
Familia	Cactaceae
Subfamilia	Opuntioideae
Tribu	Opuntiae
Genero	Opuntia

3.1.2 Variedades de Tuna ⁽²¹⁾

El género *Opuntia* presenta cinco subgéneros, diecisiete series y 104 especies como se muestra a continuación:

-Subgénero **Cylindropuntia** presenta ocho series y 29 especies, de las cuales sólo tres se utilizan como forraje; *Opuntia fulgida*, *Opuntia cholla* y *Opuntia imbricata*.

-Subgénero **Grusonia** que presenta una sola especie.

-Subgénero **Corynopuntia** con ocho especies.

-Subgénero **Opuntia** que presenta 17 series y 63 especies de las cuales se utilizan para forraje *Opuntia decumbens*, *Opuntia microdacys*, *Opuntia rastrera*, *Opuntia azurea*, *Opuntia lindheimeri*, *Opuntia cantabrigiensis*, *Opuntia duranguensis*, *Opuntia leucotricha*, *Opuntia robusta*, *Opuntia Stenopétala*, *Opuntia violacea*, *Opuntia phaecantha*, y *Opuntia pailana*.

Se utilizan por su fruta cinco especies: ***Opuntia hyptiacantha***, ***Opuntia streptacantha***, ***Opuntia megacantha***, ***Opuntia xocconostle*** y ***Opuntia ficus-índica***. y como nopal de verdura se utiliza ***Opuntia robusta***.

-Subgénero **Stenopuntia** con tres especies de las cuales, dos se utilizan para forraje: ***Opuntia stenopétala*** y ***Opuntia grandis***.

El género **Nopalea** presenta 10 especies, de las cuales probablemente sólo una, ***Nopalea cochenillifra*** se utiliza como nopal verdura.

De las 104 especies de ***Opuntia*** y 10 de ***Nopalea***, se utilizan para forraje 15 especies, por su fruta 5 y como verdura, 3 (dos de ***Opuntia*** y una de ***Nopalea***).

3.1.3 Descripción ⁽¹⁰⁾

La ***Opuntia ficus- indica*** es una planta arbustiva de la familia de las cactáceas. Como la mayoría de los miembros de este género carece de hojas nomofilas, los segmentos o cladodios en que se divide, son tallos capaces de ramificarse, emitiendo flores y frutos.

La Tuna es un vegetal arborescente de 3 a 5 m de alto, su tronco es leñoso y mide de entre 20 a 50 cm de diámetro. Forma pencas de 30 a 60 cm de largo, 20 a 40 cm de ancho y de 2 a 3 cm de espesor. Sus ramas están armadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas más o menos numerosas, amarillas y produce flores de 7 a 10 cm de largo, su fruto es

ovalado de 5 a 10 cm de largo por 4 a 8 cm de diámetro y su color puede ser amarillo, anaranjado, rojo o púrpura con abundante pulpa carnosa y dulce.

Las flores, en forma de corona, nacen de las areolas en los bordes de los segmentos. Florece una vez al año y tanto el fruto como la flor pueden ser de diversos colores, desde el amarillo al rojo.



Figura N° 1. Fruto de *Opuntia ficus-indica* ⁽²³⁾



Figura N° 2 Plantación de *Opuntia ficus-indica* en período de fructificación

3.1.4 Características Físicas ⁽²¹⁾

La tuna presenta diferentes características dependiendo de la subespecie a la cual se esté refiriendo; en general se puede decir que las variedades comercializadas se encuentran dentro de los parámetros que se presentan a continuación.

Cuadro N° 2. Rango de valores para características del fruto de *Opuntia ficus-indica* ⁽²¹⁾

CARACTERISTICAS	RANGO DE VALORES
Peso total	40 -190 g
Peso de cáscara	14 -100 g
Peso de pulpa	45 -130 g
Peso total de semillas	65 – 48 g
Diámetro semillas	0.1 – 0.5cm
Longitud del fruto	6.0 -10.0cm
Diámetro del fruto	3.5- 6.5 cm
Sólidos solubles pulpa	10.0 – 17.0 °B

3.1.5 Propiedades y usos ⁽²⁾

De la *Opuntia ficus-indica* se utiliza el mucílago, la cáscara, la pulpa y sus compuestos químicos para la elaboración de aceites comestibles, pectinas y colorantes. La tuna se emplea también en la elaboración de vinos, licores, refresco, miel de tuna tipo maple, queso de tuna, mermeladas, jaleas, deshidratados para dulces de alto valor energético, barras de cereales, alcohol industrial, vinagres, aromatizantes, pasta y harina forrajera.

El contenido de fibras, proteínas, minerales y materias grasas de la ***Opuntia ficus- indica*** es mayor que el encontrado en otras frutas; una taza de los frutos de esta planta contiene 5g de fibra, 20% (más de la cantidad recomendada para el consumo diario) también 6% de hierro, 6% de calcio y 7% de potasio. Sus carbohidratos se componen de glucosa o fructosa. Una porción de 40 g de ***Opuntia ficus- indica*** sustituye el consumo de una fruta. Por las características nutricionales de este fruto, la tuna encaja en prácticamente en cualquier dieta, sea esta baja en sodio, alta en fibra, para pérdida de peso ya que combinado con cítricos es una buen diurético y para tratar diabetes.

El fruto posee un valor nutritivo superior al de otras frutas en varios de sus componentes: 100 g de la parte comestible posee 58 a 66 unidades calóricas, 3 g de proteínas, 0,20 g de grasas, 15,50 g de carbohidratos, 30 g de calcio, 28 g de fósforo y vitaminas (caroteno, niacina, tiamina, riboflavina y ácido ascórbico).

Es empleado para otros usos caseros e industriales tales como los siguientes:

Como forraje: la utilización del nopal como forraje es el uso más importante por su volumen.

Como cerco: La utilización de variedades espinosas para formar cercos en los huertos familiares y en los predios ganaderos es común en vista de que sirve como una barrera de protección contra agentes externos.

Como substrato para la producción de grana de cochinilla: la obtención de colorante carmín, producto de la cochinilla (*Dactilopus coccus* Costa) que parasita el nopal, tiene gran utilización en la industria alimenticia y textil siendo demandado por la industria de embutidos cárnicos, cosméticos y medicinales.

Como planta medicinal: El consumo de nopalitas y de tuna ácida (el xoconostle) ha probado que abate los niveles de azúcar y colesterol de la sangre, por lo que la gente los consume cocinados, así como en cápsulas y comprimidos.

Como materia prima industrial: En México se procesa el nopal como alimento (en salmuera y escabeche), principalmente para el mercado de exportación para la obtención de mermeladas, jugos, néctares, colorantes, pectinas y fructosa.

En la conservación del suelo: El nopal se utiliza para proteger el suelo y frenar la desertificación, es una planta que puede formar “setos” en curvas de nivel que ayudan a controlar la erosión del suelo, además de que soporta los ambientes desfavorables del desierto, caracterizados por una precipitación pobre y errática y alta oscilación térmica diaria y anual.

3.1.6 Hábitat

En las zonas áridas y semiáridas existen diferentes factores ambientales que limitan el crecimiento de las plantas, tales como temperaturas altas y bajas, escasez de agua y limitación en la disponibilidad de nutrientes. La evolución de las Cactáceas en estos ambientes ha conducido a que las diferentes especies del género *Opuntia* desarrollen características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas que les permitan adaptarse a estas condiciones ambientales adversas.

La proliferación masiva de ciertos tejidos parenquimatosos, asociados con un aumento en el tamaño de las vacuolas y una disminución en los espacios intercelulares, le permite a la planta acumular agua en breves períodos de humedad. Por otra parte, las formas esféricas o suculentas representan los cuerpos más eficientes para evitar la evapotranspiración.

Para su óptimo desarrollo, la planta requiere una temperatura anual entre los 18 y 25°C, aunque existen algunas especies resistentes a las bajas temperaturas que pueden soportar hasta -16 °C, siempre y cuando no se presenten por períodos prolongados. ***Opuntia ficus- indica*** se desarrolla bien en climas áridos y muy áridos con lluvias de verano, por lo que se refiere a precipitación pluvial es poco exigente, ya que se le encuentra en zonas con lluvias de 125 o más milímetros al año, aunque los excesos de humedad pueden provocar enfermedades fungosas y daños por insectos. Por lo anterior el clima de El Salvador resulta factible para el desarrollo de esta planta en la mayoría de sus

zonas en cuanto a condiciones de humedad y temperatura se refieren, (Ver Anexo N° 25)

Por lo que respecta a suelos, se adapta bien a diversas texturas y composiciones, pero se desarrolla mejor en suelos calcáreos, arenosos, de profundidad media, con un pH preferentemente alcalino y a altitudes que varían entre los 800 y 2.500 m.s.n.m., aunque también pueden encontrarse a altitudes menores cerca de la costa.

3.1.7 Zonas de Producción de Tuna

Un aspecto importante de la producción del nopal es que casi todas las plantaciones, tanto para producir tuna como nopalito, se encuentran localizadas en áreas marginales caracterizadas por suelos pobres y/o climas áridos o semiáridos, de manera que los cultivos básicos casi nunca se logran en estas áreas, por lo que el nopal resulta una excelente alternativa. Especialmente en los agostaderos del norte de México, caracterizados por climas con alta variación diaria y anual de la temperatura. Por estas razones, ***Opuntia ficus-indica*** es una planta fácilmente adaptable en climas con una escasa y errática precipitación pluvial, por lo que no existe a nivel mundial mejor planta para controlar la erosión eólica e hídrica y por lo tanto evitar y aún hacer retroceder la desertificación. ⁽⁴⁾

3.2 Generalidades de los jugos de fruta

3.2.1 Definición

En el caso de jugo de fruta el CODEX Alimentarius lo define como: el líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtienen de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha.⁽³⁾

Algunos jugos podrán elaborarse junto con sus pepitas, semillas y pieles que normalmente no se incorporan al jugo, aunque serán aceptables algunas partes o componentes de las mismas que no puedan eliminarse mediante las buenas prácticas de fabricación.

Los jugos se preparan mediante procedimientos adecuados que mantienen las características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales esenciales de la fruta de que proceden. Podrán ser turbios o claros y podrán contener componentes restablecidos de sustancias aromáticas y aromatizantes volátiles, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta. Podrán añadirse pulpa y células obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta.

Un jugo de un solo tipo es el que se obtiene de un solo tipo de fruta. Un jugo mixto es el que se obtiene mezclando dos o más jugos, o jugos de diferentes tipos de frutas.

3.2.2 Características de los jugos de frutas

Las pulpas y jugos se caracterizan por poseer una variada gama de compuestos nutricionales que les confieren un atractivo especial a los consumidores. Están compuestas de agua en un 70 a 95%, pero su mayor atractivo desde el punto de vista nutricional es su aporte de vitaminas, minerales, enzimas y carbohidratos como la fibra.

La composición en pulpa también varía mucho entre el amplio número de frutas conocidas. Dichas características varían de manera importante aún entre frutas de una misma especie. Hay factores genéticos y agro-culturales que influyen para que haya en frutas de una región 12% de sólidos solubles y otras que pueden alcanzar hasta 23%. Obviamente lo mejor es conseguir frutas que posean alto rendimiento en pulpa, un elevado valor de sólidos solubles e intensas características sensoriales propias de la fruta.

Las características de las pulpas y jugos que más comúnmente se utilizan como parámetros de evaluación son las organolépticas y fisicoquímicas.

3.2.3 Características físicas de los jugos de fruta.

La apariencia de los jugos debe estar libre de materias extrañas, admitiéndose una separación en fases y la mínima presencia de trozos y partículas oscuras propias de la fruta utilizada.

La mayor separación de fases se produce por la presencia de aire ocluido, por el tamaño grueso de las partículas que componen la pulpa y por reacciones enzimáticas en pulpas no pasterizadas.

La separación de fases se presenta al dejar las pulpas en estado crudo, es decir sin aplicar un tratamiento térmico que inactive las enzimas, causantes de la hidrólisis de pectinas y posterior formación de sales que precipitan. Esta precipitación es la que produce un líquido de apariencia más transparente en la parte superior y opaca en la inferior.

3.2.4 Elaboración de Jugos de fruta

La elaboración de jugo de frutas conlleva diferentes pasos fundamentales, que en esencia no han cambiado desde hace algunos años atrás, únicamente han evolucionado los equipos y las técnicas con los que se realiza cada proceso. Los pasos para la elaboración de jugos de frutas son:

Recepción de la materia prima. La fruta para jugos es generalmente de segundo grado, debido a que no cumple con las especificaciones de tamaño y

forma para ser vendida fresca, pero debe encontrarse sin daños severos y estar libre de putrefacción.

Lavado de la fruta. Esta operación tiene la finalidad de limpiar de cualquier suciedad la materia prima y evitar que el jugo se contamine.

Molienda. Este paso se da en frutas duras y tiene la función de moler las frutas para facilitar la salida del jugo. Algunos de los molinos pueden además separar trozos de tallos u hojas que estuvieran presentes.

Prensado. El jugo se obtiene al generar presión sobre las frutas o el puré obtenido de la molienda y es depositado en un contenedor.

Clarificado. La finalidad de este paso es eliminar los sólidos suspendidos en el producto, principalmente se da por filtración ya sea simple, por membrana o ultrafiltración con presiones de 1 a 10 bares.

Concentrado. Esta operación se lleva a cabo por tres razones:

- Disminuir el volumen del líquido y por lo tanto los costos de almacenamiento, empaque y transportación.
- Incrementar los sólidos solubles mejorando la conservación del producto.
- Como un paso previo al secado o cristalización

3.3 Importancia de la Nutrición

El consumo de frutas y vegetales juega un papel vital para proporcionar una dieta variada y equilibrada. Hoy en día existe un consumo bajo de frutas y vegetales, solamente una pequeña e insignificante minoría de la población mundial sigue las recomendaciones generales de tomar un alto porcentaje de frutas y vegetales. En 1998 sólo 6 de las 14 regiones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) consumían las cantidades de frutas y vegetales en cantidad igual o superior a la ingesta diaria recomendada de 400 g por persona al día.

La evolución del sector de frutas y hortalizas está muy unida a su mayor o menor orientación al mercado, es decir, al objetivo de satisfacer a los clientes y a los consumidores finales, tanto nacionales como internacionales.

La decisión de compra de frutas y hortalizas debe su resultado a impulsos visuales centrándose en las dimensiones del producto, su forma, color, apariencia de fresca, pero la repetición de la compra viene determinada por los factores que tienen mucho que ver con el gusto, existiendo una demanda generalizada por recuperar el sabor y aroma de las frutas y hortalizas lo más frescas posibles.

Si bien las frutas y hortalizas se consumen generalmente frescas, un gran número de ellas han de ser procesadas y/o conservadas por razones económicas, logísticas, para mejorar su digestibilidad, por necesidades culinarias o para facilitar su consumo a determinados grupos de consumidores

(niños, ancianos, enfermos o personas con poco tiempo para preparar los alimentos, etc.). El consumidor reclama alimentos seguros, obtenidos mediante un procesado y cuya preparación ocupe el menor tiempo posible. Estos nuevos hábitos han repercutido en el aumento del consumo de jugos de frutas y hortalizas preparados. Algunos de los factores que han influido en este incremento son: la falta de tiempo en los hogares actuales para preparar los alimentos, la facilidad de consumo de frutas y hortalizas en forma de jugo para determinados segmentos de población como niños, ancianos o enfermos, así como la tendencia en comedores colectivos (colegios, oficinas o fábricas) de incrementar el consumo de frutas y hortalizas según recomendaciones de organismos relacionados con la salud (OMS, 2003).

3.4 Composición general de las frutas.

La mayor parte de la porción comestible de la mayoría de frutas está constituida por agua (75-95%). Las frutas son fuentes pobres de proteínas y de aceite. La generalidad de las frutas contiene cantidades apreciables de carbohidratos. Estos pueden estar en proporciones variables (de acuerdo a la fruta, a su madurez), de dextrosa, fructosa y sacarosa y tal vez de almidón (por ejemplo, plátano, manzana). Los principales ácidos que se encuentran en las frutas son cítricos, tartáricos y málicos. La acidez total de las frutas disminuye después de cosechadas. El pH de las frutas varía entre 2.5-4.5 (la mayor parte de los tipos

3.0-3.5). Otros constituyentes de las frutas son la celulosa y fibras leñosas minerales, pectinas, gomas, taninos, sustancias colorantes y aceites volátiles. Ciertas frutas, como los cítricos y las grosellas son buenas fuentes de vitamina C. ⁽¹⁹⁾

Tabla N° 1: Composición de minerales y vitaminas que aportados por algunas frutas

Frutas	Cal c/100g	Na (mg)	Ca (mg)	Fe (mg)	P (mg)	K (mg)	Vit A U.I.	Vit.B1 mg	Vit.B2 (mg)	Vit. C mg
Piña	-----	1	16	0.5	8	180	34	0.07	0.05	20
Ciruelas	45	1	12	0.4	27	190	50	0.04	0.04	6
Coco	320	28	20	2.0	85	300	10	0.05	0.03	3
Fresa	35	1	22	1.0	22	160	30	0.02	0.05	70
Limón	30	2	26	0.6	18	140	25	0.04	0.02	52
Mandarina	45	1	25	0.3	18	160	400	0.04	0.04	30
Mango	58	-	15	0.6	22	-	30	0.05	0.02	5
Manzana	59	1	7	0.3	12	110	50	0.03	0.03	6
Melón	30	12	14	0.4	16	250	1000	0.03	0.02	30
Naranja	49	1	40	0.5	20	180	200	0.08	0.04	55
Papaya	35	3	20	0.3	15	230	1500	0.03	0.04	60
Sandía	30	1	10	0.4	9	120	350	0.03	0.03	6
Banana	90	1	9	0.6	28	400	80	0.05	0.07	10
Uva	65	3	14	0.5	16	180	100	0.05	0.04	4

Composición de los frutos de *Opuntia ficus- indica*

En cuanto su valor nutricional en la literatura se reportan los valores que detallan en la tabla N° 2, basados en 78 g de peso neto fresco del fruto de *Opuntia ficus- indica*.

Tabla N° 2: Valor nutricional del fruto de *Opuntia ficus- indica*

Porción Comestible	78.00
Energía (Kcal)	27.00
Proteína (g)	1.70
Grasa (g)	0.30
Carbohidratos (g)	5.60
Calcio (mg)	93.00
Hierro (mg)	1.60
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.03
Acido ascórbico (mg)	8.00
% Humedad	85.0 – 90.0 %
% Cenizas	0.25 – 0.44 %

3.4.1 Proteínas

Las proteínas poseen un papel fundamental en la nutrición, ya que proporcionan nitrógeno y aminoácidos que podrán ser utilizados para la síntesis de las mismas y otras sustancias nitrogenadas.⁽⁶⁾

Las proteínas son el elemento formativo indispensable para todas las células corporales. Se sabe que proteínas específicas y derivados proteínicos son elementos funcionales de algunas células especializadas, secreciones glandulares, enzimas y hormonas. Al funcionar como enzimas, las proteínas controlan el desdoblamiento de alimentos para dar energía, y la síntesis de nuevos compuestos para conservación y reparación de los tejidos. Si el organismo las recibe en cantidades mayores de las necesarias contribuyen al

“fondo común energético” y de este modo, cuando no hay suficientes carbohidratos y grasas para cubrir las necesidades energéticas, son empleadas. Por lo tanto el vocablo proteína justifica su denominación, deriva de las raíces griegas, que significa “de importancia primordial”.⁽⁴⁾

Existen dos factores que determinan el valor nutricional de fuentes proteínicas en cuanto a que estas cubran los requerimientos de nitrógeno y aminoácidos garantizando un crecimiento y mantenimiento adecuado del individuo, que son: el contenido proteínico y la calidad de la proteína. Respecto al primero se ha sugerido que los alimentos que forman la base de la dieta, el porcentaje debe asemejarse al de los cereales (8-10%) para satisfacer las necesidades proteínicas de los adultos en tanto se consuma una cantidad adecuada para cubrir los requerimientos energéticos. En lo referentes a la calidad de la proteína, esta depende tanto de la proporción de aminoácidos esenciales que contiene en relación con los requerimientos humanos, como de la biodisponibilidad de los mismos, término que se refiere a la capacidad para incorporar los aminoácidos de la dieta a las estructuras corporales y puede verse afectada tanto por una mala digestión como por una absorción incompleta.

En general se reconoce que las proteínas de origen animal son de mejor calidad que las de origen vegetal; sin embargo se sostiene que las provenientes

de leguminosas a pesar de ser ligeramente deficientes en metionina tiene una calidad aceptable.⁽⁶⁾

Los compuestos nitrogenados como las proteínas y los lípidos son escasos en la parte comestible de las frutas, aunque son importantes en las semillas de algunas de ellas. Así el contenido de grasa puede oscilar entre 0,1 y 0,5%, mientras que las proteínas pueden estar entre 0,1 y 1,5%.⁽²³⁾

Tabla Nº 3: Raciones diarias recomendadas de proteínas según grupos de edades.⁽⁸⁾

Categoría	Edad (años) o condición	Peso (kg)	Ración dietética recomendada	
			(g/kg)	(g/día)
Lactantes	0,0 - 0,5	6	2,2	13
	0,5 - 1,0	9	1,6	14
Niños	1 – 3	13	1,2	16
	4 – 6	20	1,1	24
	7 – 10	28	1,0	28
Varones	11 – 14	45	1,0	45
	15 – 18	66	0,9	59
	19 – 24	72	0,8	58
	25 – 50	79	0,8	63
	51 ó más	77	0,8	63
Mujeres	11 – 14	46	1,0	46
	15 – 18	55	0,8	44
	19 – 24	58	0,8	46
	25 – 50	63	0,8	50
	51 ó mas	65	0,8	50
Embarazo	1º trimestre	-	Más de 1.3	Más de 10
	2º trimestre	-	Más de 6.1	Más de 10
	3º Trimestre	-	Más de 10.7	Más de 10
Lactancia	1er semestre	-	Más de 14.7	Más de 15
	2º semestre	-	Más de 11.8	Más de 12

----- : No se encuentra valor.

3.4.2 Importancia de los Carbohidratos

Los carbohidratos constituyen la fuente más importante de energía para la población mundial. Son la forma de “combustible” más barata, de fácil digestión y absorción para dar energía al hombre y los animales.

Cada gramo de carbohidrato aporta unas 4 calorías. Aunque las grasas y las proteínas pueden reemplazarlos como fuente de energía en casi todas las células del cuerpo, el hombre no puede prescindir totalmente de ellos. Los tejidos cerebral, nervioso y pulmonar necesitan glucosa sanguínea (hipoglucemia) y al cerebro le falta glucosa, posible sobrevengan convulsiones. Sin embargo cabe señalar que algunos aminoácidos y una parte de la molécula adiposa también contribuyen a la reserva total de glucosa en el organismo y constituyen por tanto una fuente de energía para los tejidos.⁽⁴⁾

Entre el 5% y el 18% de la fruta está formado por carbohidratos. El contenido puede variar desde un 20% en el plátano hasta un 5% en el melón, sandía y fresas. Las demás frutas tienen un valor medio de un 10%. El contenido en glúcidos puede variar según la especie y también según la época de recolección. Los carbohidratos son generalmente azúcares simples como fructosa, sacarosa y glucosa, azúcares de fácil digestión y rápida absorción. En la fruta poco madura nos encontramos, almidón, sobre todo en el plátano que con la maduración se convierte en azúcares simples.⁽²³⁾

3.4.3 Importancia de los Lípidos

Las carnes, huevos, productos lácteos y grasas, particularmente las de mantequilla, margarina y aceites de fritura, son las fuentes primarias de los lípidos de la dieta. Los lípidos suministran la mayor proporción de la energía que requiere el hombre, aportando a igualdad de peso más del doble energía que las proteínas o los carbohidratos. Al igual que la proporción de carbohidratos de la dieta humana depende de factores ecológicos y económicos, lo mismo ocurre con el nivel de lípidos, que varía considerablemente desde 6-10% en los países subdesarrollados y áreas superpobladas, hasta el 35-45% en los países más prósperos.

Después de la ingestión, la grasa pasa a través del estómago y penetra en el duodeno, donde es hidrolizado por enzimas, produciéndose ácidos grasos, monoglicéridos y glicerol. Estos productos, junto a las sales biliares, producen condiciones en la que la grasa puede ser emulsionada en gotitas diminutas, que favorecen su ulterior digestión y absorción corporal a través de la membrana mucosa del intestino delgado. Allí la grasa pueden sufrir nuevas digestiones y en la corriente sanguínea tiene lugar procesos de re- síntesis de nuevos triglicéridos a partir de los ácidos grasos. Por tanto, en el proceso de digestión y absorción, los glicéridos del alimento pierden en parte su identidad, siendo transformados en triglicéridos característicos de las especies que los

ingieren. Después de la absorción, las grasas son transportadas por la sangre en forma de complejos lipoproteicos bien directa o indirectamente vía el hígado, donde sufren ulteriores degradaciones y re síntesis, hasta los depósitos de almacenamiento del tejido adiposo donde sirven de reservorio de energía o material sintético.

Las grasas es, por consiguiente, un componente necesario de los tejidos vivos y es esencial en la nutrición humana. Debido a que puede almacenarse y movilizarse, es el principal material de reserva corporal. Su ingesta desequilibrada es también esencial para asegurar el aporte dietético de ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles A, D y E.⁽⁶⁾

3.4.4 Valor Calórico.

El consumo de energía por el cuerpo está relacionado tanto con la energía calórica requerida para la función corporal básica y el mantenimiento de la temperatura corporal, como con la energía mecánica requerida para el movimiento de los órganos y miembros. El valor energético de los alimentos se mide en término de kilocalorías (Kcal), que es una unidad física del calor.

El cuerpo humano necesita energía incluso aunque se encuentre en reposo. Experimentalmente se ha determinado que la cantidad de energía requerida es aproximadamente 1kcal por kilogramos de peso corporal o de 1.500-2.000 kcal

por día. No obstante, la cantidad varía con el metabolismo individual pudiendo ser tan baja como 1.200kcal o tan alta como 2,200kcal. En consecuencia, una gran parte del consumo humano de la energía aportada por el alimento se utiliza en el mantenimiento de los procesos vitales esenciales y de la temperatura corporal.

Además de satisfacer las necesidades energéticas básicas del cuerpo en reposo, necesitamos energía adicional para poder realizar los movimientos que exige nuestra jornada de trabajo y las actividades recreativas o deportivas. La cantidad de energía que obtiene el cuerpo del alimento es menor que la cantidad de energía producida cuando el alimento se quema en un calorímetro. Esto es debido a que los nutrientes productores de caloría, que son principalmente las proteínas, grasas y carbohidratos, no son completamente digeridos, absorbidos u oxidados para liberar energía del cuerpo.

Otro factor de complicación es la “disponibilidad” de calorías de determinados ingredientes de los alimentos; por ejemplo, frecuentemente existe una diferencia entre el número de calorías que una dieta podría proporcionar si la proteína, grasa y carbohidrato que contiene fuesen totalmente digeridos, y el número de calorías que proporcionan de hecho. Esto se debe principalmente a

los llamados “carbohidratos no utilizables” presentes de forma natural en los alimentos vegetales. ⁽⁶⁾

El valor calórico vendrá determinado por su concentración en azúcares, oscilando entre 30-80 Kcal/100g. Como excepción tenemos frutas grasas como el aguacate que posee un 16% de lípidos y el coco que llega a tener hasta un 60%. El aguacate contiene ácido oleico que es un ácido graso monoinsaturado, pero el coco es rico en grasas saturadas como el ácido palmítico. Al tener un alto valor lipídico tienen un alto valor energético de hasta 200 Kilocalorías/100gramos. Pero la mayoría de las frutas son hipocalóricas con respecto a su peso.

Tabla N°4: Raciones diarias recomendadas de Calorías por grupos de edad.⁽¹⁸⁾

Recomendaciones RDA							
Categoría	Edad (años) o condición	Peso (kg)	Altura (cm)	T.M.B. ^a (kcal/día)	Ración media de kcal ^b		
					Múltiplo-TMB	Por kg	Por día ^c
Lactantes	0,0 - 0,5	6	60	320	-	108	650
	0,5 - 1,0	9	71	500	-	98	850
Niños	1 - 3	13	90	740	-	102	1300
	4 - 6	20	112	950	-	90	1800
	7 - 10	28	132	1130	-	70	2000
Varones	11 - 14	45	157	1440	1,70	55	2500
	15 - 18	66	176	1760	1,67	45	3000
	19 - 24	72	177	1780	1,67	40	2900
	25 - 50	79	176	1800	1,60	37	2900
	51 ó más	77	173	1530	1,50	30	2300
Mujeres	11 - 14	46	157	1310	1,67	47	2200
	15 - 18	55	163	1370	1,60	40	2200
	19 - 24	58	164	1350	1,60	38	2200

Continuación de tabla N° 4

	25 - 50	63	163	1380	1,55	36	2200
	51 ó más	65	160	1280	1,50	30	1900
Embarazo	1 ^{er} trimestre	-	-	-	-	-	Más de 200
	2 ^o trimestre	-	-	-	-	-	Más de 300
	3 ^{er} trimestre	-	-	-	-	-	Más de 300
Lactancia	1 ^{er} semestre	-	-	-	-	-	Más de 500
	2 ^o semestre	-	-	-	-	-	Más de 500

-----: No se encuentran valores reportados

3.4.5 Importancia de Las Vitaminas

Las vitaminas son nutrimentos que facilitan el metabolismo de muchos nutrimentos y mantiene diversos procesos fisiológicos vitales para todas las células activas tanto vegetales como animales. En los alimentos se encuentran en cantidades muy pequeñas que van desde unos cuantos microgramos hasta 200mg por kilogramo. Sin embargo, si su presencia pasa desapercibida su ausencia, que se acompaña de cuadros clínicos graves y aparatosos es sumamente notoria.

Las vitaminas, como tales, no generan energía, pero actúan en el control de diversas reacciones propias del anabolismo y del catabolismo de hidratos de carbono, de proteínas y de grasas, que a su vez generan energía y propician la síntesis de otros compuestos, además de que facilitan algunos mecanismos fisiológicos.⁽⁶⁾

En general, los vegetales contienen mayor proporción de vitaminas hidrosoluble que de liposolubles, situación que se invierte en los alimentos de origen animal;

sin embargo, hay varias excepciones como las espinacas y la coles, ricas en vitamina K, las oleofinosas que tiene un porcentaje importante de vitamina E, o del hígado de distintos animales que son buena fuente de algunas vitaminas hidrosolubles.

Algunas frutas, como las fresas, sintetizan el ácido ascórbico paralelamente a los pigmentos, aun cuando este disminuye una vez recolectadas; en el caso de las ciruelas, la situación es inversa, puesto que el contenido se incrementa después de la cosecha. La cantidad de tiamina de la manzana esta en relación a su estado fisiológico. Incluso, dentro de un mismo fruto, la distribución de vitaminas no es homogénea: como en el durazno, en el que existe un incremento de concentraciones del centro hacia el exterior; esta heterogeneidad también se presenta en muchos otros productos, como la manzana, que acumula hasta el 80% de ácido ascórbico en la cáscara, o la zanahoria que es abundante niacina en su parte más externa; en el corazón o centro de la piña se encuentra la mayor cantidad de vitamina C.

En diversas frutas, como en los cítricos (naranja y limón), de un 50 a un 60% del ácido ascórbico está presente en el albedo y flavedo, partes de la corteza que generalmente no se consumen; el contenido vitamínico incluso varia de crudo con la localización del fruto en el árbol. Los más externos contienen una mayor proporción que los internos, por la incidencia solar. ⁽²³⁾

Tabla N° 5: Raciones diarias recomendadas de Vitamina por grupo de edad.⁽¹⁷⁾

Recomendaciones RDA									
Categoría	Edad o condición	Peso (kg)	Altura (cm)	Vitaminas Liposolubles			Vitaminas Hidrosolubles		
				Vit.A (µg-ER) ^a	Vit.D (µg) ^b	Vit.E (mg-ET) ^c	Vit.C (mg)	Vit.B ₁₂ (µg)	A.fólico (µg)
Lactantes	0,0 - 0,5	6	60	375	7,5	3	30	0,3	25
	0,5 - 1,0	9	71	375	10	4	35	0,5	35
Niños	1 – 3	13	90	400	10	6	40	0,7	50
	4 – 6	20	112	500	10	7	45	1,0	75
	7 – 10	28	132	700	10	7	45	1,4	100
Varones	11 – 14	45	157	1000	10	10	50	2,0	150
	15 – 18	66	176	1000	10	10	60	2,0	200
	19 – 24	72	177	1000	10	10	60	2,0	200
	25 – 50	79	176	1000	5	10	60	2,0	200
	51 ó más	77	173	1000	5	10	60	2,0	200
Mujeres	11 – 14	46	157	800	10	8	50	2,0	150
	15 – 18	55	163	800	10	8	60	2,0	180
	19 – 24	58	164	800	10	8	60	2,0	180
	25 – 50	63	163	800	5	8	60	2,0	180
	51 ó más	65	160	800	5	8	60	2,0	180
Embarazo	1 ^{er} trimestre	-	-	800	10	10	70	2,2	400
	2 ^{do} trimestre	-	-	-	-	-	-	-	-
	3 ^{er} trimestre	-	-	-	-	-	-	-	-
Lactantes	1 ^{er} semestre	-	-	1300	10	12	95	2,6	280
	2 ^{do} semestre	-	-	1200	10	11	65	2,6	260

----- : No se reporta valor en la literatura

3.4.6 Importancia de Nutrientos Inorgánicos

Por tradición, la palabra “minerales” (traducción directa de minerales) se usa para referirse a los diversos elementos químicos que se identifican en los alimentos; sin embargo, en los diccionarios se encuentra que mineral se equipara con lo “inorgánico” o “con las minas para el beneficio de los metales”.

En la literatura científica en español se sigue usando el término “minerales”, aun cuando hay voces que sugieren que se debe sustituir por “nutrimentos inorgánicos” por considerarlo más correcto.

Estos elementos representan aproximadamente el 4% del peso total de cuerpo humano, donde resaltan el calcio con un 2% y el fósforo con un 1 por ciento.

Al igual que las vitaminas, algunos elementos químicos son nutrimentos indispensables para el buen funcionamiento del organismo humano y su carencia puede provocar serios problemas de salud; la alimentación variada cuando es viable, es la forma de evitar cualquier deficiencia de estos y de otros nutrimentos. Actúan de diversas maneras en la formación de tejidos rígidos del cuerpo (Ca, P, F, Mg), como cofactor de enzimas (Mn, Zn, Cu, Mo, Na), como integrantes de vitaminas, hormonas, mioglobulina y hemoglobina (Co, I, Fe), para controlar la presión osmótica de fluidos celulares y del pH (Na, K, Cl) y como parte constitutiva de algunas macromoléculas (S, P, Fe). El hecho de consumirlos en la dieta no representa que se absorban y se aprovechen en el organismo humano, ya que su biodisponibilidad es muy distinta entre ellos; el sodio, potasio y cloro forman compuestos sencillos que existen en disolución, por lo que forman iones libres fácilmente absorbibles, mientras que el calcio, hierro, fósforo y magnesio, que integran compuestos insolubles, son más difíciles de asimilar.

A diferencia de las vitaminas que se sintetizan in situ, todos los elementos químicos encontrados en los alimentos de origen animal y vegetal proviene de los productos del campo, que a su vez, dependen de las prácticas agrícolas, la genética, el suelo, los fertilizantes, los plaguicidas, el agua, entre otros. Debido a que son hidrosolubles, la mayor parte de sus pérdidas se producen por lixiviación en cualquier etapa en la que exista un contacto del alimento con el agua.

Una dieta balanceada aporta todos los nutrimentos inorgánicos suficientes para satisfacer las necesidades del hombre; sin embargo, es práctica común la adición de algunos de ellos, sobre todo de calcio, hierro, yodo y cinc. ⁽⁶⁾

Tabla N°6: Raciones diarias recomendadas de Minerales por grupo de edad. ⁽¹³⁾

Recomendaciones RDA								
Categoría	Edad.(años) o condición	Peso (kg)	Altura (cm)	Ca (mg)	Fósforo (mg)	Mg (mg)	Hierro (mg)	Zinc (mg)
Lactantes	0,0 - 0,5	6	60	400	300	40	6	5
	0,5 - 1,0	9	71	600	500	60	10	5
Niños	1 – 3	13	90	800	800	80	10	10
	4 – 6	20	112	800	800	120	10	10
	7 – 10	28	132	800	800	170	10	10
Varones	11 - 14	45	157	1200	1200	270	12	15
	15 - 18	66	176	1200	1200	400	12	15
	19 - 24	72	177	1200	1200	350	10	15
	25 - 50	79	176	800	800	350	10	15
	51 ó más	77	173	800	800	350	10	15
Mujeres	11 - 14	46	157	1200	1200	280	15	12
	15 - 18	55	163	1200	1200	300	15	12
	19 - 24	58	164	1200	1200	280	15	12
	25 - 50	63	163	800	800	280	15	12
	51 ó más	65	160	800	800	280	10	12
Embarazo	1 ^{er} trimestre	-	-	1200	1200	320	30	15

Continuación de Tabla N° 6

	2 ^{do} trimestre	-	-	-	-	-	-	-
3 ^{er} trimestre	-	-	-	-	-	-	-	-
Lactantes	1 ^{er} semestre	-	-	1200	1200	355	15	19
	2 ^o semestre	-	-	1200	1200	340	15	16

----- : No se reportan datos en la literatura.

3.5 Importancia de las Características Organolépticas

La aceptación de un alimento depende de muchos factores, entre los que destacan sus propiedades sensoriales como el color, el aspecto, el sabor, el aroma, la textura y hasta el sonido que se genera durante la masticación. Los compuestos responsables del aroma y del sabor son los constituyentes que están en la menor concentración, pero tienen un efecto fundamental en la calidad y aceptación de los alimentos. Los hábitos alimentarios de una población están determinados en gran medida por el aroma y el sabor de los productos que consumen y que permiten su desarrollo y supervivencia.

Se ha demostrado que la selección de alimentos e incluso la percepción agradable o desagradable que de los mismos dependen de factores sociales y culturales, pero que las necesidades nutricionales y el estado de salud del ser humano tienen un mayor impacto en el momento de la ingesta. Por ejemplo, el dulzor se asocia con una fuente energética y el amargor con sustancias potencialmente tóxicas. Los niños prefieren los sabores dulces a los amargos, y

a media que crecen aceptan otros que no necesariamente se relacionan con sus necesidades metabólicas.

Si bien el aroma y sabor de los alimentos son fenómenos fisiológicos estrechamente relacionados entre sí; los compuestos responsables en cada caso tiene propiedades físicas y químicas diferentes; en el primero, son sustancias de mayor peso molecular no volátiles, solubles en agua y están en menor número que aquellas relacionadas con el aroma, que forzosamente deben ser volátiles para que lleguen a los centros olfativos. Otra característica fundamental es la naturaleza quiral de estos compuestos, ya que los receptores químicas del aroma y sabor son capaces de distinguir entre las diversas formas enantioméricas.⁽⁶⁾

Catar, degustar un alimento es un acto que en ocasiones pareciera solamente un proceso mecánico y con poca conciencia, como si sólo se tratara de satisfacer una necesidad fisiológica; es un hecho en el cual no sólo nuestros órganos sensoriales interactúan sino en el que también emitimos juicios: sabe rico, huele mal, está muy salado, etc. El sabor dulce de la miel, el color rubí intenso y sólido de un tinto joven, la textura viscosa del aceite, el olor de un queso curado y envejecido, o el de un embutido; son algunos características de los alimentos que se pueden percibir, mejorar mediante una prueba de análisis sensorial.

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos y otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea, sus cinco sentidos.

Las pruebas sensoriales son utilizadas en diversos tipos de industrias tales como la alimentaria, perfumera, farmacéutica, la de pinturas y tintes, etc.

La selección de alimentos por parte de los consumidores está determinada por los sentidos de la vista, olfato, tacto y el gusto. La información sobre los gustos preferencias y requisitos de aceptabilidad de un producto alimenticio se obtiene empleando métodos de análisis adaptados a las necesidades del consumidor y evaluaciones sensoriales con panelistas no entrenados. Esta prueba de análisis es determinante en el desarrollo de nuevos productos alimenticios, reformulación de productos ya existentes, identificación de cambios causados por los métodos de procesamiento, almacenamiento y uso de nuevos ingredientes así como, para el mantenimiento de las normas de control de calidad.

3.5.1 Los cinco sentidos y las propiedades sensoriales

El sistema sensitivo del ser humano es una gran herramienta para el control de calidad de los productos de diversas industrias. En la industria alimentaria la vista, el olfato, el gusto y el oído son elementos idóneos para determinar el color, olor, aroma, gusto, sabor y la textura quienes aportan al buen aspecto y calidad al alimento y sean aceptados por el consumidor.

3.5.2 El olor

Es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas en los alimentos; dicha propiedad en la mayoría de las sustancias olorosas es diferente para cada una. En la evaluación de olor es muy importante que no haya contaminación de un olor con otro, por tanto los alimentos que van a ser evaluados deberán mantenerse en recipientes herméticamente cerrados.

3.5.3 El aroma

Consiste en la percepción de las sustancias olorosas y aromáticas de un alimento después de haberse puesto en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, llegando a través del eustaquio a los centros sensores del olfato. El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos, es por eso que cuando tenemos gripe o resfriado el

aroma no es detectado y algunos alimentos sabrán a lo mismo. El uso y abuso del tabaco, drogas o alimentos picantes y muy condimentados, insensibilizan la boca y por ende la detección de aromas y sabores.

3.5.4 El gusto

El gusto o sabor básico de un alimento puede ser ácido, dulce, salado, amargo, o bien puede haber una combinación de dos o más de estos. Esta propiedad es detectada por la lengua.

Hay personas que pueden percibir con mucha agudeza un determinado gusto, pero para otros su percepción es pobre o nula; por lo cual es necesario determinar que sabores básicos puede detectar cada juez para poder participar en la prueba.

3.5.5 El Sabor

Esta propiedad de los alimentos es muy compleja, ya que combina tres propiedades: olor, aroma, y gusto; por lo tanto su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado.

El sabor es lo que diferencia un alimento de otro, ya que si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podrá juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido. En cambio, en cuanto se perciba el olor, se

podrá decir de que alimento se trata. El sabor es una propiedad química, ya que involucra la detección de estímulos disueltos en agua aceite o saliva por las papilas gustativas, localizadas en la superficie de la lengua, así como en la mucosa del paladar y el área de la garganta. Estas papilas se dividen en 4 grupos, cada uno sensible a los cuatro sabores o gustos:

Papilasiformes: Localizadas en la punta de la lengua sensible al sabor dulce.

Fungiformes: Localizada en los laterales inferiores de la lengua, detectan el sabor salado.

Coraliformes: Localizadas en los laterales posteriores de la lengua, sensible al sabor ácido.

Calciformes: Localizadas en la parte posterior de la cavidad bucal detectan sabor amargo.

Por ello es importante en la evaluación de sabor la lengua de el juez esté en buenas condiciones, además que no tenga problemas con su nariz y garganta. Los jueces no deben ponerse perfume antes de participar en las degustaciones, ya que el olor del perfume puede inferir con el sabor de las muestras.

3.5.6 La textura

Es la propiedad de los alimentos apreciada por los sentidos del tacto, la vista y el oído; se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. La textura no

puede ser percibida si el alimento no ha sido deformado; es decir, por medio del tacto podemos decir, por ejemplo si el alimento está duro o blando al hacer presión sobre él. Al morderse una fruta, más atributos de textura empezarán a manifestarse como el crujido, detectado por el oído y al masticarse, el contacto de la parte interna con las mejillas, así como con la lengua, las encías y el paladar nos permitirán decir de la fruta si presenta fibrosidad, granulosidad, etc.

3.6. Análisis Sensorial

Es una valoración cualitativa que se realiza sobre una muestra, la cual se basa exclusivamente en la utilización de los sentidos (vista, gusto, olfato, etc.) Para llevar a cabo una buena cata, es necesario contar con experiencia (para poder distinguir las sutilezas de los distintos sentidos) y un buen estado físico (si el catador esta acatarrado no podrá saborear ni oler correctamente). A pesar de que este análisis persigue la determinación objetiva de una serie de cualidades organolépticas (color, olor, sabor, etc.), la valoración global será siempre subjetiva debido a las distintas percepciones que puedan recibir los catadores y que no siempre serán las mismas.

Se llevan a cabo varias pruebas según sea la finalidad para la que se efectúe. Existen 3 tipos de pruebas: Las afectivas, las discriminativas y las descriptivas. El objetivo que se busca es conformar un panel de análisis sensorial.

3.6.1 Tipos de Análisis Sensorial ⁽²³⁾

- **Análisis descriptivo:** También denominado Análisis de Valoración (Rating Tests), es aquel grupo de tests en el que se realiza de forma discriminada una descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa). Se entrena a los evaluadores durante seis a ocho sesiones en el que se intenta elaborar un conjunto de diez a quince adjetivos y nombres con los que se denominan a las sensaciones. Se suelen emplear unas diez personas por evaluación.

- **Análisis discriminativo:** Se emplea en la industria alimentaria para saber si hay diferencias entre dos productos, el entrenamiento de los evaluadores es más rápido que en el análisis descriptivo. Se emplean cerca de 30 personas. En algunos casos se llega a consultar a diferentes grupos étnicos: asiáticos, africanos, europeos, americanos, etc.

- **Análisis del consumidor:** Se suele denominar también **test hedónico** y se trata de evaluar si el producto agrada o no, en este caso trata de evaluadores no entrenados, las pruebas deben ser lo más espontáneas posibles. Para obtener una respuesta estadística aceptable se hace una consulta entre medio centenar, pudiendo llegar a la centena.⁽²³⁾

3.6.2 Laboratorio de Análisis

El diseño de un laboratorio de análisis sensorial tiene que ver con la cantidad de jueces, el tipo y número de pruebas, los recursos y el espacio con el que se dispone. Las paredes deben estar pintadas de colores neutros para evitar distracciones de los jueces, el lugar debe estar aislado de olores que interfieran con las evaluaciones. El área de preparación de alimentos debe tener buena iluminación y ventilación, además lavaplatos, refrigerador, espacio para almacenamiento y mostradores. El laboratorio debe equiparse con utensilios que no impartan olor alguno en los alimentos a evaluar, lo recomendable son vasos, copas, paltos y platillos de material desechable, para la comodidad en cuanto a la numeración de muestras y por higiene, además termómetros, balanza de precisión y pipetas, cucharas, cuchillos, coladores, recipientes hondos, jarras, bandejas, abrebolsas, recipientes con tapa para almacenamiento. Debe contar con un espacio para la deliberación del panel donde se puedan reunir los jueces con el orientador de las pruebas, debe ser separada del área de preparación, para que los jueces no se distraigan con olores o con el paso de algunos miembros del laboratorio. Debe tener una mesa y sillas, tablero o papelógrafo y si es posible un proyector de opacos o acetatos.

El área de cabinas para la degustación también deberá estar aislada del área de preparación, pero no de la zona de deliberación, las cabinas deberán tener

compartimientos individuales donde los panelistas puedan evaluar las muestras sin interferencia de otros miembros del panel. Cada cabina deberá contar con un mostrador, una silla y una ventanilla de comunicación con el área de preparación de alimentos, iluminación propia para pruebas de enmascaramiento de color.

Es recomendable que el encargado de la preparación de las pruebas tenga un espacio donde pueda preparar las boletas o formatos para la prueba sensorial, donde pueda analizar datos y archivar resultados.

3.6.3 Tipos de jueces ⁽²³⁾

Existen cuatro tipos de jueces: experto, entrenado, semientrenado y el juez consumidor.

- **Juez Experto:** Es una persona que tiene gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento.
- **Juez Entrenado:** Es una persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial, o algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de

la evaluación sensorial y que sabe exactamente lo que se desea medir en una prueba.

- **Juez Semientrenado:** Personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y posee suficiente habilidad, pero que generalmente participan en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas.
- **Juez consumidor:** Se trata de una persona que no tiene nada que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos como los investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Por lo general son tomadas al azar.

3.6.4 Condiciones de las Pruebas ⁽²³⁾

- **Temperatura para servir las muestras:** Se debe emplear una temperatura a la que normalmente se consumen los alimentos, para garantizar resultados apropiados. Los alimentos calientes generalmente se sirven de 60 a 66° C, las bebidas que suelen tomarse frías, se sirven de 4 a 10° C; los helados a una temperatura de 1 a 2° C y el resto de alimentos a temperatura ambiente, 16° C.

- **Utensilios:** Los utensilios en que se sirven las muestras no deben impartir sabor u olor al producto. Además se deben utilizar recipientes idénticos para todas las muestras, se prefieren los transparentes o blancos para facilitar la evaluación del color.
- **Cantidad de muestra:** El comité de evaluación sensorial de la ASMT (1968) recomienda que cada panelista 16 ml de una muestra líquida y 29g Para una muestra sólida.
- **Horario para las muestras:** Uno de los factores que más puede afectar los resultados de las pruebas de análisis es la hora en que se realizan las pruebas. No deben hacerse a horas muy cercanas a las de las comidas. Ya que si el juez acaba de comer o desayunar, no se sentirá dispuesto a ingerir alimentos, y entonces podrá asignar calificaciones demasiado bajas, similarmente, si ya falta poco para la hora del almuerzo, el juez tendrá hambre y cualquier alimento que pruebe le agradará.
- **Lavado bucal:** Se suministra al catador un vaso de agua para lavado bucal después de cada muestra. En el caso de alimentos grasos se utilizan galletas de soda para remover de la boca el sabor residual dejado por el alimento.

CAPITULO IV

METODOLOGIA

4. METODOLOGIA

4.1 Tipo de estudio:

Analítico Experimental: El proceso de análisis de muestras se llevó a cabo en los Laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia.

Prospectivo: Debido a que la información que se presenta puede ser utilizada en un futuro como antecedente de todos los beneficios del jugo de tuna.

4.2 Investigación Bibliográfica:

Se consultó bibliografía correspondiente a la investigación para ello se visitó:

- La Biblioteca Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca central de la Universidad de El Salvador.
- Dirección General de Agro Negocios, Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador.
- Internet

4.3 Investigación de campo

4.3.1 Universo: Cultivos de Nopal (*Opuntia ficus- indica*) que se encuentran en el Departamento de Santa Ana.

4.3.2 Muestra: Puntual y dirigida al cultivo con frutos maduros del Nopal que se encuentran en el municipio de Texistepeque del Departamento de Santa Ana.

4.4 Investigación experimental

4.4.1 Preparación de la muestra de jugo de tuna. Procedimiento general para el procesamiento del fruto y obtención del jugo de *Opuntia ficus-indica* (Anexo N° 1):

1. Recolección de los frutos (tuna) maduros del nopal
2. Dejar reposar los frutos en agua fría con el objetivo de remover las espinas que los estos poseen
3. Cortar las tunas por ambos extremos con un cuchillo de cocina.
4. Realizar un corte transversal del grosor de la cascara de la tuna no muy profundo.
5. Remover cuidadosamente la cáscara del fruto con ayuda de un tenedor de cocina.
6. Procesar la parte comestible de la fruta en un extractor de jugo marca SANYO.
7. Filtrar la muestra obtenida a través algodón o papel filtro numero 40 presionar la pulpa contra el algodón y recibir jugo fresco en un beaker de 250 mL.

8. Almacenar en refrigeración a una temperatura de 4°C máximo 1 día.

4.4.2 Procedimientos para el análisis nutricional del jugo del fruto de tuna.

4.4.2.1 Determinación de proteínas por el método de Kjeldahl:

La determinación de proteínas en las muestras de jugo de tuna fue realizada en los laboratorios de análisis de la Fundación Salvadoreña para Investigación del Café (PROCAFE). Se utilizó la determinación de proteínas totales por el método de Kjeldahl. El análisis se realizó por triplicado.

Fundamento: Se caracteriza por el uso de ebullición y ácido sulfúrico concentrado que efectúa la destrucción oxidativa de la materia orgánica de la muestra y la reducción del nitrógeno orgánico a amoníaco; el amonio es retenido como bisulfato de amonio y puede ser determinado *in situ* o por destilación y titulación alcalina.

- Procedimiento general para la determinación de proteínas. (Ver anexo N°2)

1. Colocar 5.0 g de muestra en un frasco de digestión Kjeldahl.
2. Agregar 0.7 g de Oxido de mercurio (HgO), 15 g de Sulfato de Potasio (K₂SO₄) y 25 mL de ácido clorhídrico al 1N (HCl). Colocar el frasco en el aparato digestor en posición inclinada y calentar suavemente hasta que la formación de

espuma cese; hervir rápidamente hasta que la solución este clara y luego seguir calentando por tiempo máximo de 2 horas.

3. Enfriar a una temperatura menor a 25°C, agregar 200 mL de agua y esperar a que enfriar nuevamente; agregar 25 mL de una solución de sulfato o tiosulfato de sodio al 4% y mezclar hasta la precipitación de Hg. Agregar gránulos de Zn para prevenir salpicaduras, inclinar el frasco y agregar NaOH 1N sin agitación (por cada 10 mL de H₂SO₄ agregar 15.0 g de NaOH o una cantidad de solución para hacer la solución fuertemente alcalina.).La solución de tiosulfato de sodio o sulfato de sodio puede ser mezclada con la solución de NaOH antes de su adición al frasco.
4. Conectar el frasco al bulbo de destilación en el condensador, y, con la punta del condensador inmersa en HCl y 5-7gotas de indicador rojo de metilo en el frasco, girar el frasco para mezclar el contenido completamente; luego calentar hasta que todo el NH₃ halla destilado.
5. Remover el frasco, lavar la punta del condensador y titular el exceso de HCl en el destilado con una solución estandarizada de NaOH 1N. Corregir para la determinación del blanco de los reactivos.

$$\%N = \frac{(\text{mL HCl} \times \text{normalidad del ácido}) - (\text{mL NaOH estandar} \times \text{normalidad}) \times 1.4007}{\text{g de la muestra}}$$

6. Determinar el contenido de Proteína en la muestra de jugo de tuna multiplicando en %N por el Factor de Proteína (6.25). ⁽³⁾

$$\text{Contenido de Proteína (g/100 mL)} = \%N \times 6.25$$

4.4.2.2 Determinación de Grasa para el Jugo de Tuna. (Anexo N° 3)

La determinación de Grasas se realizó en el Laboratorio de Calidad Integral de FUSADES. Se determinó a través del método de Roese Gottlieb. El análisis se realizó por triplicado.

Fundamento: El contenido graso se determina gravimétricamente tras la extracción de la grasa con éter dietílico y éter de petróleo de una solución alcohólica amoniacal de la muestra. ⁽¹⁶⁾

-Procedimiento para la determinación de grasa por el método Roese-Gottlieb (Ver Anexo N°3)

1. Introducir 4.0 g de jugo de tuna en un tubo de extracción "Majonnier", diluir a 10 mL con H₂O₂ y agregar 1.25 mL de NH₄OH₂ y mezclar.
2. Agregar 10 mL de alcohol, mezclar, luego adicionar 25 mL de éter y mezclar vigorosamente.
3. Agregar 25 mL de éter de petróleo y mezclar nuevamente. Dejar reposar 20 minutos o hasta que separación de fases se haya completado.

4. Extraer el máximo posible de la solución etérea-grasa (Usualmente 0.5 mL a 0.8 mL) depositándola en un matraz pesado por medio de un filtro.
5. Extraer el líquido remanente en el tubo, esta vez con 15 mL de éter y éter de petróleo respectivamente, mezclando vigorosamente con cada solvente y dejar reposar.
6. Proceder como se realizó en el paso 5 lavando la boca del tubo y filtrar con una cantidad de mezcla que contenga partes iguales de de los dos solventes (éter y éter de petróleo). ⁽³⁾

Cálculo:

$$\text{Grasa (\%)} = \frac{W_2 - (W_3 + W_4)}{W_1} \times 100$$

Donde: W_1 = Peso (g) de la muestra

W_2 = Peso (g) del matraz + la grasa extraída

W_3 = Peso (g) del matraz después de eliminar la grasa

W_4 = Peso (g) del producto extraído presente en el blanco ⁽¹⁶⁾

4.4.2.3 Determinación de Humedad: Gravimétrico por analizador Halógeno

La determinación de Humedad se llevó a cabo en el Laboratorio de Calidad Integral de FUSADES. Para lo cual se utilizó el método Gravimétrico por medio de Analizador Halógeno. El análisis del jugo de tuna se realizó por triplicado.

El analizador halógeno funciona según el principio termogravimétrico, es decir registra el peso inicial de la muestra y una lámpara halógena seca la muestra

mientras una balanza integrada mide continuamente su peso. La pérdida de peso total se interpreta como contenido de humedad.

El secado mediante la lámpara halógena es una evolución del método de secado por infrarrojos. El elemento calefactor se compone de un tubo de vidrio lleno de gas halógeno, razón por la cual la masa de la lámpara halógena es muy pequeña comparada con la de un proyector infrarrojo convencional. Esto permite alcanzar en poco tiempo la potencia calorífica máxima y favorece la capacidad de regulación extraordinaria. Junto con el reflector chapado en oro, se garantiza una distribución uniforme óptima de la radiación de calor en toda la superficie de la muestra, uno de los requisitos para obtener resultados de medición repetibles. ⁽¹⁵⁾

4.4.2.3.1 Procedimiento general para la determinación de Humedad. (Ver Anexo N° 4).

1. Pesar 5.0 g de muestra de jugo de tuna.
2. Registrar el peso inicial de la muestra (5 g) en el analizador halógeno.
3. Secar la muestra mediante una lámpara halógena, mientras una balanza integrada mide continuamente su peso.
4. Realizar la lectura directa del resultado en la balanza de humedad. ⁽¹⁵⁾

4.4.2.4 Determinación de Cenizas

La determinación de cenizas en el jugo de tuna, se llevó a cabo en los Laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia. El análisis se llevó a cabo por triplicado.

Fundamento: La materia orgánica se quema a la temperatura más baja posible y la materia inorgánica remanente se enfría y pesa. El calentamiento se realiza en etapas, primero para eliminar el agua, a continuación para carbonizar el producto totalmente y, finalmente, para incinerar en horno de mufla a 550 °C. ⁽¹⁶⁾

- Procedimiento para la Determinación de cenizas (Anexo N° 5)

1. Realizar la estandarización de los crisoles. Colocar en el horno de mufla 6 crisoles durante 15 minutos.
2. Sacar los crisoles, enfriarlos en desecador durante 1 hora y una vez enfriados a temperatura ambiente pesar cada crisol.
3. Pesar con exactitud 5.0 g de jugo de tuna en cada crisol.
4. Pre- desecar el jugo sobre baño de vapor para evitar salpicaduras durante la fase de carbonización.
5. Colocar los crisoles sobre un hotplate en cámara de extracción de gases e ir incrementando lentamente la temperatura hasta que cese el desprendimiento de humo y las muestras de jugo se vean totalmente carbonizadas.

6. Colocar los crisoles en el interior del horno de mufla, lo más cerca posible del centro e incinerar durante 1 hora a 550 °C.
7. Sacar los crisoles de la mufla y colocarlos en un desecador durante 1 hora y dejarlos enfriar.
8. Una vez enfriado a temperatura ambiente volver a pesar cada crisol con sus cenizas.
9. Calcular por diferencia el peso de las cenizas.⁽¹⁶⁾

$$\text{Porcentaje de cenizas (\%)} = (W_2 / W_1) \times 100$$

Donde: W_1 = Peso (g) de la muestra.

W_2 = Peso (g) de las cenizas.

4.4.2.5 Determinación de Carbohidratos y Valor Calórico en jugo de tuna

El organismo requiere energía para mantener los procesos vitales normales y cubrir las demandas de la actividad y del crecimiento. La unidad de energía convencionalmente usada es la Kilocaloría (Kcal).

La ingesta energética se define como la suma de energía metabolizable suministrada por el carbohidrato utilizable, la grasa, la proteína del alimento ingerido. El carbohidrato utilizable se define como la suma de la glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, dextrina y almidones de la dieta. ⁽¹⁶⁾

- Procedimiento para la determinación de Carbohidratos y Valor Calórico

Para el cálculo del Valor Calórico, es necesario contar con los valores de Proteína, Grasas y Carbohidratos; de la misma manera para la determinación de Carbohidratos se utiliza los valores de Humedad, Proteína, Grasa y Ceniza.

(16)

Determinación de Carbohidratos:

$$\% \text{Carbohidrato} = 100 - (\% \text{H} + \% \text{P} + \% \text{F} + \% \text{Ce})$$

Donde:

%H = Contenido de Humedad

%P = Contenido de Proteína

%F = Contenido de Grasa

% Ce = Contenido de Ceniza

Determinación del Valor Calórico en jugo de tuna

$$\text{Valor Calórico (Kcal/100g)} = (P \times 4.0) + (F \times 9.0) + (C \times 3.75)$$

Donde

4.0 = calorías de la proteína

9.0 = calorías de la grasa

3.75 = calorías del carbohidrato ⁽¹⁶⁾

4.4.2.6 Determinación de ácido ascórbico (Vitamina C) en el jugo de tuna.

El análisis se llevó a cabo en el Laboratorio de Calidad Integral de FUSADES, basándose en el método Titrimétrico 2,6-Dicloroindofenol para jugos y productos derivados de jugos. El análisis se realizó por triplicado.

Fundamento: El ácido ascórbico reduce por una reacción oxido- reducción el color del indicador 2,6-diclorindofenol a una solución incolora. En el punto final, el colorante en exceso sin reducir presenta un tono rosa en la solución ácida. La vitamina C es titulada en presencia de una solución de ácido metafosfórico-acético para mantener una acidez apropiada en la reacción y evitar la auto oxidación del ácido ascórbico a un pH alto. ⁽³⁾

- Procedimiento para la determinación de Vitamina C de acuerdo a AOAC (Ver Anexo N°6)

1. Añadir una alícuota de 100.0 mL de jugo de tuna a volúmenes iguales de una solución de ácido metafosfórico. Designar el volumen total como V en mL.
2. Mezclar y filtrar a través de un papel filtro (Eaton-Dikeman No. 195, 18.5 cm, o equivalente)
3. Titular 3 muestras de alícuotas conteniendo 2.0 mg de ácido ascórbico cada una.
4. Hacer determinaciones con el blanco, usando volúmenes apropiados de ácido metafosfórico y agua, para la corrección de las titulaciones.

3. Si 2 mg de ácido ascórbico están en una alícuota menor a 7 mL, agregar una solución de ácido metafosfórico para obtener 7 mL para la titulación.
4. Determinar los mg de ácido ascórbico según la siguiente fórmula:

$$\text{mg de ácido ascórbico/100 g} = (X - B) \times (F/E) \times (V/Y)$$

Donde:

X = mL de muestra que se titularon

B = mL de la muestra del blanco titulados

F = mg de ácido ascórbico equivalentes a 1.0 mL de solución estándar de indofenol.

E = gramos de muestra.

V = volumen inicial de la solución de ensayo.

Y = volumen de la alícuota titulada ⁽³⁾

4.4.2.7 Determinación de Vitamina A: HPLC-FLD

La determinación de Vitamina A se llevó a cabo en el Laboratorio de Calidad Integral de FUSADES., para lo cual se utilizó el método HPLC-FLC (Cromatografía Líquida de Alta Eficacia- Derivatización Post –columna). Para el análisis de vitamina A se realizó una sola determinación.

Fundamento: El método de HPLC-FLC implica una reacción que se realiza después del paso de la muestra por la columna haciendo visibles (que absorban al UV o Fluorescencia) a los compuestos normalmente invisibles. Este es logrado

después de la separación de los compuestos en la columna, entonces se realiza una reacción química en los grupos funcionales característicos de la sustancia haciéndola visible para su detección. Se emplean típicamente una reacción que produce un compuesto con color fuerte o que fluoresce. De esta forma aumenta la sensibilidad de la detección en varias órdenes de magnitud en casos favorables. ⁽¹⁾ La menor concentración detectable con este método es de LDM: 67.1 UI

Características:

La Derivatización post-columna provee selectividad, sensibilidad y reproducibilidad cromatográfica unido a un detector UV-VIS y/o Fluorescencia- Cuando se combina con un sistema de HPLC estándar, reactivos y condiciones de operaciones proporciona un medio confiable, exacto para selectivamente derivatizar y detectar los analitos de interés. ⁽¹⁾

- Procedimiento para la determinación de Vitamina A (Ver anexo N°7)

1. Pesar 5.0 g de jugo de tuna muestras homogenizada en un matraz de fondo redondo de 250 mL.
2. Añadir 1 mL de solución de sulfito, una barra de agitación magnética y 50 mL de hidróxido potásico 0.5 N en etanol.
3. Conectar el matraz al condensador y refluir y hacer pasar una corriente de nitrógeno a través del matraz (alrededor de 100 mL/min).

4. Agitar el contenido del matraz durante el reflujo y hacer pasar una corriente de nitrógeno a través del matraz (alrededor de 100 mL/min).
5. Enfriar después el contenido en baño de hielo y añadir 100 mL de hexano. Homogenizar por rotación y decantar hacia el embudo de separación.
6. Añadir 50 mL de hidróxido de potásico 1 N al embudo de separación. Mezclar homogéneamente durante 10 segundos, dejar separar las fases durante 10 minutos y eliminar la capa de agua.
7. Lavar el hexano sucesivamente con 50 mL de hidróxido potásico 1 N en agua y 3 veces con 50 mL de agua.
8. Verter la capa remanente de hexano en un erlenmeyer de 100 mL, añadir unos 2 g de sulfato sódico (anhidro) y agitar.
9. Transferir la fracción de hexano a los tubos de muestra y cubrir los tubos con una hoja de aluminio.
10. Llenar la bandeja de muestras con los tubos reservando los cuatro primeros sitios para los patrones A, B, C y D y después colocar un patrón de vitamina A tras cada siete tubos.
11. Ajustar el programador y poner en marcha el aparato. Medir la altura de los picos de las muestras y de los patrones y preparar una curva de calibración para la vitamina A.
12. A partir de la curva de calibración, leer la concentración de vitamina A.

Contenido de vitamina A (mg de retinol /100 g) de muestra $= a / (W \times 10)$

Donde:

a = Valor de la concentración de los patrones ($\mu\text{g}/100 \text{ mL}$)

W = Peso (g) de la muestra. ⁽¹⁶⁾

4.4.2.8 Determinación de Minerales: Calcio y Potasio en el jugo de tuna

La determinación de Minerales en las muestras de jugo de tuna se realizó en el Laboratorio de Análisis de La Fundación Salvadoreña Para Investigación del Café PROCAFE. Para lo cual se utilizó el método de Absorción Atómica para el Calcio y para el Potasio. Para la determinación de ambos minerales, los análisis se realizaron por triplicado.

- Determinación de Calcio: Método de Absorción Atómica.

Fundamento: Consiste en que una vez eliminada la materia orgánica por incineración seca o digestión húmeda, el residuo se disuelve en ácido diluido. La solución se pulveriza en la llama del equipo de Absorción Atómica y se mide la absorción o emisión del metal objeto de análisis a una longitud de onda específica de 422.7 nm ⁽¹⁶⁾

- Procedimiento para la digestión húmeda. (Ver Anexo N° 8)

1. Tratar la muestra del jugo de tuna mediante digestión húmeda.
2. Colocar 5.0 mL de la muestra en un beaker de 150 mL. Agregar 10 mL de ácido nítrico HNO_3 y dejar remojando. Agregar 3 mL de HClO_4 al 60% y calentar en un hot plate, lentamente al principio hasta que la formación de espuma cese.
3. Calentar hasta que el ácido nítrico HNO_3 se evapore. Si se carboniza la muestra, enfriar y agregar 10 mL de ácido nítrico y continuar el calentamiento.
4. Enfriar, agregar 10 mL de ácido clorhídrico (HCl) y transferir cuantitativamente la solución a un frasco volumétrico de 50.0 mL.
5. Llevar a volumen la solución anterior. Utilizar sílica para que la solución clarifique, decantar el sobrenadante. Hacer las soluciones necesarias con ácido clorhídrico 10%(HCl) para obtener soluciones dentro del rango del instrumento.
6. Proceder a la lectura directa del equipo de Absorción atómica, donde la solución se pulveriza en la llama del equipo.
7. Se mide la absorción o emisión del Calcio a una longitud de onda de 422.7. ⁽³⁾

- Procedimiento para la determinación de Calcio por Absorción Atómica:

1. Calibrar el aparato de Absorción Atómica.
2. Poner en marcha el aparato de acuerdo con las instrucciones.

3. Medir las soluciones de calibración y la solución en blanco de los reactivos.
4. Mientras se están midiendo las muestras comprobar periódicamente que los valores de calibración permanecen constantes.
5. Preparar una curva de calibración representado gráficamente los valores de absorción frente a la concentración del metal en $\mu\text{g/mL}$.⁽¹⁶⁾

- Determinación de Potasio: Método de Absorción Atómica

Fundamento: Consiste en que una vez eliminada la materia orgánica por incineración seca o digestión húmeda, el residuo se disuelve en ácido diluido. La solución se pulveriza en la llama del equipo de Absorción Atómica y se mide la absorción o emisión del metal objeto de análisis a una longitud de onda específica de 768 nm.

- Procedimiento para la digestión húmeda. (Ver Anexo N° 9)

1. Tratar la muestra del jugo mediante digestión húmeda:
2. Colocar 5.0 mL de la muestra en un beaker de 150 mL. Agregar 10 mL de ácido nítrico HNO_3 y dejar remojando. Agregar 3 mL de HClO_4 al 60% y calentar en un hot plate, lentamente al principio hasta que la formación de espuma cese.

3. Calentar hasta que el ácido nítrico HNO_3 se evapore. Si se carboniza la muestra, enfriar y agregar 10 mL de ácido nítrico y continuar el calentamiento.
4. Enfriar, agregar 10 mL de ácido clorhídrico (HCl) y transferir cuantitativamente la solución a un frasco volumétrico de 50.0 mL.
5. Llevar a volumen la solución anterior. Utilizar sílica para que la solución clarifique, decantar el sobrenadante. Hacer las soluciones necesarias con ácido clorhídrico 10%(HCl) para obtener soluciones dentro del rango del instrumento.
6. Medir el contenido de Potasio por Fotometría de Llama. El elemento es atomizado a una longitud de onda de 768 nm ⁽³⁾

- Procedimiento para la determinación de Potasio por Absorción Atómica

1. Calibrar el aparato de Absorción Atómica.
2. Hacer funcionar el aparato de acuerdo con las instrucciones.
3. Medir las soluciones de calibración y la solución en blanco de los reactivos.
4. Mientras se están midiendo las muestras comprobar periódicamente que los valores de calibración permanecen constantes.
5. Preparar una curva de calibración representado gráficamente los valores de absorción frente a la concentración del metal en $\mu\text{g/mL}$.⁽¹⁶⁾

4.4.3 Procedimientos e instrumentos para determinaciones fisicoquímicos del jugo:

4.4.3.1 Determinación de pH.

La determinación de pH se llevó a cabo en los Laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia. Los análisis se realizaron por triplicado.

Fundamento: El pH se define como el valor dado por un instrumento potenciométrico adecuado y propiamente estandarizado, capaz de reproducir valores de $\text{pH} \pm 2$ unidades de pH. El instrumento cuenta con un electrodo indicador sensible a la actividad del ion hidrogeno, un electrodo de vidrio y un adecuado electrodo de referencia. ⁽⁷⁾

-Procedimiento utilizado para la determinación de pH en el jugo de tuna. (Ver anexo N° 10)

1. Estandarizar el pHmetro, utilizando dos soluciones Buffer de pH 4.0 y 7.0.
2. Colocar en un beaker respectivamente cada una de las soluciones buffer para estandarización a la temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ al igual que la muestra.
3. Ajustar el pHmetro al valor del pH respectivo de las soluciones buffer. (Ver anexo N° 14)
4. Lavar los electrodos con varias porciones de agua destilada.

5. Sumergir los electrodos en el beaker que contiene la muestra y leer directamente el valor de pH. ⁽⁵⁾

4.4.3.2 Determinación de acidez titulable:

La acidez titulable se determinó en base al ácido presente en el jugo de tuna: Ácido Cítrico. El análisis de acidez titulable se llevo a cabo en el laboratorio de investigación y desarrollo de la Facultad de Química y Farmacia y se realizó de acuerdo al método descrito en la AOAC. Las determinaciones de acidez titulable se realizaron por triplicado.

Fundamento:

La determinación de acidez titulable consiste en una valoración ácido-base que permite cuantificar la concentración del ácido presente.

- Procedimiento general para la determinación de Acidez titulable en jugos. (Ver Anexo N°11)

1. Tomar una alícuota de 5 mL del jugo de tuna y transferirlo a un balón volumétrico de 100 mL, aforar con agua destilada.
2. Tomar una alícuota de 5 mL de la dilución y transferirlo a un erlenmeyer de 500 mL.
3. Adicionar 200 mL de agua destilada.

4. Valorar la muestra con solución de hidróxido de sodio 0.1N utilizando 2 gotas de fenolftaleína como indicador.
5. Calcular el porcentaje de acidez como porcentaje de ácido cítrico de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\%Acidez = \frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times 0.064 \text{ (meq Ac)}}{V_{(mL)}} \times 100$$

Donde:

V_{NaOH} : Volumen de Hidróxido de sodio gastado en la titulación

N_{NaOH} : Normalidad de Hidróxido de sodio

V (mL): Volumen del jugo.

0.064: Miliequivalentes de Acido cítrico. ⁽⁵⁾

4.4.3.3 Determinación de grados Brix.

Para hacer la determinación de grados Brix, se utilizó un refractómetro marca Abbe modelo átago NAR-1T, con un rango de grados Brix 0.0 a 95%. Los análisis se realizaron en la Facultad de Química y Farmacia y se llevaron a cabo por triplicado.

Fundamento: Grados Brix es un sistema de medición específica, en el cual el grado Brix representa el porcentaje en peso de sacarosa químicamente pura en solución de agua destilada 20°C. Se basa en la medición de la densidad aparente, dada por la concentración de sólidos disueltos y en suspensión,

empleando para el efecto un hidrómetro con escala en grados Brix y calibrado a 20°C.

- Procedimiento de determinación de grados Brix (Ver anexo N° 12)

1. Encender el aparato y dejar por 5 minutos para su estabilización
2. Limpiar los prismas, frotando algodón humedecido con alcohol etílico, dejar secar.
3. Colocar 1 gota de la muestra sobre el prisma inferior. Unir los prismas y cerrar.
4. Ajustar los campos a la intersección de los filamentos cruzados con el control macrométrico o micrométrico. Hacer la lectura de los grados Brix en la escala inferior.
5. Abrir los prismas y limpiarlos con algodón humedecido con alcohol y realizar lectura directa del valor ⁽⁵⁾

4.4.4 Metodología para la prueba hedónica pruebas de preferencia o aceptación por los consumidores

Las pruebas a consumidores son una parte esencial en el proceso de desarrollo de nuevos productos en una empresa, es una forma de seleccionar productos o procesos para adecuarse mejor al mercado. El objetivo de la prueba hedónica

es obtener una medida de los gustos o preferencia de los consumidores frente a un producto.

En la escala hedónica, los consumidores deben señalar con una cruz el grado de aceptabilidad que les proporciona el producto, en cuanto a color, sabor, apariencia y olor

4.4.4.1 Prueba de Laboratorio

Para la realización de la Prueba Hedónica se utilizaron como catadores 50 jóvenes de edades entre 19 a 24 años, estudiantes de la Facultad de Química y Farmacia. Los estudiantes fueron ubicados en grupos de 10, los cuales degustaron la muestra de jugo de tuna por separado, en la Biblioteca Dr. Benjamín Orozco.

Condiciones importantes que se tomaron en cuenta para realizar la prueba:

La prueba de jugo de tuna se ofreció sin identificación. Cada persona que se disponía a realizar la prueba fue entrevistado con tres horas de anticipación para asegurar que se abstuvo de fumar o tomar café o te. El jugo no tuvo ninguna modificación, es decir, se degustó sin utilizar ninguna sustancia que pudo modificar el sabor natural del mismo. La cantidad de jugo de tuna que se proporcionó a cada panelista fue de 25 mL en una copita plástica transparente, a cada uno se le entregó un formulario en donde los panelistas expresaron el

grado de agrado o desagrado por la muestra de jugo, evaluando sabor, color, olor y apariencia (**Anexo N° 13**)

-Procedimiento para realizar la degustación del jugo de tuna:

1. Comprobar que el jugo de tuna este a temperatura de refrigeración, 13°C.
2. Elegir un lugar con buena luz y adecuada aireación.
3. Usar copas pequeñas de plástico transparente para la degustación.
4. Observar el color del jugo de tuna con la copa inclinada sobre un fondo blanco y percibir también el aroma del jugo de tuna y su apariencia
5. Tomar un sorbo de jugo de tuna a la vez que se introduce aire en la boca y saborear para describir el sabor del jugo.
6. Llenar un test de degustación el cual consistió en una prueba de aceptación, para el jugo de tuna, formada por 5 opciones: Me disgusta mucho, me disgusta, ni me gusta ni me disgusta, me gusta, me gusta mucho.

CAPITULO V

RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

5. RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

5.1 Caracterización Taxonómica de la especie de estudio

La especie de la planta en estudio fue caracterizada taxonómicamente en la Biblioteca y Herbario del Jardín Botánico La Laguna por el curador Lic. Dagoberto del Cid quien a través de una carta respalda que la muestra (Anexo N° 21) botánica se trata de la planta conocida comúnmente como “tuna” y científicamente como *Opuntia ficus-indica* (L) Mill., perteneciente a la familia de las Cactacea.

5.2 Interpretación de resultados de la cuantificación de proteínas por el método de Kjeldahl.

Tabla N° 7: Porcentaje en g/100 mL de proteína en la muestra de jugo de tuna

Repeticiones	% de Proteína (g / 100 mL)
1	1.49
2	1.66
3	1.49
Promedio	1.55

El valor de porcentaje promedio de proteína reflejado en la **Tabla N° 7** indica que por cada 100 mL de jugo de Tuna (*Opuntia ficus- indica*) se encuentran 1.55 g de proteína por tanto al ingerir un vaso de jugo diariamente (250 ml) se consumirán 3.88 g de este nutrimento (Ver anexo N° 20) cubriendo así el

6.68% de la ración diaria recomendada por la FDA (58 g de proteína) para la población adulta entre los 19 a 50 años.

5.3 Interpretación de resultados para el análisis de grasas

Tabla N° 8: porcentaje obtenido de grasa en g/100mL por el método de Roese Gottlieb en la muestra de jugo de tuna

Repetición	% de Grasa (g/100mL)
1	0.40%
2	0.37%
3	0.38%
Promedio	0.38%

En la tabla N° 8 se muestran los resultados obtenidos de grasas en la muestra de jugo de tuna a partir del método Roese Gottlieb obteniéndose un promedio en los resultados de 0.38 g/ 100 mL por tanto si se ingiere una ración de dicho jugo equivalente a 250 mL una vez al día se adquieren en la dieta diaria el 1.14% de la ingesta recomendada para grasas.

5.4 Interpretación de resultados del análisis de Cenizas

Tabla N° 9: Porcentaje de determinación de cenizas en g/100 mL en muestras de jugo de tuna

Repetición	Cantidad de Ceniza (g/100 mL)
1	0.3054
2	0.1971
3	0.2353
Promedio	0.2456

La tabla N° 9 muestra el promedio de los valores en la determinación de cenizas obteniendo un valor de 0.2456 g/ 100 mL lo que indica que el contenido de residuos inorgánicos es bajo en la muestra de jugo de tuna. Dicho resultado se utilizó para la determinación de carbohidratos en la muestra.

5.5 Interpretación de Resultados del análisis de Humedad

Tabla N° 10: Resultados obtenidos de la determinación de % de humedad en g/ 100 mL en muestras de jugo de tuna

Repetición	Cantidad de Humedad (g/100 mL)
1	87.25
2	87.40
3	87.40
Promedio	87.35

En la tabla N° 10 se muestran el promedio de los valores obtenidos para el análisis de humedad que corresponde a 87.35 g/ 100 mL dicho valor es requerido para realizar las determinaciones de carbohidratos para expresar el resultado de estos últimos en una base uniforme.

5.6 Interpretación de resultados de la determinación de Carbohidratos

Para la determinación del contenido de Carbohidratos se tomo en cuenta los porcentajes de proteína, grasa, ceniza (ver Anexo N° 20) y humedad que se expresan en la tabla N° 11.

Tabla N° 11: Parámetros utilizados para la determinación de carbohidratos.

Parámetro	Contenido (% en g / 100 mL)
Proteína	1.55
Grasa	0.38
Ceniza	0.25
Humedad	87.35

Los datos expresados en la tabla N° 11 fueron utilizados para la determinación de los carbohidratos contenidos por cada 100 mL de jugo de tuna encontrando que la cantidad, de Carbohidratos, obtenidos con un vaso de jugo de tuna equivalente a 250 mL es de 26.18 g (ver Anexo N° 20) con respecto al requerimiento diario recomendado por la FDA que es de 130 g/día. Cubriendo así el 20.14% de dicho valor.

Al comparar la cantidad de carbohidratos que proporciona el jugo de tuna (26.18 g) con lo que aporta los frutos cítricos, 10 g, observamos que dicho jugo proporciona una mayor cantidad de este nutrimento, por lo que se considera una buena fuente de carbohidratos para la dieta diaria.

5.7 Resultado de la determinación de Valor Calórico

Tabla N° 12: Parámetros utilizados en la determinación de Valor Calórico

Parámetro	Contenido (% en g/ 100 mL)
Proteína	1.55
Grasa	0.38
Carbohidratos	10.42

La **Tabla N° 12** muestra los valores de los parámetros que se utilizaron para la determinación del Porcentaje del Valor Calórico los cuales hacen referencia al porcentaje de proteína, grasas y carbohidrato, dichos valores fueron multiplicados por las calorías que aporta un gramo de estos nutrimentos (ver Anexo N° 20).

Se determinó el valor calórico para una ración de jugo de tuna equivalente a 250 mL encontrándose que un vaso de este alimento proporciona 122. 22 Kcal por lo que contribuye con el 4.88% del valor total de la ingesta diaria de calorías recomendadas por la FDA que equivale a 2500 kilocalorías en promedio para hombres y mujeres de edades entre 19 a 40 años. Si se compara el número de calorías que se obtienen de la tuna con las que reflejan las tablas para otros frutos específicamente los cítricos observamos una gran ventaja sobre estos ya que dichos frutos en particular nos ofrecen alrededor de 44 Kilocalorías.

5.8 Interpretación de resultados de la determinación de Vitamina C

Tabla N° 13: Porcentaje de Vitamina C en muestra de jugo de tuna (*Opuntia ficus-indica*)

Repetición	Porcentaje obtenido (g/ 100ml)
1	66.3834
2	67.9847
3	67.1800
Promedio	67.1827

En la Tabla N° 13 se muestra el promedio del contenido de vitamina C, la cual se determinó a partir de la cantidad de ácido ascórbico en miligramos contenidos en la muestra (Ver Anexo N° 18)) dando un resultado de 67.1827 mg/100 mL en el jugo de tuna.

El valor obtenido muestra que si se ingiere un vaso de jugo de tuna se obtienen 167.5 mg de vitamina C al día (Ver anexo N° 20) por lo que dicho alimento combinado con otros frutos en especial los cítricos puede ayudar a cubrir las recomendaciones de las ingestas de vitamina C por la FDA, que sugieren valores equivalentes a 60 mg/ kg de peso corporal en la población adulta que se encuentra entre los 19 – 50 años de edad.

5.9 Interpretación de resultados de la determinación de Vitamina A

La vitamina A se determinó a partir del método de HPLC-FLD proporcionando una lectura: no detectada (ND).

El Límite menor detectable por el método es de 67.1 UI/ 100 g. La vitamina A no pudo detectarse por este método, probablemente, a dos situaciones la primera por la rápida oxidación de este elemento y la segunda porque el jugo de tuna que se tomo como muestra posee cantidades mínimas de este nutrimento las cuales no pudieron ser detectadas por el método en cuestión.

5.10 Interpretación de resultados para el análisis de Calcio

Tabla N° 14: Porcentajes obtenidos de Calcio en P/V de la muestra de jugo de tuna (*Opuntia ficus-indica*)

Repetición	Porcentaje obtenido (g/100 mL)
1	0.05
2	0.06
3	0.06
Promedio	0.06

Para la cuantificación de Calcio se determinaron primero las ppm del elemento contenidas en 5 mL de muestra, que luego fueron multiplicadas por el factor de dilución, realizado para llevar a cabo las lecturas y así obtener el porcentaje del elemento por 100 mL de muestra.

En la **Tabla N° 14** se muestran los porcentajes obtenidos de las lecturas realizadas en donde el promedio para el calcio tiene un valor de 0.06 g/100 mL de jugo (Ver Anexo N° 17). Por lo que si se consume un vaso de este alimento diariamente se estarán ingiriendo 150 mg de Calcio. Dicha ración cubre el 12.5% de la ingesta diaria recomendada por la FDA (1200mg de Calcio), para la población adulta entre los 19 a 50 años.

5.11 Interpretación de Resultados de la determinación de Potasio

Tabla N° 15: Porcentajes de Potasio obtenido en P/V de la muestra de jugo de tuna (*Opuntia ficus-indica*)

Repetición	Porcentaje obtenido (g/100ml)
1	0.11
2	0.13
3	0.13
Promedio	0.12

Para la cuantificación de Potasio se determinaron primero las ppm de los elementos contenidos en 5 mL de muestra, que luego fueron multiplicadas por el factor de dilución realizado para llevar a cabo las lecturas y así obtener el porcentaje del elemento por 100 mL muestra.

En la **Tabla N° 15** se muestra el promedio del contenido de potasio en porcentaje P/V el cual fue de 0.12 g/ 100 mL (Ver anexo N° 17). Por tanto si se consume un vaso de este alimento diariamente se están ingiriendo 325 mg de Potasio. Dicha ración cubre el 10.48 % de la ingesta diaria recomendada según la FDA (3100 mg de Calcio) para la población adulta entre los 19 a 50 años.

5.12 Interpretación de resultados en la determinación de pH

El pH de la muestra de jugo se determinó utilizando un pH-metro previamente calibrado con solución buffer de 4.0, el análisis se llevo a cabo por triplicado obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla N° 16: Valores de pH determinados en el jugo de tuna (*Opuntia ficus-indica*)

Repetición	pH
1	5.06
2	5.03
3	5.04
Promedio	5.04

La **Tabla N° 16** muestra el valor promedio obtenido de pH, el cual fue de 5.04 para el jugo de tuna lo que indica que dicho alimento tiene un carácter levemente ácido. Para usos industriales como por ejemplo en la elaboración de mermeladas el pH deberá ser ajustado a 3.5 mediante la adición de ácido cítrico; de igual manera si se desea emplear el jugo de tuna para la fabricación de néctares se deberá ajustar el pH a 3.8. Dicho proceso asegurara la duración de las características de los productos.

5.13 Determinación Grados Brix

Los grados Brix se determinaron a través de un refractómetro previamente calibrado. El análisis fue llevado por triplicado y se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla N° 17: Grados Brix obtenidos de la muestra de Jugo de tuna (*Opuntia ficus-indica*)

Repetición	Lectura en Grados Brix
1	15
2	17
3	15
Promedio	15.67

En la tabla N° 17 se muestra las lecturas y el promedio de las determinaciones el cual fue de 15.67 grados Brix lo que indica que 100 gramos de Jugo de tuna poseen alrededor de 15.67 gramos de azúcares. En la industria de néctares el jugo resulta factible para la producción en tanto que posee el valor optimo de grados Brix necesarios que para el caso de este producto es de 15 grados Brix₍₃₁₎

Para el caso de mermeladas se lleva a cabo un ajuste mediante la adición de azúcares hasta lograr el porcentaje de grados Brix esperado equivalente a 64%.

5.14 Interpretación de resultados de la determinación de acidez titulable:

Tabla N° 18: Porcentajes de acidez titulable en función de ácido cítrico obtenidos de la muestra de Jugo de tuna (*Opuntia ficus-indica*)

Repetición	Porcentaje de Acidez (mg/ 100 mL)
1	0.522%
2	0.498%
3	0.498%
Promedio	0.506%

La acidez fue determinada en función del ácido cítrico. El valor promedio obtenido de los análisis fue de 0.506%. Lo que indica que por cada 100 mL de jugo se encuentran 0.506 mg de ácido cítrico. Para procesos en la industria alimenticia como por ejemplo para la fabricación de néctares la acidez optima varía de un 0.60 a un 0.70 % por lo que el jugo de tuna resulta factible como materia prima para la fabricación de este producto.

5.15 Análisis Sensorial

Por medio de este análisis se puede determinar el grado de aceptación que tiene el jugo, respecto a su sabor, aroma, color y apariencia. Los resultados e presentan a continuación, los cuales provienen de la evaluación sensorial (anexo N° 13) realizada con una muestra de 50 panelistas.

Tabla N° 19: Aceptación del Color del jugo de tuna

Item	N° Panelistas	Porcentaje (%)
Me disgusta mucho	0	0%
Me disgusta	5	10%
Ni me gusta, ni me disgusta	8	16%
Me gusta	17	34%
Me gusta mucho	20	40%

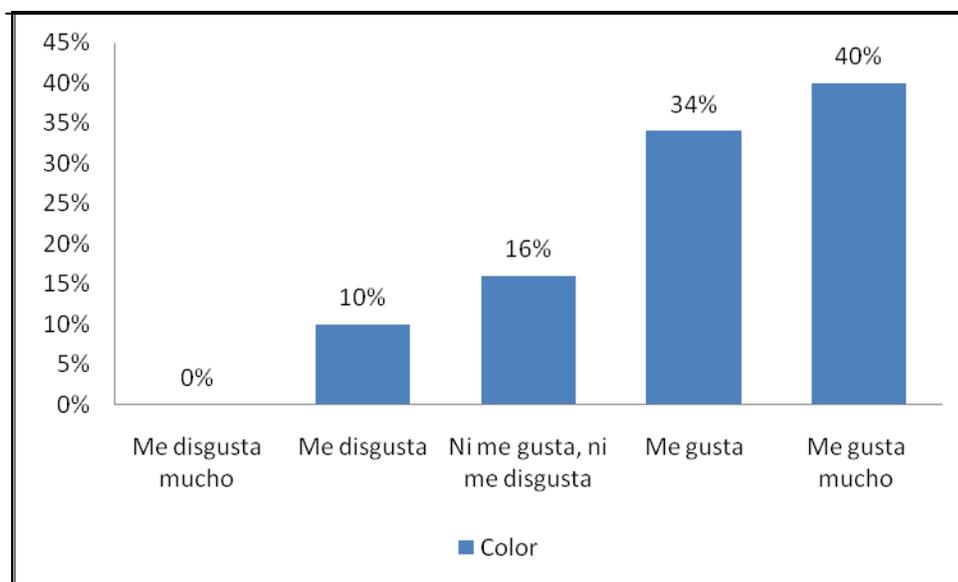


Figura N°3. Aceptabilidad del color en la muestra de jugo de tuna

Los resultados de la tabla N° 19 reflejados en el figura N°3 muestran que la mayoría de los panelistas (40%) eligieron la opción de “Me gusta mucho”, lo que

demuestra la aceptabilidad de los panelistas con respecto al color violeta característico del jugo.

Tabla N° 20: Aceptación del Sabor del jugo de tuna

Item	N° Panelistas	Porcentaje (%)
Me disgusta mucho	5	10%
Me disgusta	5	10%
Ni me gusta, ni me disgusta	5	10%
Me gusta mucho	10	20%
Me gusta	25	50%

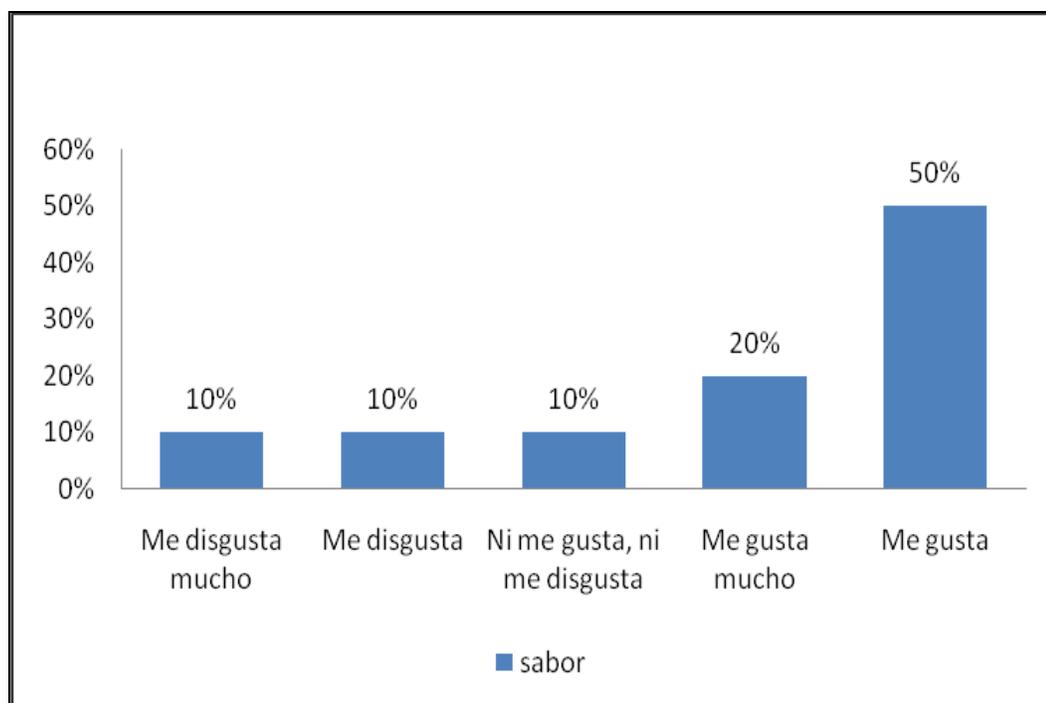


Figura N° 4. Aceptabilidad del sabor en la muestra de jugo de tuna

Según los resultados observados en la tabla N°20 y Figura N°4, con respecto al sabor de la muestras, se observa que la mayoría de los panelistas (70%)

optaron por la opción “Me gusta” y “Me gusta mucho”, demostrando la aceptación del jugo en cuanto a su Sabor.

Tabla N° 21: Aceptación del Aroma del jugo de tuna

Ítem	Nº Panelistas	Porcentaje (%)
Me disgusta mucho	3	6%
Me disgusta	19	38%
Ni me gusta, ni me disgusta	25	50%
Me gusta mucho	0	0%
Me gusta	3	6%

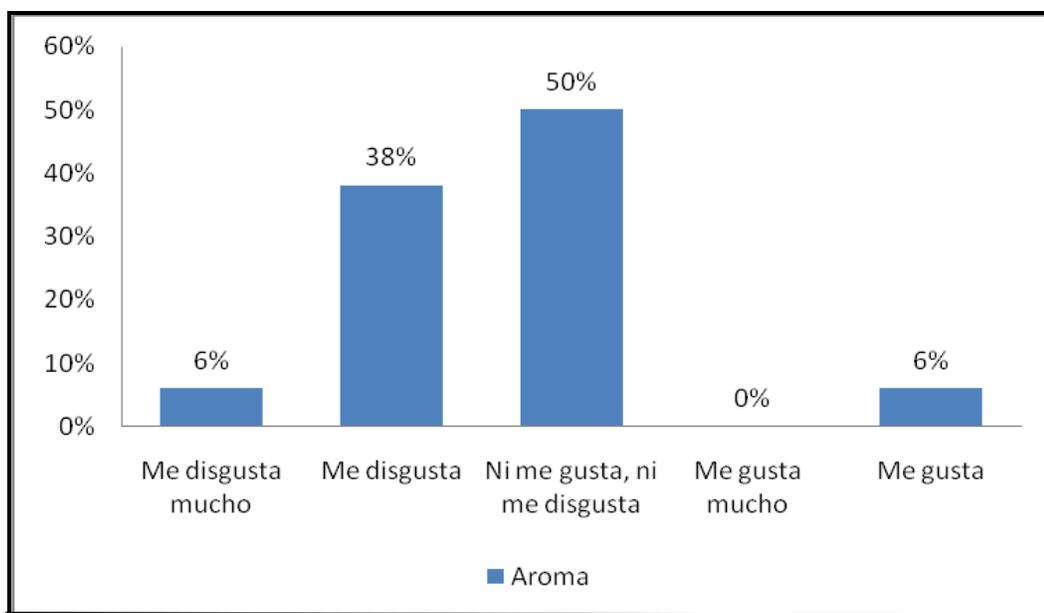
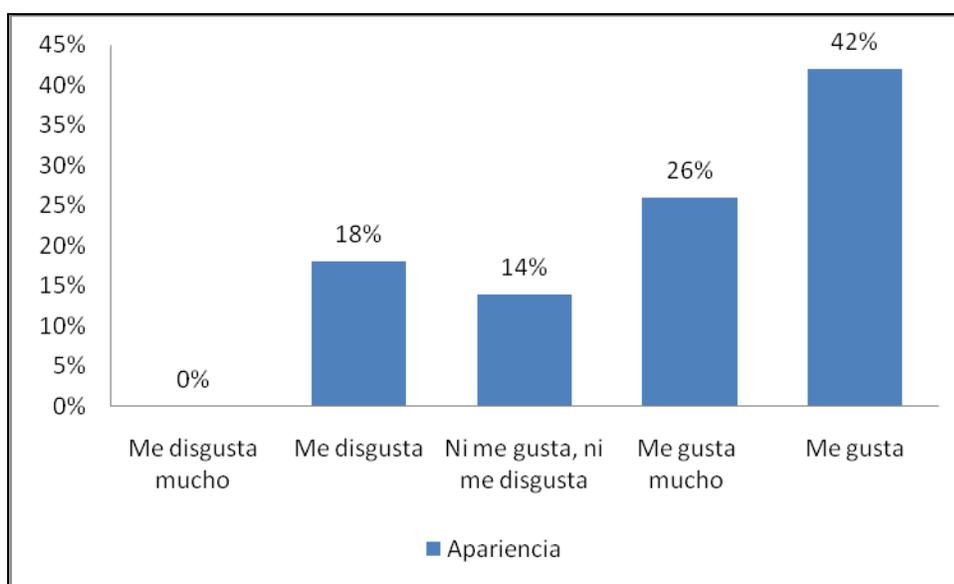


Figura N°5. Aceptabilidad del Aroma de la muestra de jugo de tuna.

Según los resultados observados en la **Tabla N° 21** y reflejados en la Figura N° 5 con respecto al aroma, se observa que el porcentaje más alto (50%) se encuentra en la ítem “Ni me gusta, ni me disgusta” lo que refleja indiferencia ante el aroma del jugo.

Tabla N° 22. Aceptación del Apariencia del jugo de tuna

Ítem	Nº Panelistas	Porcentaje (%)
Me disgusta mucho	0	0%
Me disgusta	9	18%
Ni me gusta, ni me disgusta	7	14%
Me gusta mucho	13	26%
Me gusta	21	42%

**Figura N°6.** Aceptabilidad del Apariencia de la muestra de jugo de tuna.

Según los resultados observados en la tabla N° 22 reflejados en la figura N°6 con respecto a la apariencia de la muestra, se observa que el mayor porcentaje (42%) corresponde al ítem “Me gusta”, con lo que demuestra la aceptabilidad de la apariencia del jugo de tuna.

VI CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

1. Debido a los valores encontrados de las características nutricionales y fisicoquímicos en el jugo de tuna así como el aporte calórico que brinda, dicho alimento es una alternativa saludable en la alimentación ya que proporciona todos los elementos necesarios para una dieta balanceada
2. El jugo de tuna es un alimento de gran accesibilidad a la población pues el cultivo de la planta se desarrolla con facilidad en cualquier zona geográfica de El Salvador ya que es una planta que se adapta fácilmente a las condiciones de humedad y altas temperaturas que posee el país.
3. Para la preparación de las muestras de jugo de tuna fue necesario un tratamiento previo de los frutos de tuna. Los frutos maduros se remojaron en agua fría durante 20 minutos con el objetivo de remover las espinas que los frutos de tuna poseen y de esta manera hacer más fácil la manipulación de dichos frutos.
4. El jugo de tuna es una buena fuente de Calcio y Potasio. El menor aporte es en calcio con 10.48% de la ración diaria recomendada por el FDA, mientras que el mayor aporte lo brinda el potasio con el 12.5% al tomar 1 vaso al día (250 mL) de jugo de tuna.
5. El aporte de nutrimentos orgánicos que proporciona una ración de jugo de tuna es mayor para el caso de los carbohidratos ya que aporta el 20.14 %de la ración diaria recomendada por la FDA, mientras que el aporte de proteínas únicamente es de 6.68% de la máxima ingesta recomendada. Finalmente el

mínimo aporte lo proporcionan las grasas con una representatividad del 1.14% de la ración diaria.

6. El jugo de tuna brinda un aporte calórico significativo ya que un vaso de jugo de tuna proporciona 122.22 kcal lo que representa un 4.89% de la dieta promedio recomendada por la FDA, equivalente a 2500 kcal. Constituyéndose así como una buena fuente de energía al ser combinado con otros alimentos ricos en calorías.
7. El jugo de tuna es una buena fuente de vitamina C, proporcionando 167.5 mg por 250 mL que se consumen de este alimento diariamente. Por tanto una ración de jugo de tuna combinado con frutos logran satisfacer las necesidades que el cuerpo requiere que corresponde a la ingesta de 60mg/Kg según recomendaciones de la FDA.
8. Las características fisicoquímicas del jugo de **tuna** son adecuadas para la fabricación de néctares en la industria alimenticia ya que la concentración de sólidos solubles (grados Brix) es la óptima para la obtención de dicho producto, mientras que el pH y acidez requieren de ajustes mínimos para obtener un buen producto.
9. La prueba hedónica realizada, muestra un gran nivel de aceptación del producto por parte del consumidor obteniendo resultados favorables con respecto al color, sabor y apariencia del jugo de tuna. Por tanto el jugo de tuna posee un gran potencial de consumo como producto natural en El Salvador.

10. La tuna es un fruto que se cosecha en una época específica del año, durante el verano. En el verano la tuna alcanza todas las características idóneas para su consumo como jugo pues el fruto se encuentra maduro.

VII RECOMENDACIONES

7. RECOMENDACIONES.

1. Llevar a cabo convenios entre La Universidad de El Salvador y el Ministerio de Agricultura y Ganadería para la realización de investigaciones y monitoreo de las zonas potenciales para el desarrollo de ***Opuntia- ficus indica*** y de esta manera iniciar con cultivos a gran escala.
2. Promover a través de entidades relacionadas a la alimentación y cultivos los beneficios que brinda el consumo del jugo de tuna, para cubrir los requerimientos de la dieta diaria y lograr optimizar el potencial nutricional que el organismo necesita.
3. Realizar en futuras investigaciones pruebas de Estabilidad y pruebas Microbiológicas al jugo de tuna, retomando las especificaciones del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.54:10, con el fin de determinar condiciones de almacenamiento, temperaturas y tipo de envasado del jugo de tuna.
4. Investigar en futuros trabajos un método para el tratamiento previo que se debe de dar a la muestra de jugo de ***Opuntia ficus-indica*** en la determinación de Vitamina A y así evidenciar el valor real de este elemento en el producto.
5. Realizar en futuras investigaciones un proyecto que introduzca en la industria alimenticia la utilización del fruto de ***Opuntia ficus- indica*** para la fabricación de productos naturales tales como mermeladas, néctares, vinos y conservas y así diversificar las opciones para el consumo de esta fruta en la población Salvadoreña.

6. A la población en general consumir un vaso diario de jugo de tuna ya que posee numerosas propiedades nutricionales proporcionando a la dieta proteínas, carbohidratos, vitamina C, grasas calcio y potasio los cuales ayudan a cubrir en combinación con otros alimentos el requerimiento que el organismo necesita.

BIBLIOGRAFIA.

1. <http://www.abcia.com.mx/derivatizacion.html>. ABC, instrumentación analítica. Instrumento de derivatización. [Consultado 9 de Agosto de 2010]. Disponible en: <http://www.abcia.com.mx/derivatizacion.html>
2. Alonzo Bonilla W. Determinación del contenido de proteínas, grasas y sodio en sopas deshidratadas de mayor consumo en el área metropolitana de San Salvador. Trabajo de graduación Lic. en Química y Farmacia. San Salvador. Universidad de El Salvador; 1996.
3. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 14 ed. Estados Unidos.; 1984 Edición Estados Unidos.
4. Apoyos y Servicios a la comercialización agropecuaria (ASERCA). Mercado Mundial de la tuna. [Internet]. 1995. [Consultado el 30 de abril de 2010]. Disponible en: <http://www.aserca.gob.mx/secsa/estudios/tuna.pdf>.
5. Avilés Flores O, Morán Ortiz Ever Oswaldo. Evaluación de la capacidad clarificante, de la arcilla de Suchitoto Cinquera, en vino obtenido a partir de ***Hibiscus sabdariffa*** (flor de Jamaica). [Tesis doctoral] San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. graduación Lic. en Química y Farmacia. San Salvador. Universidad de El Salvador; 2009.
6. Badui Dergal, S. Química de los alimentos. Mexico, D.F.: Grupo Editorial Herdez, S.A de C.V; 1982.

7. Cabrera Mendoza Lorena, Perlera Aguilar Ana Elizabeth. Evaluación de la capacidad de clarificación de la arcilla de la zona de Texistepeque, en vino obtenido a partir de ***Hibiscus sabadariffa*** (flor de Jamaica). [Trabajo de graduación Lic. en Química y Farmacia]. San salvador, El Salvador Universidad de El Salvador; 2009.
 8. Carle Reinhold, Mohammer Markus, Stintzing Florian. Evaluación de diferentes métodos para la producción de jugos concentrados y polvo liofilizado del fruto del cactus. Elsevier. 2006. [Consultado 9 de marzo de 2010]; (7):[275-267]. Disponible en:
<http://infolib.hua.edu.vn/Fulltext/ChuyenDe/ChuyenDe07/CDe230/6.pdf>
 9. Cassano Alfredo, Conidi C, Drioli Enrico. Parámetros físico-químicos del jugo clarificado del fruto del cactus (***Opuntia ficus-indica***) por procesos de micro filtración y ultra filtración. Elsevier Science. 2010. [Consultado 9 de marzo de 2010]; (3): [1101 -1104] Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science>.
 10. Cerezal, P y otros. 2005. Algunas características de tunas (***Opuntia ficus-indica***) cosechadas en el altiplano andino de la segunda región de Chile.
 11. Fawzy Ramadan Mohammed. Aceites del fruto del cactus (***Opuntia ficus-indica***). Elsevier Science. 2002. [Consultado 25 de febrero de 2010]: [339-345]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science>.
- Mejía Castro Carlos, Sosa López Arlindo. Estudio Anatómico, Morfológico y Fitoquímico del “nopal” (*Nopalea coccenellifera*), como Recurso Natural

explotable. [Trabajo de tesis Lic. en Biología]. San Salvador, Universidad de El Salvador; 1995.

12. http://es.mt.com/es/es/home/products/Laboratory_Weighing_Solutions/Moisture_Analyzer/HB43-S_1.htm. MT. Analizador halógeno de humedad MT. Analizador de halógeno de humedad [consultado el 9 de agosto de 2010]. Disponible en: http://es.mt.com/es/es/home/products/Laboratory_Weighing_Solutions/Moisture_Analyzer/HB43-S_1.htm.
13. Osborne DR. Análisis de los nutrientes de los alimentos. Zaragoza: Editorial Acribia S.A; 1986.
14. portalfitness.com. Tabla de requerimientos diarios de vitaminas. [consultado el 8 de Julio de 2010].
Disponible en: http://www.portalfitness.com/nutricion/Tabla_vitaminas.htm
15. portalfitness.com. Ingesta de calorías en base a las medianas de alturas y pesos. [consultado el 8 de Julio de 2010].
Disponible en: http://www.portalfitness.com/nutricion/Tabla_vitaminas.htm
16. Torregrosa Verdù Fernando. Determinación de vitamina C y carotenoides en zumos de frutas y hortalizas frescos, tratados por calor o por pulsos eléctricos de alta intensidad (peai) [tesis doctoral]. Valencia, España. Universidad de Valencia. [Consultado 5 de julio de 2010]. Disponible en: www.tesisenxarxa.net/TDX-0301107.../index.html.

17. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales. 2005 [acceso 10 de mayo de 2010]. Disponible en:<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomía/2006228/teoría/>
18. Rodríguez Verónica. Estudio de las propiedades fisicoquímicas y reológicas de los jugos concentrados de tuna Villanueva (*Opuntia ficus- indica*) y Cardona (*Opuntia streptacantha*) y sus cambios debido al almacenamiento [tesis doctoral]. Puebla, Universidad de las Américas Puebla; 2007.
19. http://www.inta.gov.ar/altovalle/info/biblo/rompecabezas/pdfs/fyd48_Inta.go. Análisis Sensorial de los Alimentos. [Consultado en línea el 10 de noviembre de 2010]. Disponible en:
<http://www.inta.gov.ar/altovalle/info/biblo/rompecabezas/pdfs/fyd48>
20. WATT JEFFERY; Elías “Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos”. Universidad de Monitoba. Winnipeg-Monitoba Canadá, 1992 [Consultado el 9 de Noviembre de 2010]. Disponible en:
<http://dcfernandezmudc.tripod.com/referencias.htm>
24. <http://es.wikipedia.org/wiki/Enanti%C3%B3mero> Wikipedia. Enantiomero. [Cosultado el 3 de febrero de 2011]. Disponible en:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Enanti%C3%B3mero>
25. <http://es.wikipedia.org/wiki/Escabeche> [Consultado el 3 de febrero de 2011]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Escabeche>

25. http://es.wikipedia.org/wiki/Erosi%C3%B3n_e%C3%B3lica. [Consultado el 3 de febrero de 2011].
Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Erosi%C3%B3n_e%C3%B3lica
26. <http://es.wikipedia.org/wiki/Flav%C3%B3ido> Wikipedia. Flavedo. [Cosultado el 3 de febrero de 2011]. Disponible en:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Enanti%C3%B3mero>
27. <http://es.wikipedia.org/wiki/Mioglobina>. [Consultado el 7 de febrero de 2011]
Disponible en : <http://es.wikipedia.org/wiki/Mioglobina>
28. <http://es.wikipedia.org/wiki/erosi%C3%B3n>. Erosión [Consultado el 7 de febrero de 2011] Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/erosi%C3%B3n>
29. Wikipedia 2011. Seto [Consultado el 7 de febrero de 2011]. Disponible en:[http://es.wikipedia.org/wiki/Seto_\(barrera\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Seto_(barrera))
30. http://es.wikipedia.org/wiki/Planta_oleaginosa [Consultado 7 de Febrero de 2011]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Planta_oleaginosa
31. <http://es.wikipedia.org/wiki/lixiviaci%C3%B3n> [Consultado 7 de Febrero de 2011].
Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/lixiviaci%C3%B3n>
32. <http://es.wikipedia.org/wiki/papelografo> [Consultado 7 de Febrero de 2011]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/papelografo>
33. <http://es.wikipedia.org/wiki/pectina> [Consultado 7 de Febrero de 2011].
Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/pectina>
34. <http://es.wikipedia.org/wiki/quiral> [Consultado 7 de Febrero de 2011].
Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/quiral>

35. <http://es.wikipedia.org/salmuera> [Consultado 7 de Febrero de 2011].

Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/salmuera>

36. <http://es.wikipedia.org/wiki/zumo> [Consultado 7 de Febrero de 2011].

Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/zumo>

37. <http://es.wikipedia.org/wiki/albedo> [Consultado 7 de Febrero de 2011].

Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/albedo>.

GLOSARIO

ABREBOLSAS: Dispositivo para abrir bolsas⁽²¹⁾

AIRE OCLUIDO: Microscópicas burbujas de aire (por lo general esféricas de 0,1 a 1 mm de diámetro) del hormigón o mortero, introducidas intencionalmente durante la mezcla.

ALBEDO: Tejido blanco de la cáscara en los frutos cítricos.⁽³⁷⁾

AMINOACIDOS ESENCIALES: Cada uno de los aminoácidos que el organismo no puede sintetizar y que deben estar incluidos en la dieta alimenticia.

ENANTIÓMERO: En química se dice que dos estereoisómeros son enantiómeros (o isómeros ópticos) si la imagen especular de uno no puede ser superpuesta con la del otro. Dicho de otra forma: un enantiómero es una imagen especular no superponible consigo misma, como las dos manos de una persona. :

EJEMPLO DE ENANTIÓMEROS: (R) Y (S)-1-BROMO-1-CLOROETANO.⁽²⁴⁾

EROSION EOLICA: La erosión eólica es el desgaste de las rocas o la remoción del suelo debido a la acción del viento ⁽³⁰⁾

EROSION: Desgaste de una superficie producido por fricción o roce: la puerta ha producido una erosión en el parqué.

Desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, como el agua o el viento.⁽³⁰⁾

ERRATICO(A): adj. Vagabundo, ambulante, sin domicilio cierto.

ESCABECHE: Salsa o adobo que se hace con aceite frito, vino o vinagre, hojas de laurel y otros ingredientes, para conservar y hacer sabrosos los pescados y otros alimentos. Alimento conservado en esta salsa.⁽²⁵⁾

EUSTAQUIO, TROMPA DE: Conducto, propio de muchos vertebrados, que pone en comunicación el oído medio con la faringe. En el hombre tiene unos 40 ó 50 mm de longitud.⁽³¹⁾

FLAVEDO: Es la parte externa del exocarpo de un hesperidio, o sea, la superficie de la piel de un cítrico. Estos exocarpos tienen un interior esponjoso y blanquisco o albedo y un exterior rugoso, lustroso y coloreado o flavedo.

Tejido de color amarillo de la cáscara de los cítricos.⁽²⁶⁾

JUGO: Zumo de las sustancias animales o vegetales sacado por presión, cocción o destilación. Parte provechosa, útil y sustancial de cualquier cosa material o inmaterial.⁽³⁾

LIXIVIACION: Tratar una sustancia compleja, como un mineral, con un disolvente adecuado para separar sus partes solubles de las insolubles.⁽³¹⁾

METODO DE SECADO POR INFRARROJOS: El infrarrojo (IR) funciona de la misma manera que el calor del sol. A diferencia de los secadores convencionales sólo se calienta la masa sólida o líquida y no el aire circundante que permanece frío.

De este modo, la humedad evaporada es absorbida y eliminada por el aire frío.⁽²⁰⁾

PAPELOGRAFO: Consiste en una tabla a la que se le coloca papel como de 0,50 m. por 1 m y se monta sobre un trípode.⁽³²⁾

PECTINA: Polisacárido vegetal que se halla disuelto en el jugo de muchos frutos maduros y que, tratado químicamente, se utiliza en la industria alimentaria para dar consistencia a mermeladas y gelatinas: pectina de limón.⁽³³⁾

QUIRAL: La quiralidad es la propiedad de un objeto de no ser superponible con su imagen especular. Como ejemplo sencillo, la mano izquierda humana no es superponible con su imagen especular (la mano derecha). Como contraejemplo, un cubo o una esfera sí son superponibles con sus respectivas imágenes especulares.⁽³⁴⁾

SALMUERA: La salmuera es agua con una alta concentración de sal disuelta (NaCl). Existen ríos y lagos salados en donde no hay vida por el exceso de sal y de donde se extrae la salmuera, principalmente para obtener su sal evaporando el agua en salinas.⁽³⁵⁾

Líquido preparado con sal y, a veces, otros condimentos, en el que se conservan alimentos: salmuera de las aceitunas.⁽²⁸⁾

ZUMO: Líquido de las hierbas, flores, frutas u otras cosas semejantes, que se saca exprimiéndolas o majándolas.⁽³⁶⁾

ANEXOS

ANEXO N° 1

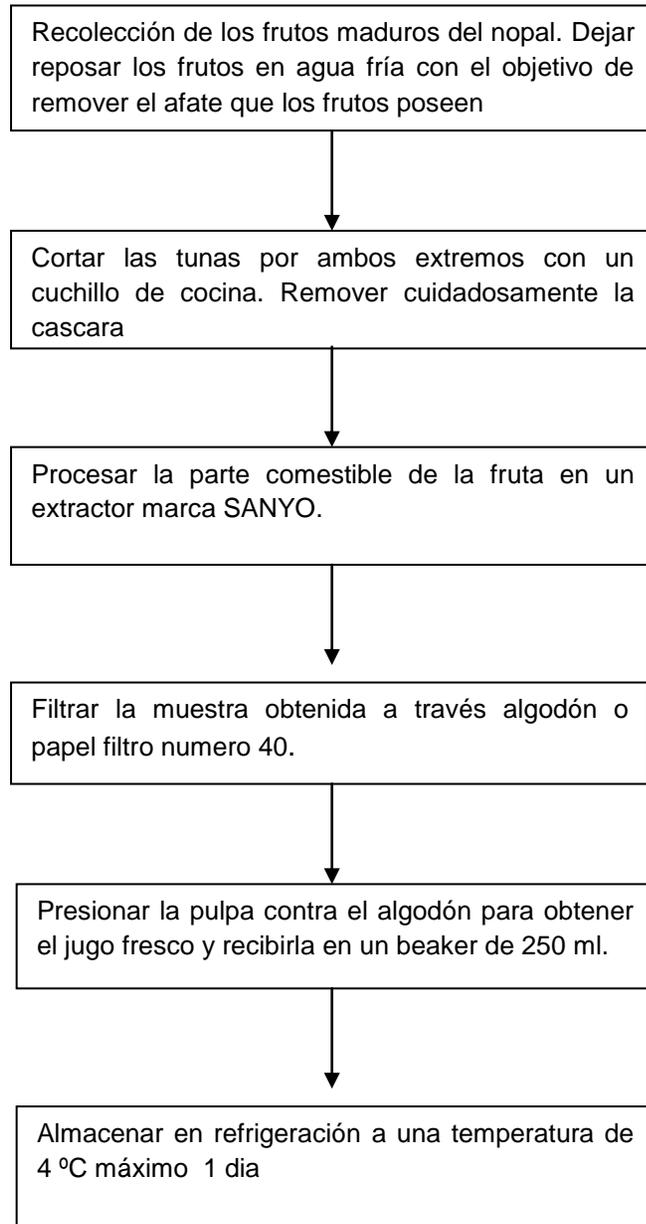


Figura N° 7: Preparación de los sistemas de estudio

ANEXO N° 2

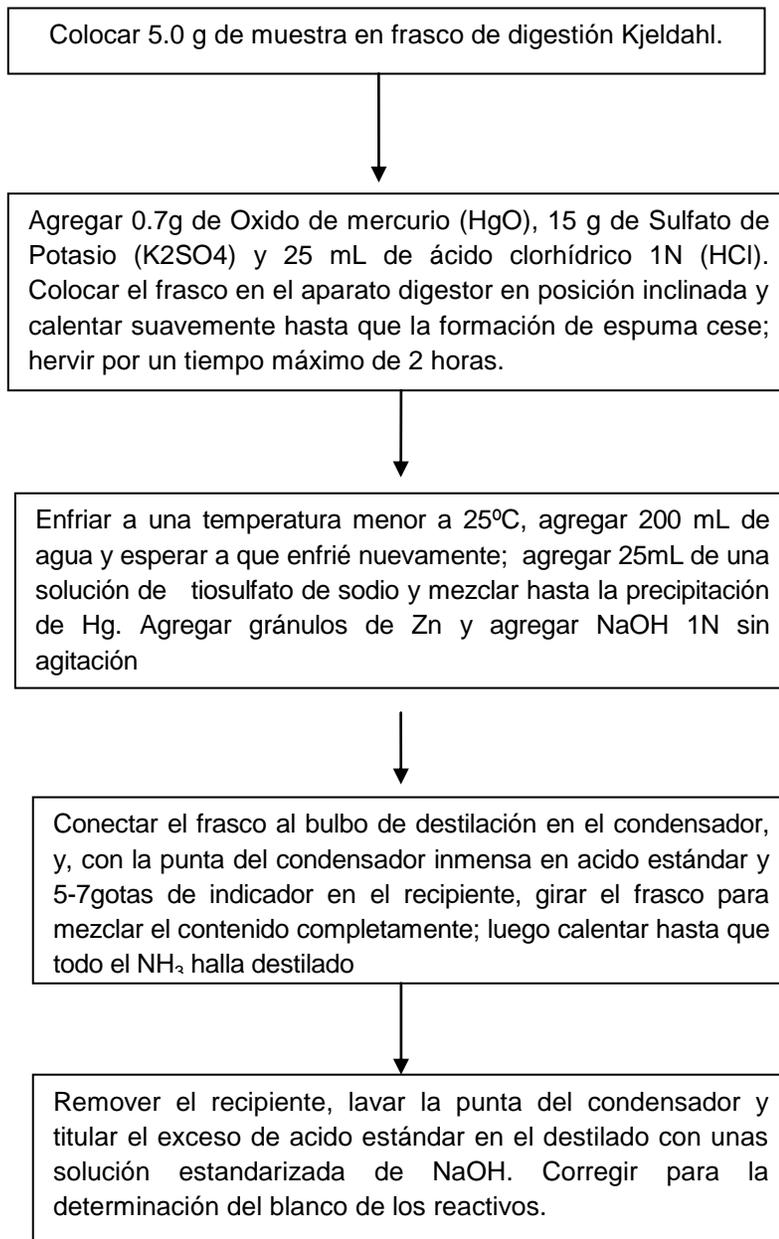


Fig. N° 8: Esquema de la digestión del jugo de tuna para determinación de Proteínas por método Kjeldahl

Determinar el Porcentaje de Nitrógeno mediante la siguiente formula:

$$\%N = \frac{(\text{mL ácido estandar} \times \text{normalidad del ácido}) - (\text{mL NaOH estandar} \times \text{normalidad}) \times 1.4007}{\text{mL de la muestra}}$$

Determinar el contenido de Proteína en la muestra de jugo de tuna multiplicando en %N por el Factor de Proteína (6.25). (3)

Fig. N° 8: Esquema de la digestión del jugo de tuna para determinación de Proteínas por método Kjeldahl

be used to adsorb liquid fertilizer materials. Add powdered sucrose when necessary (see E). Calibrate instrument with reference material, such as uric acid, before analyzing fertilizer materials. Check for instrument analytical drift and chemical reagent failure by analyzing instrument system blank periodically during analysis. Increase in blank value indicates chemical reagent failure or incomplete combustion. Recalibrate instrument with reference material whenever instrument parameters change significantly as noted by change in analytical time sequence for completed analyses. Always check for correct calibration and recalibrate, if necessary, whenever instrument's sealed combustion system is exposed to atmosphere.

Reference: *J. AOAC Int.* 77, 829(1994).

Revised: March 1997

2.4.03

AOAC Official Method 955.04
Nitrogen (Total) in Fertilizers
Kjeldahl Method
First Action 1965
Final Action
Codex-Adopted-AOAC Method

(Provide adequate ventilation in laboratory and do not permit accumulation of exposed Hg.)

A. Reagents

- (a) *Sulfuric acid*.—93–98% H₂SO₄, N-free.
- (b) *Mercuric oxide or metallic mercury*.—HgO or Hg, reagent grade, N-free.
- (c) *Potassium sulfate (or anhydrous sodium sulfate)*.—Reagent grade, N-free.
- (d) *Salicylic acid*.—Reagent grade, N-free.
- (e) *Sulfide or thiosulfate solution*.—Dissolve 40 g commercial K₂S in 1 L H₂O. (Solution of 40 g Na₂S or 80 g Na₂S₂O₃·5H₂O in 1 L may be used.)
- (f) *Sodium hydroxide*.—Pellets or solution, nitrate-free. For solution, dissolve ca 450 g solid NaOH in H₂O, cool, and dilute to 1 L. (Specific gravity of solution should be ≥1.36.)
- (g) *Zinc granules*.—Reagent grade.
- (h) *Zinc dust*.—Impalpable powder.
- (i) *Methyl red indicator*.—Dissolve 1 g methyl red in 200 mL alcohol.
- (j) *Hydrochloric standard solution*.—0.5M, or 0.1M when amount of N is small, or (sulfuric acid)—0.25M or 0.05M when amount of N is small. Prepare as in 936.15 (see A.1.06) or 890.01A (see A.1.14).
- (k) *Sodium hydroxide standard solution*.—0.1M (or other specified concentration). Prepare as in 936.16 (see A.1.12).

Standardize each standard solution with primary standard (see Appendix A, standard solutions) and check one against the other. Test reagents before use by blank determination with 2 g sugar, which ensures partial reduction of any nitrates present.

[*Caution*: Use freshly opened H₂SO₄ or add dry P₂O₅ to avoid hydrolysis of nitriles and cyanates. Ratio of salt to acid (w:v) should be ca 1:1 at end of digestion for proper temperature control. Digestion may be incomplete at lower ratio; N₂ may be lost at higher ratio. Each g fat consumes 10 mL H₂SO₄, and each g carbohydrate 4 mL H₂SO₄ during digestion.]

B. Apparatus

(a) *For digestion*.—Use Kjeldahl flasks of hard, moderately thick, well-annealed glass with total capacity ca 500–800 mL. Conduct digestion over heating device adjusted to bring 250 mL H₂O at 25°C to rolling boil in ca 5 min or other time as specified in method. To test heaters, preheat 10 min if gas or 30 min if electric. Add 3–4 boiling chips to prevent superheating.

(b) *For distillation*.—Use 500–800 mL Kjeldahl or other suitable flask, fitted with rubber stopper through which passes lower end of efficient scrubber bulb or trap to prevent mechanical carryover of NaOH during distillation. Connect upper end of bulb tube to condenser tube by rubber tubing. Trap outlet of condenser in such way as to ensure complete absorption of NH₃ distilling over into acid in receiver.

C. Improved Method for Nitrate-Free Materials

Place weighed test portion (0.7–2.2 g) in digestion flask. Add 0.7 g HgO or 0.65 g metallic Hg, 15 g powdered K₂SO₄ or anhydrous Na₂SO₄, and 25 mL H₂SO₄. If test portion >2.2 g is used, increase H₂SO₄ by 10 mL for each g test portion. Place flask in inclined position and heat gently until frothing ceases (if necessary, add small amount of paraffin to reduce frothing); boil briskly until solution clears and then ≥30 min longer (2 h for test samples containing organic material).

Cool, add ca 200 mL H₂O, cool <25°C, add 25 mL of the sulfide or thiosulfate solution, and mix to precipitate Hg. Add few Zn granules to prevent bumping, tilt flask, and add layer of NaOH without agitation. (For each 10 mL H₂SO₄ used, or its equivalent in diluted H₂SO₄, add 15 g solid NaOH or enough solution to make contents strongly alkaline.) (Thiosulfate or sulfide solution may be mixed with the NaOH solution before addition to flask.) Immediately connect flask to distilling bulb on condenser, and, with tip of condenser immersed in standard acid and 5–7 drops indicator in receiver, rotate flask to mix contents thoroughly; then heat until all NH₃ has distilled (≥150 mL distillate). Remove receiver, wash tip of condenser, and titrate excess standard acid in distillate with standard NaOH solution. Correct for blank determination on reagents.

When standard HCl is used:

$$\text{Percent N} = [(\text{mL standard acid} \times \text{molarity acid}) - (\text{mL standard NaOH} \times \text{molarity NaOH})] \times 1.4007/\text{g test portion}$$

When standard H₂SO₄ is used:

$$\text{Percent N} = [(\text{mL standard acid} \times 2 \times \text{molarity acid}) - (\text{mL standard NaOH} \times \text{molarity NaOH})] \times 1.4007/\text{g test portion}$$

Reference: *JAOC* 38, 56(1955).

D. Improved Kjeldahl Method for Nitrate-Containing Samples

(Not applicable to liquids or to materials with high Cl:NO₃ ratio.) Place weighed test portion (0.7–2.2 g) in digestion flask. Add 40 mL H₂SO₄ containing 2 g salicylic acid. Shake until thoroughly mixed and let stand, with occasional shaking, ≥30 min; then add (1) 5 g Na₂S₂O₃·5H₂O or (2) 2 g Zn dust (as impalpable powder, not granulated Zn or filings). Shake and let stand 5 min; then heat over

Fig. N° 9: Procedimiento de Determinación de Proteína según la AOAC

low flame until frothing ceases. Turn off heat, add 0.7 g HgO (or 0.65 g metallic Hg) and 15 g powdered K_2SO_4 (or anhydrous Na_2SO_4), and boil briskly until solution clears, then ≥ 30 min longer (2 h for test samples containing organic material).

Proceed as in second paragraph of C.

Reference: *JAOAC* 51, 446(1968).

CAS-7727-37-9 (nitrogen)

* Adopted as a Codex Reference Method (Type) for Kjeldahl digestion of protein in vegetable and soy products.

Revised: March 1997

2.4.04

AOAC Official Method 970.02 Nitrogen (Total) in Fertilizers Comprehensive Nitrogen Method First Action 1970 Final Action 1975

(Applicable to all fertilizer materials.)

- (a) *Chromium metal*.—100 mesh, low N.
(b) *Alundum*.—Boiling stones. 8–14 mesh.
(c) *Dilute sulfuric acid*.—Slowly add 625 mL H_2SO_4 to 300 mL H_2O . Dilute to ca 1 L and mix. After cooling, dilute to 1 L with H_2O and mix. Avoid absorption of NH_3 from air during preparation, particularly if stream of air is used for mixing.
(d) *Sodium thiosulfate or potassium sulfide solution*.—160 g $Na_2S_2O_5 \cdot 5H_2O/L$ or 80 g K_2S/L .
For other reagents, see 955.04A (see 2.4.03).

B. Determination

Place 0.2–2.0 g test portion containing ≤ 60 mg nitrate N in 500–800 mL Kjeldahl flask and add 1.2 g Cr powder. Add 35 mL H_2O or, with liquids, amount to make total volume 35 mL. Let stand 10 min with occasional gentle swirling to dissolve all nitrate salts. Add 7 mL HCl and let stand ≥ 30 s but ≤ 10 min.

Place flask on preheated burner with heat input set at 7.0–7.5 min boil test, 955.04B(a) (see 2.4.03). After heating 3.5 min, remove from heat and let cool.

Add 22 g K_2SO_4 , 1.0 g HgO, and few granules Alundum. Add 40 mL dilute H_2SO_4 , A(c). (If adequate ventilation is available, 25 mL H_2SO_4 may be added instead of dilute H_2SO_4 . If organic matter which consumes large amount of acid exceeds 1.0 g, add additional 1.0 mL H_2SO_4 for each 0.1 g organic matter in excess of 1.0 g.)

Place flask on burners set at 5 min boil test. (Preheated burners reduce foaming with most test solutions. Reduce heat input if foam fills $\geq \frac{1}{2}$ of bulb of flask. Use variable heat input until this phase is past.) Heat at 5 min boil test until dense white fumes of H_2SO_4 clear bulb of flask. Digestion is now complete for materials containing ammoniacal, nitrate, and urea N. For other materials, swirl flask gently and continue digestion 60 min more.

Proceed as in 955.04C (see 2.4.03), second paragraph, substituting A(d) for 955.04A(e) (see 2.4.03).

References: *JAOAC* 53, 450(1970); 57, 10(1974); 68, 441(1978).

CAS-7727-37-9 (nitrogen)

2.4.05

AOAC Official Method 978.02 Nitrogen (Total) in Fertilizers Modified Comprehensive Nitrogen Method First Action 1978 Final Action 1984

(Applicable to all fertilizer materials.)

A. Reagents

See 955.04A(a), (c), (f), and (i)–(k) (see 2.4.03), 970.02A(a), (b) (see 2.4.04), and in addition:

Copper sulfate pentahydrate (or anhydrous copper sulfate).—Reagent grade, N-free.

B. Determination

Proceed as in 970.02B (see 2.4.04), paragraphs 1 and 2, using 0.2–1.6 g test portion. For materials containing organics other than urea or urea-form, use ≥ 0.5 g test portion.

Add 15 g K_2SO_4 or 12 g anhydrous Na_2SO_4 , 0.4 g anhydrous $CuSO_4$ or 0.6 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, and ca 0.8 g Alundum granules. Add 37 mL H_2SO_4 (1 + 1). (If adequate ventilation is available, 20 mL H_2SO_4 may be added instead of H_2SO_4 [1 + 1]. If organic matter other than urea exceeds 1.0 g, add additional 1.0 mL H_2SO_4 for each 0.1 g fat or 0.2 g other organic matter in excess of 1.0 g.)

Proceed as in 970.02B (see 2.4.04), paragraph 4, substituting 75 min for 60 min in last sentence.

Cool flask until it can be handled without gloves, and add ca 250 mL H_2O . Swirl to dissolve contents, and cool $< 25^\circ C$. Add ca 0.8 g Alundum granules to minimize bumping, tilt flask, and add layer of NaOH without agitation. (For each 10 mL H_2SO_4 used, or its equivalent in H_2SO_4 [1 + 1], add 15 g solid NaOH or enough solution to make contents strongly alkaline.) Proceed as in 955.04C (see 2.4.03), paragraph 2, beginning "Immediately connect flask to distilling bulb . . .".

Reference: *JAOAC* 61, 299(1978).

CAS-7727-37-9 (nitrogen)

2.4.06

AOAC Official Method 970.03 Nitrogen (Total) in Fertilizers Raney Powder Method First Action 1970 Final Action 1975

(Applicable to all fertilizer materials except "nitric phosphates" containing nonsulfate S.)

A. Reagents

(a) *Raney catalyst powder No. 2813*.—50% Ni, 50% Al (W.R. Grace & Co., Davison Chemical Division, 10 E Baltimore St, Baltimore, MD 21203). (Caution: Raney catalyst powders react slowly in H_2O or moist air to form alumina; avoid prolonged contact with air or moisture during storage or use.)

(b) *Sulfuric acid–potassium sulfate solution*.—Slowly add 200 mL H_2SO_4 to 625 mL H_2O and mix. Without cooling, add 106.7 g K_2SO_4 and continue stirring until all salt dissolves. Dilute to ca 1 L and mix. Cool, dilute to 1 L with H_2O , and mix. Avoid absorption of NH_3 from air during preparation particularly if stream of air is used for mixing.

Fig. N° 9: Procedimiento de Determinación de Proteína según la AOAC

ANEXO N° 3

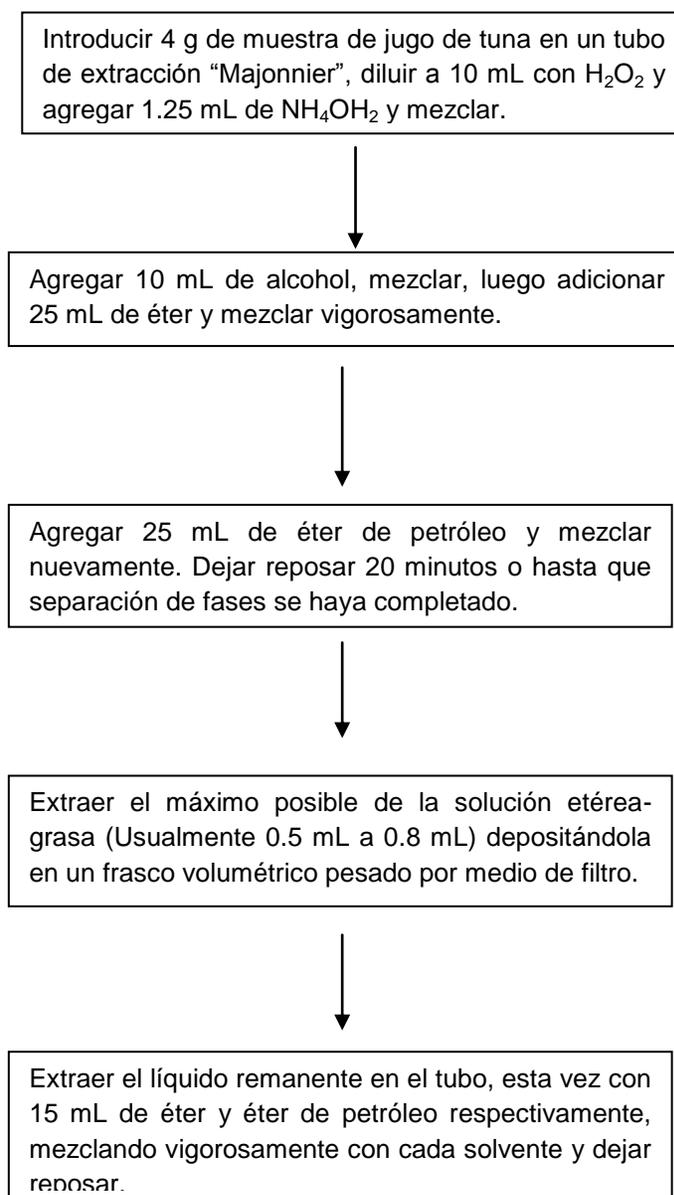


Fig. Nº 10: Determinación de Grasa Total (Roese Gottlieb)

Proceder como se realizó en el paso 5 lavando la boca del tubo y filtrar con una cantidad de mezcla que contenga partes iguales de los dos solventes (éter y éter de petróleo).



Realizar el calculo con la formula siguiente



$$\text{Grasa (\%)} = \left[\frac{W_2 - (W_3 + W_4)}{W_1} \right] \times 100$$

Donde: W_1 = Peso (g) de la muestra

W_2 = Peso (g) del matraz + la grasa extraída

W_3 = Peso (g) del matraz después de eliminar la grasa

W_4 = Peso (g) del producto extraído presente en el blanco

Fig. Nº 10: Determinación de Grasa Total (Roese Gottlieb)

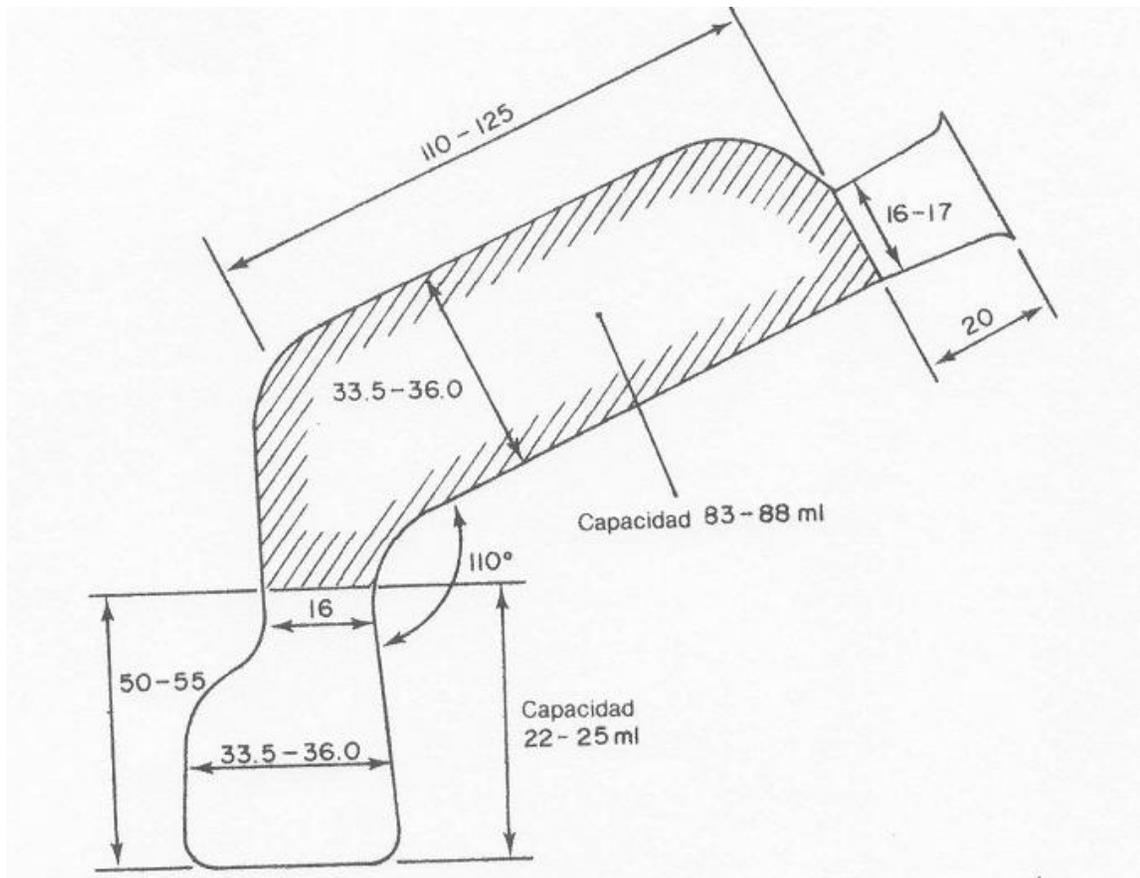
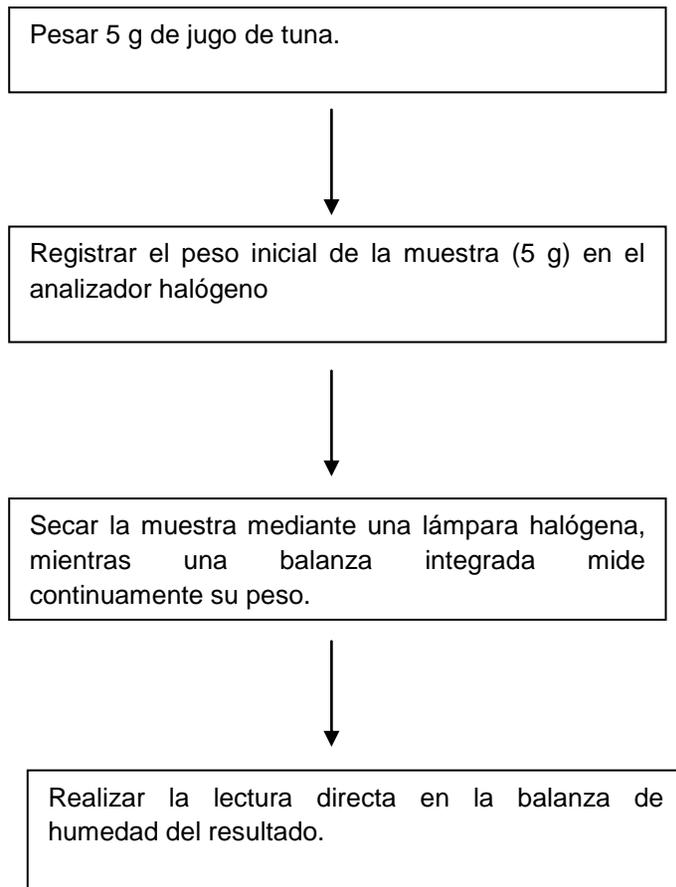


Fig. Nº12 Tubo de extracción de Mojonnier (dimensiones en milímetros)

ANEXO N° 4



**Fig. N° 13 Esquema de la Determinación de Humedad:
Analizador Halógeno**

ANEXO N° 5

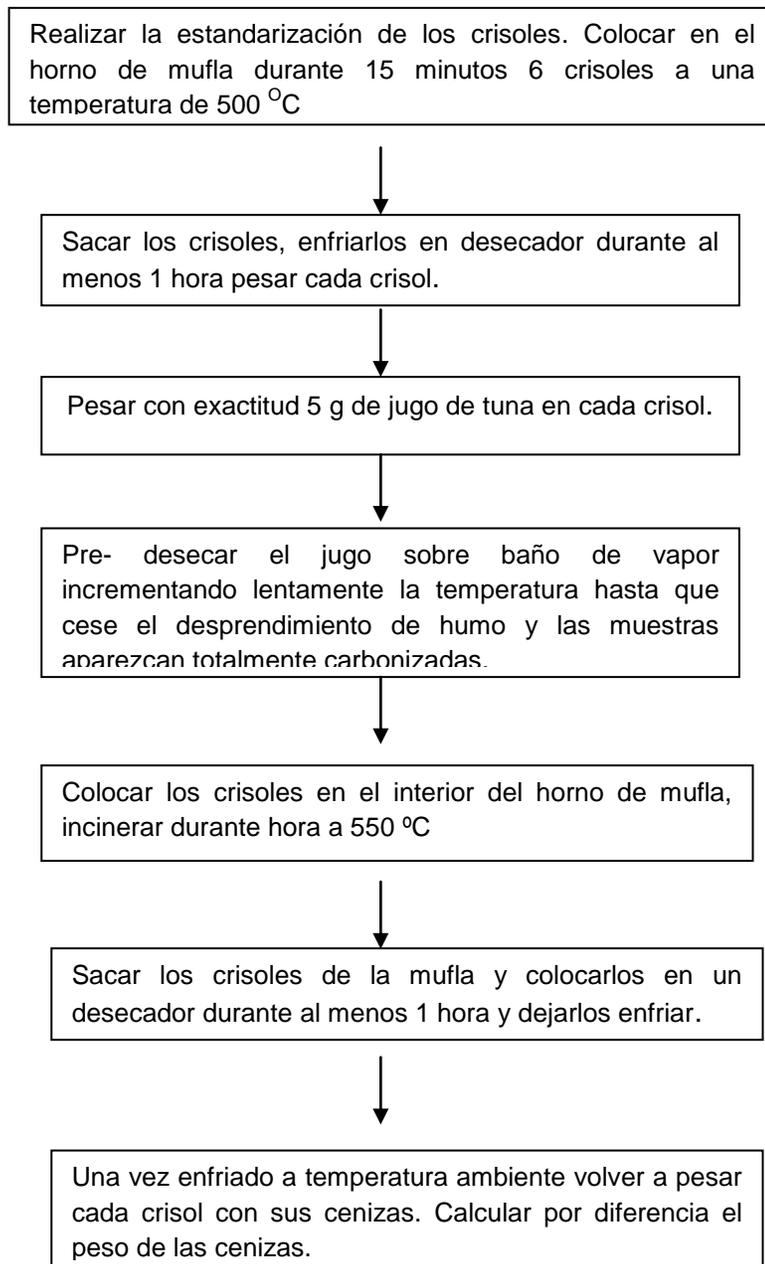
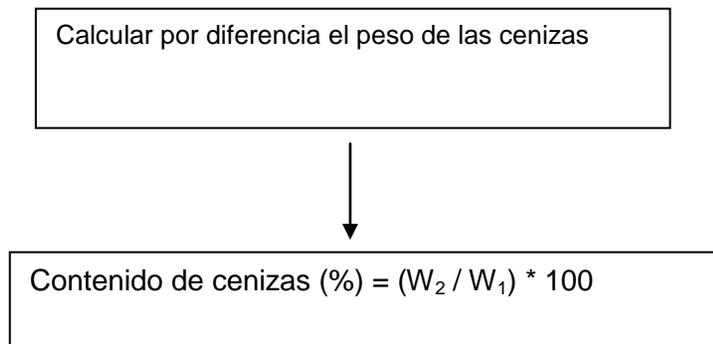


Fig. Nº 14 Procedimiento para la determinación de Cenizas en el jugo de tuna.

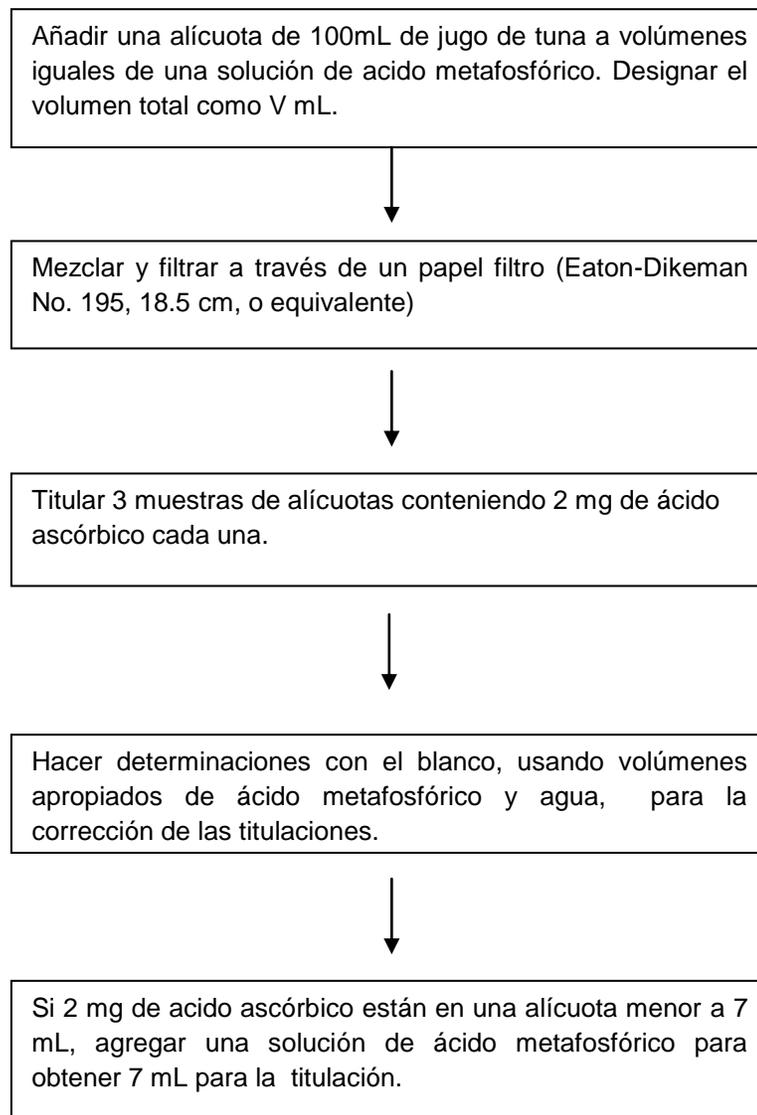


Donde: W_1 = Peso (g) de la muestra.

W_2 = Peso (g) de las cenizas.

Fig. N° 14 Procedimiento para la determinación de Cenizas en el jugo de tuna.

ANEXO N° 6



**Fig. Nº 15 Marcha para la determinación de vitamina C (Acido ascórbico)
en el jugo de tuna. Método de AOAC**

Determinar los mg de ácido ascórbico según la siguiente fórmula:



$$\text{mg de ácido ascórbico} / 100 \text{ g} = (X-B) \times (F/E) \times (V/Y)$$

Donde:

X = mL de muestra que se titularon

B = mL de la muestra del blanco titulados

F = mg de ácido ascórbico equivalentes a 1.0 mL de solución estándar de indofenol.

E = gramos de muestra.

V = volumen inicial de la solución de ensayo.

Y = volumen de la alícuota titulada

**Fig. N° 15 Marcha para la determinación de vitamina C (Ácido ascórbico)
en el jugo de tuna. Método de AOAC**

measured spectrophotometrically. Niacin does not interfere unless present at 3 times concentration of amide.

B. Reagents

(a) *Cyanogen bromide solution*.—10%. See 961.14A(e) (see 45.1.10). Let come to room temperature before use.

(b) *Potassium dihydrogen phosphate solutions*.—(1) 3%.—Dissolve and dilute 30 g KH_2PO_4 to 1 L with H_2O . (2) 0.3%.—Dilute solution (1) with H_2O (1 + 9).

(c) *Barbituric acid buffered solution*.—Prepare volume required for each batch of assays by adding 2 g reagent grade barbituric acid to each 100 mL 3% KH_2PO_4 solution. Stir mechanically 1 h and filter before use.

(d) *Niacinamide standard solutions*.—(1) *Stock solution*.—250 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Dissolve and dilute 50 mg USP Niacinamide Reference Standard to 200 mL with 60% alcohol. Store at ca 10°C . (2) *Working solution*.—5 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Let small portion stock solution warm to room temperature. Dilute 2 mL to 100 mL with 0.3% KH_2PO_4 solution.

C. Preparation of Test Samples

Take 5 tablets or capsules or appropriate volume of liquid for each assay. Grind tablets to fine powder. Place accurately weighed test portion in Erlenmeyer (for sealed gelatin capsules, add ca 2 mL ethylene chloride to aid dispersion). Add volume 0.3% KH_2PO_4 solution equal in mL to at least twice mg niacinamide expected. If test portion is not readily soluble, shake to disperse and heat 15 min in boiling H_2O bath or in autoclave at 15 lb (104 kPa) pressure. Dilute to ca 5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ with 0.3% KH_2PO_4 solution. Filter if necessary.

D. Determination

Prepare separate test sample blank for each test sample by replacing CNBr with H_2O .

To 1 mL working standard solution or assay solution in spectrophotometer tube, add 0.5 mL CNBr solution, mix, stopper, and let stand 25–30 min. (To avoid standing >30 min when analyzing several test portions, allow regular interval of 1–2 min between additions of CNBr.) Add 10 mL barbituric acid solution and swirl. (If barbituric acid solution cannot be added after 30 min, transfer tubes to crushed ice bath to stabilize CNBr reaction.)

Set spectrophotometer to 0 A at 550 nm with appropriate blank in which CNBr is replaced by H_2O . Read A of reaction product at maximum color development (ca 2–4 min after addition of barbituric acid solution; color remains stable ca 1 min, then fades slowly).

$$\text{Niacinamide in original weight test portion taken, mg} = \frac{A \times 5 \times \text{dilution factor}}{A' \times 1000}$$

where A and A' refer to test and standard solution, respectively, and 5 = μg niacinamide/mL working standard solution. Report mg niacinamide/tablet, capsule, or g or mL of liquid.

References: *J. Pharm. Sci.* 50, 926(1961).
JAOAC 51, 828(1968).

CAS-98-92-0 (niacinamide)

© 2000 AOAC INTERNATIONAL

45.1.14

**AOAC Official Method 967.21
Ascorbic Acid
in Vitamin Preparations and Juices
2,6-Dichloroindophenol Titrimetric Method
First Action 1967
Final Action 1968**

(Applicable to determination of reduced ascorbic acid. Not applicable to highly colored juices or in presence of ferrous Fe, stannous Sn, cuprous Cu, SO_2 , sulfite, or thiosulfate. See Note.)

A. Principle

Ascorbic acid reduces oxidation-reduction indicator dye, 2,6-dichloroindophenol, to colorless solution. At end point, excess unreduced dye is rose pink in acid solution. Vitamin is extracted and titration performed in presence of $\text{HPO}_3\text{--CH}_3\text{COOH}$ or $\text{HPO}_3\text{--CH}_3\text{COOH--H}_2\text{SO}_4$ solution to maintain proper acidity for reaction and to avoid autoxidation of ascorbic acid at high pH.

B. Reagents

(a) *Extracting solutions*.—(1) *Metaphosphoric acid–acetic acid solution*.—Dissolve, with shaking, 15 g HPO_3 pellets or freshly pulverized stick HPO_3 in 40 mL CH_3COOH and 200 mL H_2O , dilute to ca 500 mL, and filter rapidly through fluted paper into glass-stoppered bottle. (HPO_3 slowly changes to H_3PO_4 , but if stored in refrigerator, solution remains satisfactory 7–10 days.) (2) *Metaphosphoric acid–acetic acid–sulfuric acid solution*.—Proceed as in (1), except use 0.15M H_2SO_4 in place of H_2O .

(b) *Ascorbic acid standard solution*.—1 mg/mL. Accurately weigh 50 mg USP Ascorbic Acid Reference Standard that has been stored in desiccator away from direct sunlight. Transfer to 50 mL volumetric flask. Dilute to volume immediately before use with $\text{HPO}_3\text{--CH}_3\text{COOH}$ solution, (a)(1).

(c) *Indophenol standard solution*.—Dissolve 50 mg 2,6-dichloroindophenol Na salt (Eastman Kodak Co. No. 3463), that has been stored in desiccator over soda lime, in 50 mL H_2O to which has been added 42 mg NaHCO_3 ; shake vigorously, and when dye dissolves, dilute to 200 mL with H_2O . Filter through fluted paper into amber glass-stoppered bottle. Keep stoppered, out of direct sunlight, and store in refrigerator. (Decomposition products that make end point indistinct occur in some batches of dry indophenol and also develop with time in stock solution. Add 5.0 mL extracting solution containing excess ascorbic acid to 15 mL dye reagent. If reduced solution is not practically colorless, discard, and prepare new stock solution. If dry dye is at fault, obtain new supply.)

Transfer three 2.0 mL aliquots ascorbic acid standard solution to each of three 50 mL Erlenmeyers containing 5.0 mL $\text{HPO}_3\text{--CH}_3\text{COOH}$ solution, (a)(1). Titrate rapidly with indophenol solution from 50 mL buret until light but distinct rose pink persists ≥ 5 s. (Each titration should require ca 15 mL indophenol solution, and titrations should check within 0.1 mL.) Similarly titrate 3 blanks composed of 7.0 mL $\text{HPO}_3\text{--CH}_3\text{COOH}$ solution, (a)(1), plus volume H_2O ca equal to volume indophenol solution used in direct titrations. After subtracting average blanks (usually ca 0.1 mL) from standardization titrations, calculate and express concentration of indophenol solution as mg ascorbic acid equivalent to 1.0 mL reagent. Standardize indophenol solution daily with freshly prepared ascorbic acid standard solution.

Fig. 16 Procedimiento para la Determinación de Vitamina C según AOAC

measured spectrophotometrically. Niacin does not interfere unless present at 3 times concentration of amide.

B. Reagents

(a) *Cyanogen bromide solution*.—10%. See 961.14A(e) (see 45.1.10). Let come to room temperature before use.

(b) *Potassium dihydrogen phosphate solutions*.—(1) 3%.—Dissolve and dilute 30 g KH_2PO_4 to 1 L with H_2O . (2) 0.3%.—Dilute solution (1) with H_2O (1 + 9).

(c) *Barbituric acid buffered solution*.—Prepare volume required for each batch of assays by adding 2 g reagent grade barbituric acid to each 100 mL 3% KH_2PO_4 solution. Stir mechanically 1 h and filter before use.

(d) *Niacinamide standard solutions*.—(1) *Stock solution*.—250 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Dissolve and dilute 50 mg USP Niacinamide Reference Standard to 200 mL with 60% alcohol. Store at ca 10°C . (2) *Working solution*.—5 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Let small portion stock solution warm to room temperature. Dilute 2 mL to 100 mL with 0.3% KH_2PO_4 solution.

C. Preparation of Test Samples

Take 5 tablets or capsules or appropriate volume of liquid for each assay. Grind tablets to fine powder. Place accurately weighed test portion in Erlenmeyer (for sealed gelatin capsules, add ca 2 mL ethylene chloride to aid dispersion). Add volume 0.3% KH_2PO_4 solution equal in mL to at least twice mg niacinamide expected. If test portion is not readily soluble, shake to disperse and heat 15 min in boiling H_2O bath or in autoclave at 15 lb (104 kPa) pressure. Dilute to ca 5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ with 0.3% KH_2PO_4 solution. Filter if necessary.

D. Determination

Prepare separate test sample blank for each test sample by replacing CNBr with H_2O .

To 1 mL working standard solution or assay solution in spectrophotometer tube, add 0.5 mL CNBr solution, mix, stopper, and let stand 25–30 min. (To avoid standing >30 min when analyzing several test portions, allow regular interval of 1–2 min between additions of CNBr.) Add 10 mL barbituric acid solution and swirl. (If barbituric acid solution cannot be added after 30 min, transfer tubes to crushed ice bath to stabilize CNBr reaction.)

Set spectrophotometer to 0 A at 550 nm with appropriate blank in which CNBr is replaced by H_2O . Read A of reaction product at maximum color development (ca 2–4 min after addition of barbituric acid solution; color remains stable ca 1 min, then fades slowly).

$$\text{Niacinamide in original weight test portion taken, mg} = \frac{A \times 5 \times \text{dilution factor}}{A' \times 1000}$$

where A and A' refer to test and standard solution, respectively, and 5 = μg niacinamide/mL working standard solution. Report mg niacinamide/tablet, capsule, or g or mL of liquid.

References: *J. Pharm. Sci.* 50, 926(1961).

JAOAC 51, 828(1968).

CAS-98-92-0 (niacinamide)

© 2000 AOAC INTERNATIONAL

45.1.14

AOAC Official Method 967.21 Ascorbic Acid in Vitamin Preparations and Juices 2,6-Dichloroindophenol Titrimetric Method First Action 1957 Final Action 1968

(Applicable to determination of reduced ascorbic acid. Not applicable to highly colored juices or in presence of ferrous Fe, stannous Sn, cuprous Cu, SO_2 , sulfite, or thiosulfate. See Note.)

A. Principle

Ascorbic acid reduces oxidation-reduction indicator dye, 2,6-dichloroindophenol, to colorless solution. At end point, excess unreduced dye is rose pink in acid solution. Vitamin is extracted and titration performed in presence of $\text{HPO}_3\text{-CH}_3\text{COOH}$ or $\text{HPO}_3\text{-CH}_2\text{COOH-H}_2\text{SO}_4$ solution to maintain proper acidity for reaction and to avoid autooxidation of ascorbic acid at high pH.

B. Reagents

(a) *Extracting solutions*.—(1) *Metaphosphoric acid-acetic acid solution*.—Dissolve, with shaking, 15 g HPO_3 pellets or freshly pulverized stick HPO_3 in 40 mL CH_3COOH and 200 mL H_2O , dilute to ca 500 mL, and filter rapidly through fluted paper into glass-stoppered bottle. (HPO_3 slowly changes to H_3PO_4 , but if stored in refrigerator, solution remains satisfactory 7–10 days.) (2) *Metaphosphoric acid-acetic acid-sulfuric acid solution*.—Proceed as in (1), except use 0.15M H_2SO_4 in place of H_2O .

(b) *Ascorbic acid standard solution*.—1 mg/mL. Accurately weigh 50 mg USP Ascorbic Acid Reference Standard that has been stored in desiccator away from direct sunlight. Transfer to 50 mL volumetric flask. Dilute to volume immediately before use with $\text{HPO}_3\text{-CH}_2\text{COOH}$ solution, (a)(1).

(c) *Indophenol standard solution*.—Dissolve 50 mg 2,6-dichloroindophenol Na salt (Eastman Kodak Co. No. 3463), that has been stored in desiccator over soda lime, in 50 mL H_2O to which has been added 42 mg NaHCO_3 ; shake vigorously, and when dye dissolves, dilute to 200 mL with H_2O . Filter through fluted paper into amber glass-stoppered bottle. Keep stoppered, out of direct sunlight, and store in refrigerator. (Decomposition products that make end point indistinct occur in some batches of dry indophenol and also develop with time in stock solution. Add 5.0 mL extracting solution containing excess ascorbic acid to 15 mL dye reagent. If reduced solution is not practically colorless, discard, and prepare new stock solution. If dry dye is at fault, obtain new supply.)

Transfer three 2.0 mL aliquots ascorbic acid standard solution to each of three 50 mL Erlenmeyers containing 5.0 mL $\text{HPO}_3\text{-CH}_2\text{COOH}$ solution, (a)(1). Titrate rapidly with indophenol solution from 50 mL buret until light but distinct rose pink persists ≥ 5 s. (Each titration should require ca 15 mL indophenol solution, and titrations should check within 0.1 mL.) Similarly titrate 3 blanks composed of 7.0 mL $\text{HPO}_3\text{-CH}_2\text{COOH}$ solution, (a)(1), plus volume H_2O ca equal to volume indophenol solution used in direct titrations. After subtracting average blanks (usually ca 0.1 mL) from standardization titrations, calculate and express concentration of indophenol solution as mg ascorbic acid equivalent to 1.0 mL reagent. Standardize indophenol solution daily with freshly prepared ascorbic acid standard solution.

Fig. 16 Procedimiento para la Determinación de Vitamina C según AOAC

ANEXO N° 7

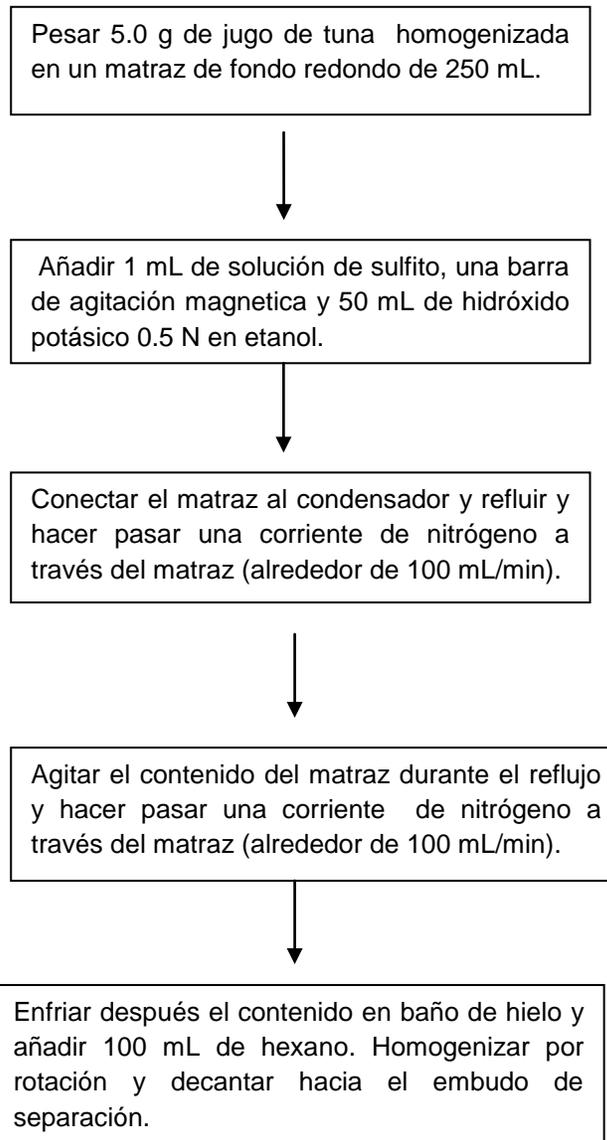


Fig. Nº 17 Determinación de Vitamina A: Método HPLC-FLC (Cromatografía Líquida de Alta Eficacia- Derivatización Post –columna),

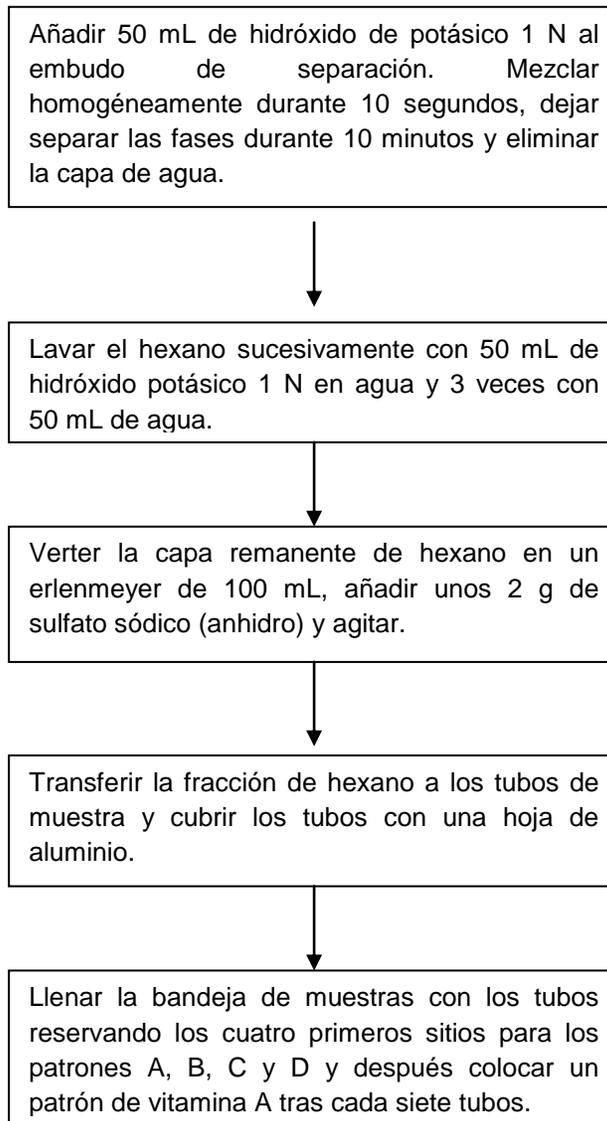
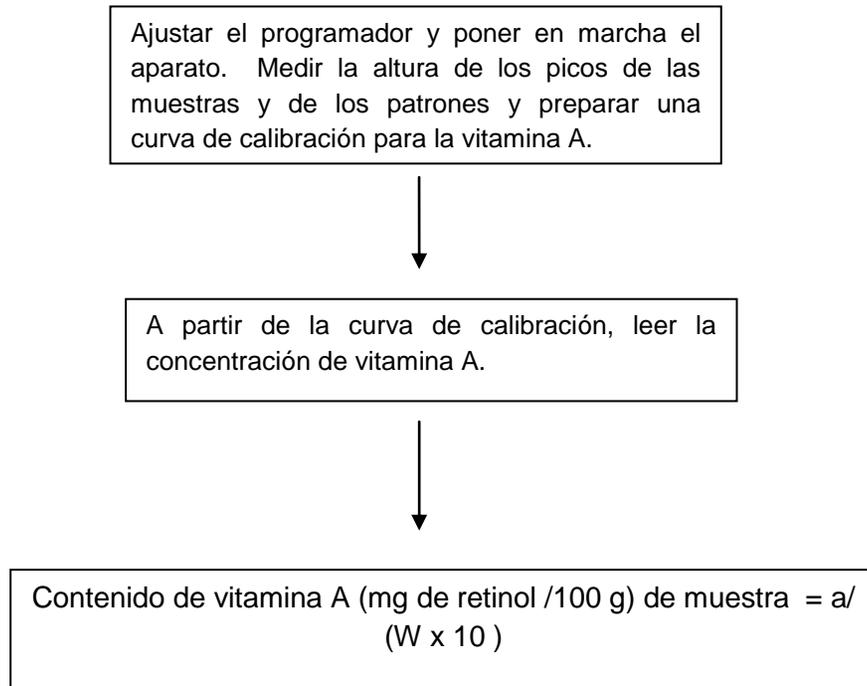


Fig. Nº 17 Determinación de Vitamina A: Método HPLC-FLC (Cromatografía Líquida de Alta Eficacia- Derivatización Post –columna).



Donde:

a = Valor de la concentración de los patrones ($\mu\text{g}/100 \text{ mL}$)

W = Peso (g) de la muestra

**Fig. N° 17 Determinación de Vitamina A: Método HPLC-FLC
(Cromatografía Líquida de Alta Eficacia- Derivatización Post –columna).**

Add HCl dropwise until opalescence disappears. Add 2 extra drops of HCl. Let solution cool to room temperature and then dilute to 100 mL with H₂O.

Depending on the expected content of P, accurately pipet 1.00–10.0 mL treated solution into 50 mL volumetric flask. Dilute to 15 mL with H₂O. Add 20 mL molybdate–ascorbic acid solution to test solution in 50 mL flask, and also to phosphorus standard solutions, C(j). Swirl contents carefully.

Place flasks in metal basket. Close each flask with stopper, inserting narrow filter paper strip at the stopper so that flask is not closed too tightly. Place lead wire or stainless steel nut on flask as a weight. Immerse metal basket in vigorously boiling water bath. Keep flasks in water bath exactly 15 min. Cool flasks under tap H₂O to 20–30°C, and then dilute contents to 50 mL with deionized H₂O and mix.

E. Determination

Transfer solutions from D to 1 cm cuvettes or flow-cell. Measure absorbance of each solution against reagent blank at 823 ± 1 nm. Measurement must be made within 1 h after the color reaction.

Construct standard curve by plotting absorbances against amounts of P in P standard solutions (0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, and 0.06 mg P). If absorbance of analyte exceeds absorbance of 0.06 mg P, repeat the color reaction, using smaller volume of treated solution.

F. Calculations

Calculate P content as P in test portion (g/100 g) as follows:

$$P, \text{ g/100 g} = 100 \times \frac{(V_2/V_1) \times P}{W}$$

where V₁ = volume of solution used in the color reaction, mL;
V₂ = volume of volumetric flask containing ash test portion,

100 mL; P = amount of P from standard curve corresponding to absorbance of analyte, mg; and W = weigh test portion, mg.

Report results with 2 significant figures (e.g., 1.2, 0.56, or 0.067 g/100 g).

Calculate P content as phosphatide (lecithin, g/100 g) as follows:

$$\text{Phosphatides, g/100 g} = 30 \times P \text{ (g/100 g)}$$

Calculate P content as P₂O₅, g/100 g as follows:

$$P_2O_5, \text{ g/100 g} = 2.29 \times P \text{ (g/100 g)}$$

References: *J. AOAC Int.* 77, 1557(1994); 79, 1408(1996).

Revised: March 1998

45.1.34

**AOAC Official Method 2001.13
Determination of Vitamin A (Retinol) in Foods
Liquid Chromatography
First Action 2001**

(Applicable for the determination of retinol from 0.15 µg/g to 1 g/g.)

Caution: Potassium hydroxide is extremely caustic. This chemical can cause severe burns. Protect skin and eyes while performing this method. This method involves the use of flammable liquids. Perform behind a barrier when using hot water, steam, or an electric heating mantle. Use an effective fume removal device to remove flammable vapors as produced. Leave ample headroom in flask and add boiling chips before heating is begun. Place all controls, unless vapor sealed, outside of vapor area. This

Table 2001.13A Interlaboratory study results for the determination of vitamin A in foods by LC

Food matrix sector No.	Matrix	Labs ^{a(b)}	Mean, µg/100 g	Rec., %	%R	RSD _R , %	R	HORRAT
1	Margarine/butter (50/50 mix)	12(0)	857.08		68.36	7.98	191.41	0.69
1	Margarine/butter (50/50 mix; spiked)	10(2)	1457.20	106.6	89.90	6.17	251.72	0.58
2	Chicken gravy (canned; spiked)	9(1)	131.13	97.1	19.17	14.62	53.68	0.95
3	Cheese sauce (spiked)	11(0)	271.45	103.7	34.96	12.88	97.89	0.94
4	Whole egg powder	10(0)	161.98		62.48	38.57	174.94	2.59
4	Whole egg powder (spiked)	12(0)	426.12	91.7	205.71	48.28	575.99	3.75
5	Multigrain cereal	12(0)	634.38		114.85	18.10	321.58	1.49
5	Corn cereal	12(1)	945.52		86.78	9.18	242.98	0.80
5	Corn cereal (spiked)	12(1)	1395.91	108.5	76.11	5.45	213.11	0.51
6	Infant formula (powdered)	12(0)	584.15		95.98	16.43	268.74	1.34
6	NIST SRM 1846	12(0)	464.28	79.5	49.06	10.57	137.37	0.83
7	Dried nonfat milk	12(0)	817.27		102.94	12.60	288.23	1.08
7	Dried nonfat milk (spiked)	12(0)	1708.25	125.5	195.68	11.46	547.90	1.10
8	Cottage cheese	8(1)	46.02		8.19	17.80	22.93	0.99
8	Cottage cheese (spiked)	10(2)	411.03	98.9	69.29	16.86	194.01	1.30
9	Canned tuna in oil (spiked)	11(1)	262.36	89.5	56.11	21.39	157.11	1.55
Avg.								100.1 ± 13.2

^{a(b)} Number of laboratories where a = number of laboratories retained after outliers removed and b = number of outlier laboratories.

Fig. 18 Procedimiento para la Determinación de Vitamina A según AOAC

Table 2001.13B Interlaboratory study results for the determination of vitamin A in foods by LC (Youden pair statistical treatment)

Youden pairs	Labs ^{(a)(b)}	Mean,		RSD _r , %	s _R	RSD _R , %	t	R	HORRAT
		μg/100 g	s _r						
Dried nonfat milk (spiked) and margarine/butter (50/50 mix; spiked)	10(2)	1595.1	107.29	6.73	112.22	7.04	300.41	314.22	0.67
Corn cereal and corn cereal (spiked)	10(2)	1173.3	48.33	4.12	85.49	7.29	135.32	239.37	0.66
Margarine/butter (50/50 mix) and dried nonfat milk	12(0)	837.18	66.23	7.91	87.38	10.44	185.44	244.66	0.90
Multigrain cereal and infant formula (powdered)	12(0)	609.27	87.42	14.35	105.83	17.37	244.78	296.32	1.42
Cottage cheese (spiked) and NIST SRM 1846	10(2)	436.18	60.4	13.85	61.23	14.04	169.12	171.44	1.10
Canned tuna in oil (spiked) and cheese sauce (spiked)	11(1)	269.25	39.14	14.54	45.07	16.74	109.59	126.20	1.21
Chicken gravy (canned; spiked) and whole egg powder	8(1)	137.94	22.19	16.09	36.58	26.52	62.13	102.42	1.74

^{(a)(b)} Number of laboratories where a = number of laboratories retained after outliers removed and b = number of outlier laboratories.

method utilizes toxic chemicals. Use an effective fume removal device to remove vapors as produced.

See Tables 2001.13A and 2001.13B for the results of the interlaboratory studies supporting acceptance of the method.

A. Principle

Standards and test samples are saponified in basic ethanol-water solution, neutralized, and diluted, converting fats to fatty acids and retinol esters to retinol. Retinol is quantitated using a high pressure liquid chromatography (HPLC) system with UV detection at 313 or 328 nm. Vitamin concentration is calculated by comparison of peak heights or peak areas of vitamins in test samples with those of standards.

B. Apparatus and Materials

(a) *HPLC system*.—(1) *Pump*.—A high pressure pump operating continuously at 1.0 to 2.0 mL/min with a flow precision of ±1% or better. (2) *Injector*.—A manual injector or autosampling injector with a 20 μL fixed loop having a typical sampling precision of ±0.25% or better. (3) *Chromatography column*.—Reverse phase C18, 10 μ (4.6 × 250 mm) capable of separating *cis* and *trans* isomers of retinol with a resolution of 1.0 or greater. *Cis* retinol typically elutes prior to *trans* retinol on columns providing effective separation. (4) *Detector*.—Photometric detector monitoring absorbance at 328 nm. (Alternatively a wavelength of 313 nm can be used.) (5) *Recorder, integrator, or data collection system*.—Compatible with detector used.

(b) *Erlenmeyer flasks*.—Low actinic 125 mL with neck adapted for connecting reflux condenser.

(c) *Hot plate*.—With sufficient heating surface area to handle multiple reflux apparatus setups preferred.

(d) *Reflux condensers*.—With adapters (if necessary) to attach 125 mL low actinic Erlenmeyer flasks and nitrogen lines.

(e) *Volumetric flasks*.—Low actinic 100 and 10 mL.

(f) *Nitrogen blanket apparatus*.—A supply of nitrogen gas with appropriate tubing and connectors to provide a constant nitrogen atmosphere blanket in the reflux apparatus during saponification.

C. Reagents

(a) (1) *Certified vitamin A acetate concentrate (USP)*.—Equivalent to ca 30 mg of retinol/g of oil (content certified by United States Pharmacopeia, Rockville, MD 20852 USA; www.usp.org); or (2) *Retinyl palmitate, all-trans*.—Fluka Chemical Co., Ronkonkoma, NY, +1-800-358-5287. Request Certificate of Lot Analysis when ordering. If manufacturer's certification is unavailable, or purity of standards needs to be verified, test vitamin A palmitate purity as follows: Dissolve 50 mg (record to the nearest 0.1 mg) of retinol palmitate standard in 2-propanol (UV-spectroscopy grade) in a 500 mL flask and dilute to volume. Dilute 10 mL of this solution to 100 mL with 2-propanol (final concentration is ca 10 mg/L). Measure maximum absorbance obtained at 325–328 nm using 1 cm pathlength cell and 2-propanol as a blank. Calculate the purity of the retinol palmitate as follows:

$$\text{Percent purity} = (\text{ABS} \times 5 \times 10^6) / (960 \times W)$$

where ABS = absorbance maximum; 960 = absorbance of pure retinol palmitate (1% solution in 1 cm cell); W = weight of test portion in mg; and 5×10^6 = combined dilution factors, conversion to 1% equivalent solution, and conversion to %.

Store retinol palmitate standard at 0–4°C to allow for easier handling while weighing.

(b) *Acetic acid*.—Glacial.

(c) *Methanol*.—HPLC grade.

(d) *Ethanol*.—95%.

(e) *Tetrahydrofuran*.

(f) *Hexane*.

(g) *Pyrogalllic acid*.—Crystals.

(h) *Mobile phase*.—Combine 860 mL methanol (HPLC grade) and 140 mL water. Mix well. Stir overnight to degas or mechanically degas prior to use.

(i) *THF-ethanol (50 + 50)*.—Combine 500 mL tetrahydrofuran and 500 mL 95% ethanol. Mix well.

(j) *Potassium hydroxide solution, 50%*.—Slowly add 500 g of KOH pellets to 500 mL water contained in a 2 L thick wall Erlenmeyer flask. (Caution: The solution gives off substantial heat while KOH is dissolving; add the KOH in 100 g portions while the

Fig. 18 Procedimiento para la Determinación de Vitamina A según AOAC

flask is being cooled with cold water. Swirl the flask gently to aid in dissolution of the KOH. Store in glass container with cork stopper.)

(k) *Vitamin A working standard (ca 15 µg/mL).*—(1) *Using USP standard.*—Weigh 50 mg vitamin A acetate concentrate into a 100 mL low actinic volumetric flask. Record weight to nearest 0.1 mg. Record concentration in mg/g per USP certification. Add small amount of acetone (<3 mL) to aid dissolution. Dilute to volume with 95% ethanol. Store at 4°C in dark. Solution is stable for 2 weeks. (2) *Using retinyl palmitate.*—Weigh 55 mg of retinyl palmitate into a 100 mL low actinic volumetric flask. Record weight to nearest 0.1 mg. Record purity per supplier certification or purity test. Add pea-sized piece of pyrogalllic acid, ca 50 mg. Dissolve and dilute to volume with hexane. Pipet 5 mL of solution to second 100 mL low actinic flask and dilute to volume with 95% alcohol. Store at 4°C in dark. Solution is stable for 2 weeks.

D. Extraction and Saponification

Turn on hot plate to preheat. Start and adjust cooling water flow to precool reflux condensers.

Prepare high standard by pipeting 5 mL vitamin A working standard, C(k), into a 125 mL low actinic Erlenmeyer flask. Add 25 mL of 95% ethanol. Proceed to addition of pyrogalllic acid.

Prepare intermediate standard by pipeting 2 mL vitamin A working solution into a second 125 mL low actinic Erlenmeyer flask. Add 33 mL of 95% ethanol. Proceed to addition of pyrogalllic acid.

Prepare low standard by pipeting 0.5 mL vitamin A working standard into a third 125 mL low actinic Erlenmeyer flask. Add 37.5 mL of 95% ethanol. Proceed to addition of pyrogalllic acid.

Grind solids to pass a 40 mesh sieve. Blend liquid or wet materials to homogeneity and store ≤4°C in the dark.

To prepare low fat (<40% fat) test samples, weigh enough test sample (≤5 g) to give ca 50 µg of vitamin A into a 125 mL low actinic Erlenmeyer flask. For test samples high in sugar, add 3 mL water and disperse the test portion as a slurry. Add 40 mL of 95% ethanol.

To prepare high fat test samples, weigh test sample (≤2 g) to give ca 50 µg of vitamin A into a 125 mL low actinic Erlenmeyer flask. Add 40 mL of 95% ethanol.

Add a pea-sized piece (ca 50 mg) of pyrogalllic acid (antioxidant) to each standard and test flask. Add a glass bead or boiling stone to promote even boiling.

Swirl all flasks to ensure that all materials are thoroughly dispersed in the solution.

Turn on N flow and ensure N atmosphere for all flasks before and while refluxing.

Pipet 10 mL of 50% KOH solution into each flask and immediately place flask on hot plate under reflux condenser. Swirl.

Reflux 45 min. Swirl flasks every 10 min.

Remove reflux flasks from hotplate, stopper with corks, and quickly cool flasks to room temperature using cold water or ice water.

Pipet 10 mL of glacial acetic acid into each flask to neutralize the KOH. Mix well and let flasks cool again to room temperature.

Quantitatively transfer the solution in each flask to a 100 mL low actinic volumetric flask using THF-95% ethanol (50 + 50). Dilute to volume with the same solvent mixture.

Stopper and invert volumetric flask 10 times.

Allow flasks to set for at least 1 h at room temperature and preferably overnight in refrigerator to precipitate fatty acid salts formed during saponification. In some cases, centrifugation may reduce settling time.

E. Determination

Start HPLC system(s) and allow to warm up and equilibrate for a minimum of 30 min with mobile phase flowing at flow rate of 1.0 mL/min.

Inject vitamin A standards that have been taken through saponification onto HPLC system. Adjust mobile phase to achieve a resolution of 1.5 or better for *cis* and *trans* forms. All *trans* retinol should elute in ca 9 min. *Cis* retinol will elute as a small peak just prior to the all *trans* form.

Inject high, medium, and low standards. Adjust detector sensitivity to give peak heights of 50–90% of full scale for the vitamin of interest at the high standard. Repeat injection of standard until peak height(s) are reproducible.

Inject test solutions. Intersperse with standard solution injections after every 9 tests. [If retinol in test exceeds the peak height of the respective high standard by more than 25%, dilute test solutions using a solution of 10 mL 50% KOH, 40 mL of 95% ethanol, 10 mL glacial acetic acid, and 40 mL THF-95% ethanol (50 + 50).]

F. Calculations

(a) *Vitamin A.*—Calculate µg/g of vitamin A (as retinol) as follows: Measure the peak heights or areas of the standards.

(1) *Using USP standard.*—Determine the response factor for vitamin A (RF_A) using the following calculation:

$$RF_A = \frac{mg_{std} \times mL_{std} \times conc_{std}}{PkHT_{std} \times 10000}$$

where PkHT_{std} = peak height or area of standard from chromatogram; mL_{std} = mL of working standard used in procedure; conc_{std} = concentration of USP vitamin A (as retinol) per USP certification (mg/g); mg_{std} = mg of USP standard weighed in reagents section; 10000 = combined dilution factors for vitamin A standard.

(2) *Using retinyl palmitate.*—Determine the response factor for vitamin A (RF_A) using the following calculation:

$$RF_A = \frac{mg_{std} \times mL_{std} \times purity_{std} \times 0.5458}{PkHT_{std} \times 200}$$

where purity_{std} = percent purity certified by supplier or determined, divided by 100; mg_{std} = mg of retinyl palmitate weighed; PkHT_{std} = peak height or area of standard from chromatogram; mL_{std} = mL of working standard used in procedure; 0.5458 = ratio of retinol to retinyl palmitate molecular weights; and 200 = combined dilution factors/ conversion from mg to µg.

The RF_A values of the low, medium, and high standards should agree with each other within 3% relative since the detector response should be linear across this concentration range. Use an average of RF_A values calculated from high, medium, and low standards for test sample quantitation.

Measure the peak heights or areas corresponding to retinol (vitamin A) in the test sample extracts. The 13-*cis* isomer of retinol (eluting immediately preceding the all *trans* isomer) might be present in some test samples. Measure the 13-*cis* peak also.

Multiply the height or area of the 13-*cis* retinol peak by 1.08 (to compensate for difference in absorbance compared to the *trans* isomer).

Add the corrected peak height or area for the 13-*cis* isomer to that of the all-*trans* isomer to give total test sample peak height or area. Calculate the concentration of vitamin A (in µg/g as retinol) using the following equation:

Fig. 18 Procedimiento para la Determinación de Vitamina A según AOAC

$$\text{Vitamin A, } \mu\text{g/g (as retinol)} = \frac{\text{RF}_A \times \text{PkHT}_{\text{SPL,E}} \times 100}{W}$$

where RF_A = response factor for vitamin A; $\text{PkHT}_{\text{SPL,E}}$ = total test sample peak height or area of all *trans* and 13-*cis* retinol; 100 = dilution volume of test portion, mL; and W = weight of test portion, g.

Alternatively, a 3 level calibration using a zero order polynomial fit (linear) can be used to calculate vitamins A and E.

Reference: *J. AOAC Int.* (future issue).

Subchapter 2 MICROBIOLOGICAL METHODS

45.2.01

AOAC Official Method 960.46 Vitamin Assays Microbiological Methods First Action 1960 Final Action

(Throughout all stages, except where otherwise directed, protect solutions from undue exposure to light.)

A. Stock Solutions for Basal Media

(Store all solutions in dark at ca 10°C. Store all solutions except those containing alcohol under toluene. Proportionate amounts may be prepared.)

(a) *Acid-hydrolyzed casein solution*.—Mix 400 g vitamin-free casein with 2 L constant-boiling HCl (ca 5M) and either reflux 8–12 h or autoclave 8–12 h at 121–123°C. Remove HCl from mixture by distillation under reduced pressure until thick paste remains. Redissolve paste in H₂O, adjust solution to pH 3.5 ± 0.1 with ca 10% NaOH solution, and dilute with H₂O to 4 L. Add 80 g activated charcoal, stir 1 h and filter. Repeat treatment with activated charcoal. Filter solution if precipitate forms upon storage. (Some commercial sources of vitamin-free acid-hydrolyzed casein have been found satisfactory.)

(b) *Adenine-guanine-uracil solution*.—Dissolve 1.0 g each of adenine sulfate, guanine-HCl, and uracil in 50 mL warm HCl (1 + 1), cool, and dilute with H₂O to 1 L.

(c) *Asparagine solution*.—Dissolve 10 g L-asparagine H₂O in H₂O and dilute to 1 L.

(d) *Cystine solution*.—Suspend 2 g L-cystine in ca 750 mL H₂O, heat to 70–80°C, and add HCl (1 + 1), dropwise, with stirring, until solid dissolves. Cool, and dilute with H₂O to 1 L.

(e) *Cystine-tryptophan solution*.—Suspend 8 g L-cystine and 2 g L-tryptophan (or 4 g D,L-tryptophan) in ca 1.5 L H₂O, heat to 70–80°C, and add HCl (1 + 1), dropwise, with stirring, until solids dissolve. Cool, and dilute with H₂O to 2 L.

(f) *Manganese sulfate solution*.—Dissolve 2 g MnSO₄·H₂O in H₂O and dilute to 200 mL.

(g) *Photolyzed peptone solution*.—Dissolve 100 g peptone in 625 mL H₂O, add solution of 50 g NaOH in 625 mL H₂O, and mix in vessel (such as crystallizing dish) of such size that depth of solution is 1–2 cm. Place 100–500 watt bulb, fitted with reflector, ca 30–50 cm from solution, and expose solution, with occasional stirring, to light from bulb until riboflavin is destroyed (4–10 h may be enough). Maintain solution at ≤25°C during this treatment. Adjust

solution to pH 6.0–6.5 with CH₃COOH, add 18 g anhydrous NaCH₂COO, stir until solid dissolves, dilute with H₂O to 2 L, and filter if solution is not clear.

(h) *Polysorbate 80 solution*.—Dissolve 25 g polysorbate 80 (polyoxyethylene sorbitan monooleate) in alcohol to make 250 mL.

(i) *Salt solution A*.—Dissolve 50 g anhydrous KH₂PO₄ and 50 g anhydrous K₂HPO₄ in H₂O, dilute to 1 L, and add 10 drops HCl.

(j) *Salt solution B*.—Dissolve 20 g MgSO₄·7H₂O, 1 g NaCl, 1 g FeSO₄·7H₂O, and 1 g MnSO₄·H₂O in H₂O, dilute to 1 L, and add 10 drops HCl.

(k) *Tryptophan solution*.—Suspend 2.0 g L-tryptophan (or 4.0 g D,L-tryptophan) in 700–800 mL H₂O, heat to 70–80°C, and add HCl (1 + 1), dropwise, with stirring, until solid dissolves. Cool, and dilute with H₂O to 1 L.

(l) *Vitamin solution I*.—Dissolve 25 mg riboflavin, 25 mg thiamine-HCl, 0.25 mg biotin, and 50 mg niacin in 0.02M CH₃COOH to make 1 L.

(m) *Vitamin solution II*.—Dissolve 50 mg *p*-aminobenzoic acid, 25 mg calcium pantothenate, 100 mg pyridoxine-HCl, 100 mg pyridoxal-HCl, 20 mg pyridoxamine-2HCl, and 5 mg folic acid in 25% alcohol to make 1 L.

(n) *Vitamin solution III*.—Dissolve 10 mg *p*-aminobenzoic acid, 40 mg pyridoxine-HCl, 4 mg thiamine-HCl, 8 mg calcium pantothenate, 8 mg niacin, and 0.2 mg biotin in ca 300 mL H₂O. Add

(Text continues on Chapter 45, p. 45)

Fig. 18 Procedimiento para la Determinación de Vitamina A según AOAC

ANEXO N° 8

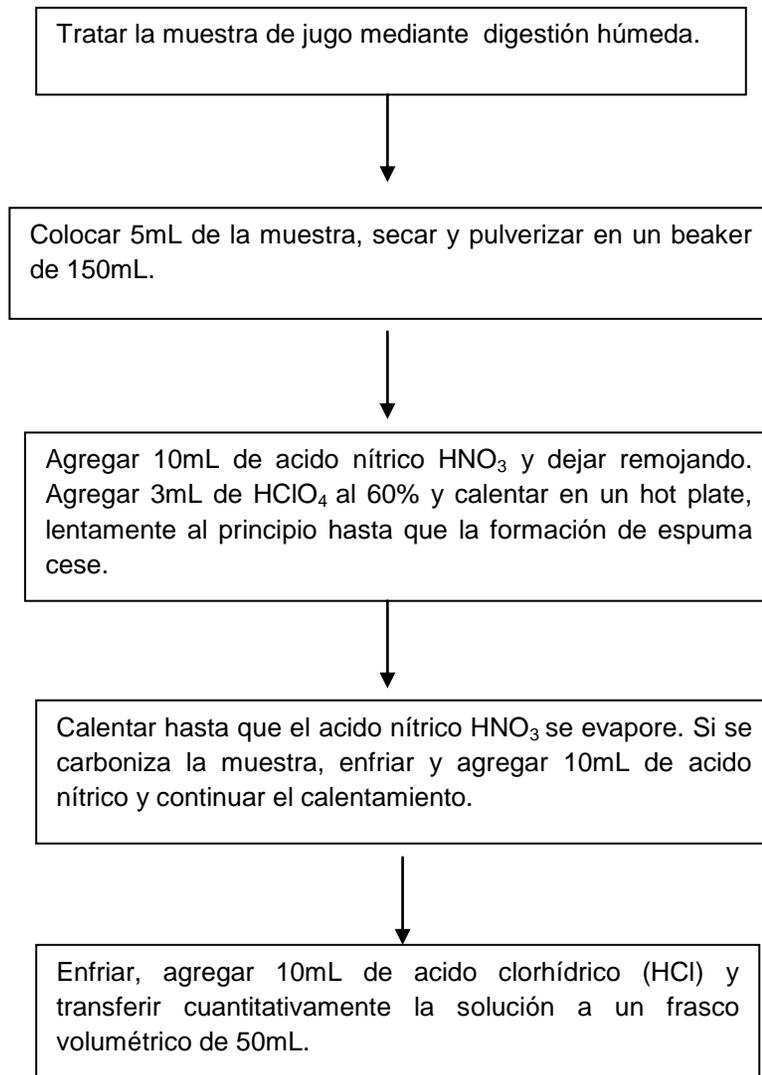


Fig. No. 19 Determinación de Minerales: Calcio por el Método de Absorción Atómica

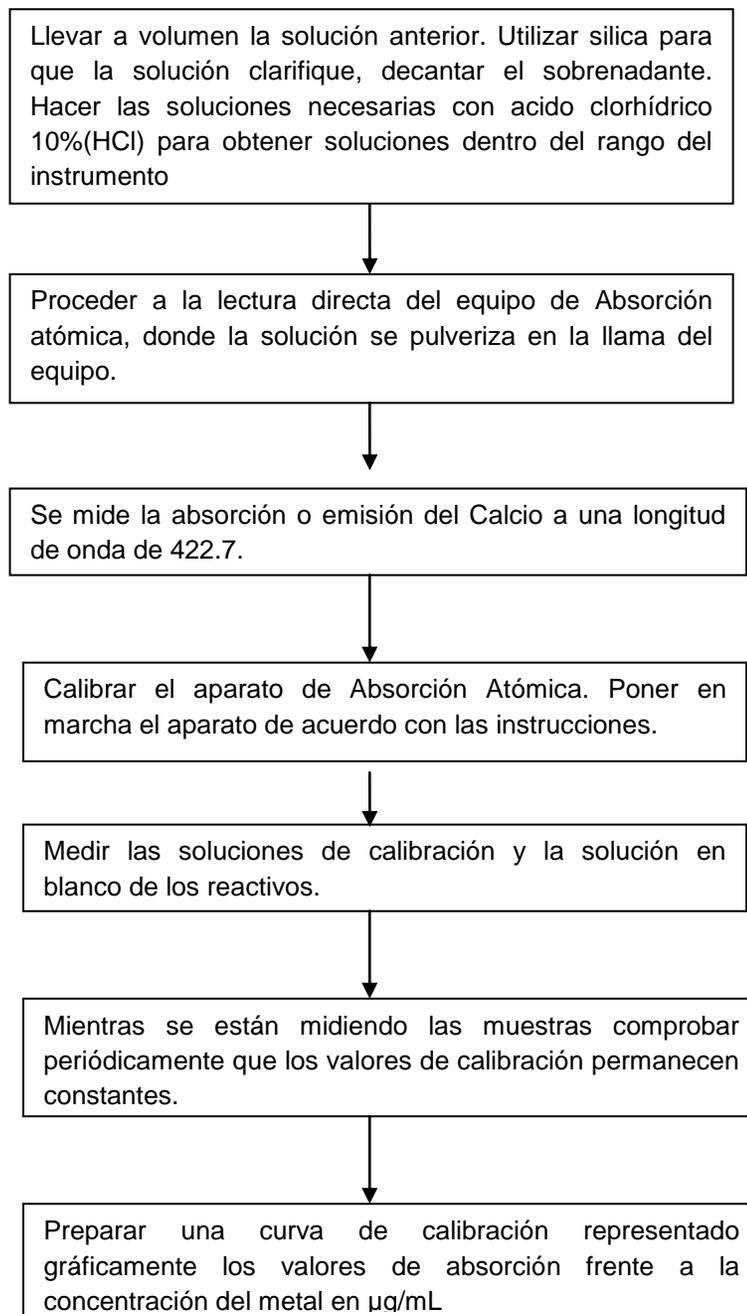


Fig. No. 19 Determinación de Minerales: Calcio por el Método de Absorción Atómica

AOAC Official Method 975.03
Metals in Plants and Pet Foods
Atomic Absorption Spectrophotometric Method
First Action 1975
Final Action 1988

(Applicable to calcium, copper, iron, magnesium, manganese, potassium, and zinc.)

A. Apparatus and Reagents

Deionized H₂O may be used. See 965.09A and B (see 2.6.01), and following:

(a) *Potassium stock solution.*—1000 µg K/mL. Dissolve 1.9068 g dried (2 h at 105°) KCl in H₂O and dilute to 1 L. Use following parameters for Table 965.09 (see 2.6.01): 7665, air-C₂H₂ flame, and 0.04–2 µg/mL range.

(b) *Calcium stock solutions.*—Prepare Ca stock solution and working standards as in 965.09B (see 2.6.01).

(c) *Cu, Fe, Mg, Mn, and Zn stock solutions.*—Prepare as in 965.09B(b), (c), (e), (f), and (g) (see 2.6.01).

(d) *Working standard solutions.*—Dilute aliquots of solutions (c) with 10% HCl to make ≥4 standard solutions of each element within range of determination.

B. Preparation of Sample

(a) *Dry ashing.*—Accurately weigh 1 g sample, dried and ground as in 922.02(a) (see 3.1.02), into glazed, high-form porcelain crucible. Ash 2 h at 500°, and let cool. Wet ash with 10 drops H₂O, and carefully add 3–4 mL HNO₃ (1 + 1). Evaporate excess HNO₃ on hot plate set at 100–120°. Return crucible to furnace and ash additional 1 h at 500°. Cool crucible, dissolve ash in 10 mL HCl (1 + 1), and transfer quantitatively to 50 mL volumetric flask.

(b) *Wet ashing.*—Accurately weigh 1 g sample, dried and ground as in 922.02(a) (see 3.1.02), into 150 mL Pyrex beaker. Add 10 mL HNO₃ and let soak thoroughly. Add 3 mL 60% HClO₄ and heat on hot plate, slowly at first, until frothing ceases. (Caution: See Appendix B, safety notes on wet oxidation.) Heat until HNO₃ is evaporated. If charring occurs, cool, add 10 mL HNO₃, and continue heating. Heat to white fumes of HClO₄. Cool, add 10 mL HCl (1 + 1), and transfer quantitatively to 50 mL volumetric flask.



C. Determination

To solution in 50 mL volumetric flask, add 10 mL 5% La solution, and dilute to volume. Let silica settle, decant supernate, and proceed as in 965.09D (see 2.6.01).

Make necessary dilutions with 10% HCl to obtain solutions within range of instrument.

D. Calculations

$$\text{ppm Element} = (\mu\text{g/mL}) \times F/\text{g sample}$$

$$\% \text{ Element} = \text{ppm} \times 10^{-4}$$

where $F = (\text{mL original dilution} \times \text{mL final dilution})/\text{mL aliquot}$ if original 50 mL is diluted.

Reference: JAOAC 58, 436(1975).

Revised: March 1996

Fig. No. 20 Procedimiento para la Determinación de Calcio según la AOAC

ANEXO N° 9

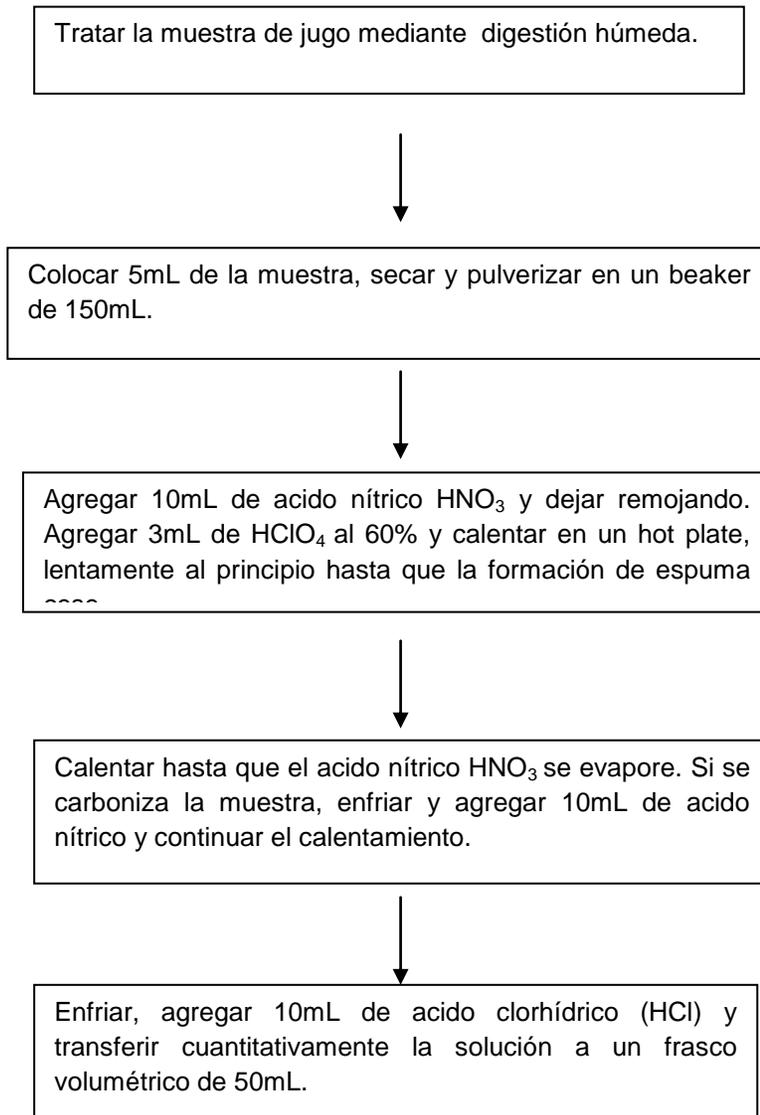


Fig. No. 21 Determinación de Minerales: Potasio por el Método de Absorción Atómica

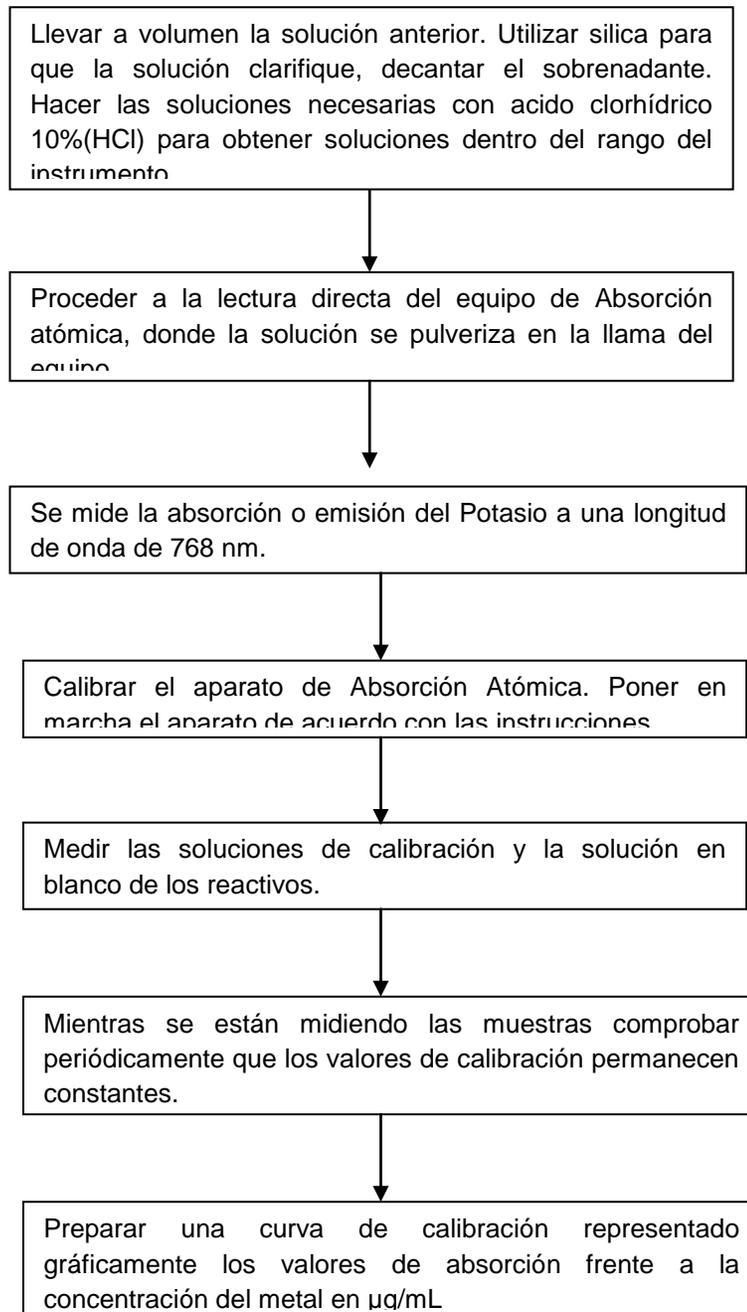


Fig. No. 21 Determinación de Minerales: Potasio por el Método de Absorción Atómica

AOAC Official Method 975.03
Metals in Plants and Pet Foods
Atomic Absorption Spectrophotometric Method
First Action 1975
Final Action 1988

(Applicable to calcium, copper, iron, magnesium, manganese, potassium, and zinc.)

A. Apparatus and Reagents

Deionized H₂O may be used. See 965.09A and B (see 2.6.01), and following:

(a) *Potassium stock solution.*—1000 µg K/mL. Dissolve 1.9068 g dried (2 h at 105°) KCl in H₂O and dilute to 1 L. Use following parameters for Table 965.09 (see 2.6.01): 7665, air-C₂H₂ flame, and 0.04–2 µg/mL range.

(b) *Calcium stock solutions.*—Prepare Ca stock solution and working standards as in 965.09B (see 2.6.01).

(c) *Cu, Fe, Mg, Mn, and Zn stock solutions.*—Prepare as in 965.09B(b), (c), (e), (f), and (g) (see 2.6.01).

(d) *Working standard solutions.*—Dilute aliquots of solutions (c) with 10% HCl to make ≥4 standard solutions of each element within range of determination.

B. Preparation of Sample

(a) *Dry ashing.*—Accurately weigh 1 g sample, dried and ground as in 922.02(a) (see 3.1.02), into glazed, high-form porcelain crucible. Ash 2 h at 500°, and let cool. Wet ash with 10 drops H₂O, and carefully add 3–4 mL HNO₃ (1 + 1). Evaporate excess HNO₃ on hot plate set at 100–120°. Return crucible to furnace and ash additional 1 h at 500°. Cool crucible, dissolve ash in 10 mL HCl (1 + 1), and transfer quantitatively to 50 mL volumetric flask.

(b) *Wet ashing.*—Accurately weigh 1 g sample, dried and ground as in 922.02(a) (see 3.1.02), into 150 mL Pyrex beaker. Add 10 mL HNO₃ and let soak thoroughly. Add 3 mL 60% HClO₄ and heat on hot plate, slowly at first, until frothing ceases. (Caution: See Appendix B, safety notes on wet oxidation.) Heat until HNO₃ is evaporated. If charring occurs, cool, add 10 mL HNO₃, and continue heating. Heat to white fumes of HClO₄. Cool, add 10 mL HCl (1 + 1), and transfer quantitatively to 50 mL volumetric flask.

C. Determination

Transfer solution in 50 mL volumetric flask, add 10 mL 5% La solution, and dilute to volume. Let silica settle, decant supernate, and proceed as in 965.09D (see 2.6.01).

Make necessary dilutions with 10% HCl to obtain solutions within range of instrument.

D. Calculations

$$\text{ppm Element} = (\mu\text{g/mL}) \times F/\text{g sample}$$

$$\% \text{ Element} = \text{ppm} \times 10^{-4}$$

where $F = (\text{mL original dilution} \times \text{mL final dilution})/\text{mL aliquot}$ if original 50 mL is diluted.

Reference: JAOAC 58, 436(1975).

Revised: March 1996



Fig. No. 22 Procedimiento para la Determinación de Potasio según la AOAC

ANEXO N° 10

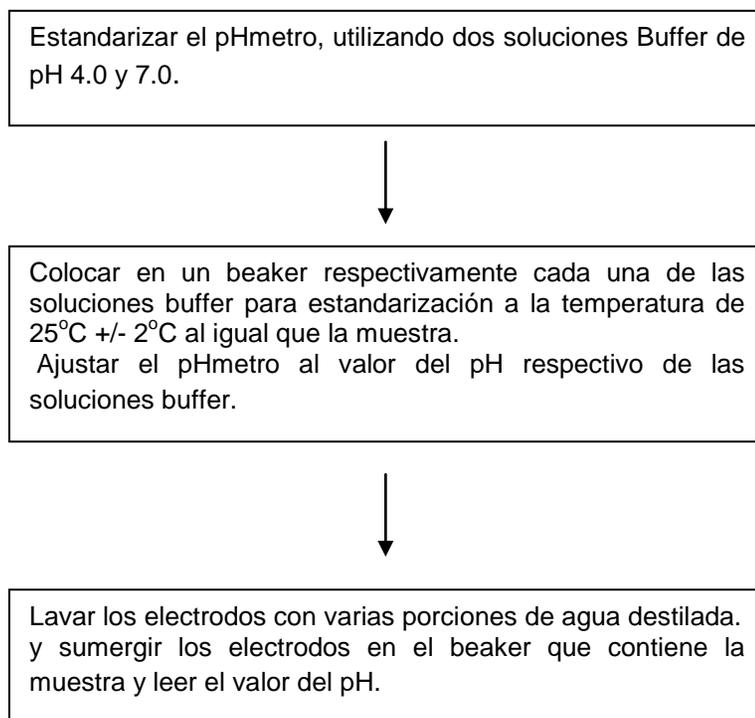


Fig. Nº 23 Procedimiento para la determinación de pH

Table 978.18 Water activity of reference salt slushes at 25°C

Salt	a_w	Salt	a_w
MgCl ₂	0.328	KBr	0.809
K ₂ CO ₃	0.432	(NH ₄) ₂ SO ₄	0.810
Mg(NO ₃) ₂	0.529	KCl	0.843
NaBr	0.576	Sr(NO ₃) ₂	0.851
CoCl ₂	0.649	BaCl ₂	0.902
SrCl ₂	0.709	KNO ₃	0.936
NaNO ₃	0.743	K ₂ SO ₄	0.973
NaCl	0.753		

(e) *Test containers*.—120 or 240 mL (4 or 8 oz) wide-mouth or Mason glass jars with Al- or Teflon-lined screw caps and gaskets. Check integrity of cap seals and sensor leads by any means available, e.g., ability of system to hold vacuum, using Tesla coil.

(f) *Water bath*.—Capable of maintaining temperature constant within 0.1°C at 25 ± 1°C; capacity sufficient to hold measuring chamber of selected apparatus.

(g) *Hydrophilic solid*.—Microcrystalline cellulose, Type PH-101 (FMC Corp., Pharmaceutical and Bioscience Division, 1735 Market St, Philadelphia, PA 19103, USA, or equivalent).

(h) *Reference salts*.—ACS reagent grade, fine crystal. See Table 978.18.

D. Preparation of Reference Salt Slushes

Place selected reference salt in test container to depth of ca 4 cm for more soluble salts (lower a_w), to depth of ca 1.5 cm for less soluble salts (higher a_w), and to intermediate depth for intermediate salts. Add H₂O in ca 2 mL increments, stirring well with spatula after each addition, until salt can absorb no more H₂O as evidenced by free liquid. Keep free liquid to minimum needed to establish saturation of salt with H₂O. Slushes are ready for use upon completion of mixing, and are usable indefinitely (except for some high a_w salts susceptible to bacterial attack), if contained in manner to prevent substantial evaporation losses. Some slushes, e.g., NaBr, may solidify gradually by crystal coalescence, with no effect on a_w .

E. Calibration

Select ≥5 salts to cover a_w range of interest or range of sensor being used. Measure humidity generated by each salt slush in terms of instrument readout, as in F. Plot readout against a_w values given in Table 978.18 for selected salts, using cross-section paper scaled for reading to 0.001 a_w unit. Draw best average smooth line through plotted points. Use this calibration line to translate sensor instrument readout of samples to a_w or to check vapor pressure or dew point instruments for proper functioning.

F. Determination

Place calibration slush or test sample in forced-draft cabinet, (b), or H₂O bath, (f), until temperature is stabilized at 25 ± 1°C. Transfer salt slush or test sample to test container, (e), seal container with sensing device attached, and place in temperature control device. Use volume of sample or slush >1/20 total volume sample container plus any associated void volume of sensing system, but not so much as to interfere with operation of system. Record instrument response at 15, 30, 60, and 120 min after test container is placed in temperature control device, or record response on strip chart. Two consecu-

tive readings, at indicated intervals, which vary by <0.01 a_w unit are evidence of adequately close approach to equilibrium. Continue readings at 60-min intervals, if necessary. Convert last reading to a_w by calculation from physical measurements or by reference to calibration line. Make all measurements within range of calibration points; do not extrapolate calibration line. Make all measurements in same direction of change, and, if required by properties of sensor, expose sensor to controlled RH below ambient before starting each measurement.

Reference: *JAOAC* 61, 1166(1978).

42.1.04

AOAC Official Method 981.12 pH of Acidified Foods

First Action 1981
Final Action 1982

A. Principle

pH is measurement of H ion activity and indicates acidity. It may be measured by determining electric potential between glass and reference electrodes, using commercial apparatus standardized against NIST primary standard pH buffers.

B. Apparatus and Reagents

(a) *pH meter*.—Commercial instrument with scale graduated in ≤0.1 pH unit and reproducibility of ≤0.05 unit. Some instruments permit expansion of any 2 pH unit range to cover entire scale and have accuracy of ca ±0.01 pH unit and reproducibility of ±0.005 pH unit. Other instruments have digital read-outs with similar capabilities. Operate meter in accordance with manufacturer's instructions. In this method, several procedures for standardization and operation of pH meters and electrodes are outlined. When these procedures differ from manufacturer's instruction, the latter should prevail, except that NIST standard buffers must be used as primary reference. Working buffer standards should be checked at least daily against NIST reference buffers.

(b) *Standard buffer solutions*.—See 964.24 and Table 964.24 (see A.1.04).

(c) *Electrodes*.—Glass membrane indicator electrode and calomel reference electrode (single or combination). Keep calomel electrodes filled with saturated KCl solution because they may be damaged if allowed to dry out. Maintain uniform temperature of ca 25°C for electrodes, standard buffer solutions, and samples. Soak new electrodes several hours in distilled or deionized H₂O before use. Store glass electrode in pH 4 buffer. Store reference electrodes in their own electrolyte filling solution. Store combination electrode in pH 4 buffer with a few drops of saturated KCl solution added. Store electrodes in manner consistent with manufacturer's recommendations if they differ from above. Store electrodes so that junction and hole are covered. Rinse electrodes with next solution to be measured. If test sample material is insufficient, rinse electrodes with distilled or deionized H₂O. Lag in meter response may indicate aging effects or fouling of electrodes, and cleaning and rejuvenation of electrodes may be necessary. Clean electrodes by placing in 0.1M NaOH solution 1 min and then transferring to 0.1M HCl solution 1 min. Repeat twice, ending with electrodes in acid solution. Rinse electrodes thoroughly with H₂O before proceeding with standardization. Oil and grease from samples may coat electrodes; therefore, clean electrodes with ethyl ether and restandardize instrument frequently, usually after 3 determinations.

Fig. 24 Procedimiento para Determinación pH según AOAC

C. Standardization and Operation of pH Meter

Switch instrument on and let electronic components warm up and stabilize before proceeding.

Standardize specific instrument according to manufacturer's instructions, using NIST SRM buffers. Equilibrate electrodes, buffers, and samples at same temperature (ca 25°C) before pH measurements. Set temperature compensator control of instrument at observed temperature. When determining pH of either unknown sample or buffer, gently stir solution before testing.

D. Standardization of Analog pH Meter

Note temperature of buffer solution and set temperature compensator control of instrument at observed temperature (ca 25°C). Standardize instrument and electrodes with 0.05M acid potassium phthalate buffer solution, 964.24(c) (see A.1.04).

Rinse electrodes with distilled or deionized H₂O and blot—do not wipe—with soft tissue.

Immerse electrode tips in buffer solution and read pH, letting meter stabilize 1 min. Adjust standardization control so that meter reading corresponds to known pH of buffer (ca 4.0) for ambient temperature. Rinse electrodes with distilled or deionized H₂O and blot with soft tissue.

Check expanded scale pH meters with pH 4.0 or 7.0 standard buffers. Buffers and instruments can be further checked by comparison with values obtained using another properly standardized instrument.

Check indicating electrodes for proper span by using 2 separate buffers. For example, first standardize electrodes by using pH 7.0 buffer at ca 25°C. Adjust standardization control so that meter reads exactly 7.0. Rinse electrodes with H₂O, blot, and immerse in pH 4.0 buffer. If the electrode fails span test, rejuvenation or electrode replacement may be necessary.

E. For Digital pH Meters with Slope Control

Select 2 standard buffer solutions, preferably such that difference in pH levels does not exceed 3 units and such that expected pH of sample to be tested falls within their range, i.e., standard buffer solutions of pH 4.0 and 7.0. For most accurate results, one standard buffer should be chosen with pH at or near pH of solution to be evaluated. Standardize meter first in one pH buffer (i.e., pH 7.0 buffer) with standardized control, and then use slope control to standardize meter in second pH buffer, i.e., pH 4.0 buffer. This procedure establishes the proper instrument response (slope) for particular pH electrode used, and results in more accurate pH reading.

Sometimes difficulty is encountered with drifting of combination electrode. When this occurs, identify and correct source of trouble. Very often, reference electrode junction is responsible.

In case of faulty meter operation, refer to manufacturer's operating manual for proper trouble-shooting techniques.

F. Process pH Determination

Obtain test sample portions of material for pH determination as follows:

For process test liquids, let temperature equilibrate to ca 25°C, and determine pH by immersing electrodes in liquid.

Drain solid materials on No. 8 sieve (ss preferred) and blend to workable paste. Let temperature of prepared paste equilibrate to ca 25°C, and determine pH.

Where appropriate, mix representative aliquots of liquid and solid materials at same liquid-to-solid ratio as original sample, and blend to workable paste. Let temperature of prepared paste equilibrate to ca 25°C, and determine pH.

If pH meter is equipped with temperature compensator, then it may be used in lieu of equilibrating samples to specified temperature, provided it is $\pm 15^\circ$ of 25°C standard temperature.

G. Preparation of Test Samples

(a) *For estimating degree of pH equilibrium or uniformity.*—Use for foods which have not come to pH equilibrium, i.e., production line samples, warehouse samples.

(1) *Liquid and solid component mixtures.*—Drain contents of container 2 min on No. 8 ss sieve inclined at 17–20° angle. Record weights for liquid and solid portions and retain separately. If liquid contains sufficient oil to cause electrode fouling, separate layers in separator and retain aqueous layer. Determine pH of aqueous layer at ca 25°C. Remove drained solids from sieve, blend to uniform paste, adjust temperature to ca 25°C, and determine pH. Mix aliquots of solid and liquid fractions in same ratio as found in original container, and blend to uniform consistency. Adjust temperature to ca 25°C, and determine pH.

(2) *Marinated oil products.*—Separate oil from solid, and blend solid to paste in blender. Add small amount (≤ 20 mL/100 g product) of CO₂-free H₂O if necessary. Determine pH by immersing electrodes in prepared paste after adjusting temperature to ca 25°C.

(3) *Semi-solid products (puddings, potato salad, etc.).*—Blend to paste, adding 10–20 mL CO₂-free H₂O/100 g product if necessary. Adjust temperature of prepared paste to ca 25°C, and determine pH.

(4) *Special product mixtures (e.g., antipasto).*—Pour off all oil, blend remaining product to paste, add 10–20 mL CO₂-free H₂O/100 g product if necessary, and blend. Adjust temperature of prepared paste to ca 25°C, and determine pH.

(b) *For confirming pH equilibrium.*—If product has been stored long enough to attain pH equilibrium, then determine pH on normal containers as follows:

(1) Determine pH on container mixture only, by opening container, inserting electrode(s), and measuring pH.

(2) For products in oil, follow procedures outlined in (a)(2) above to remove oil and obtain accurate pH reading.

H. Determination

Adjust test sample temperature to ca 25°C, and set temperature compensator control to observed temperature. With some expanded scale instruments, test sample temperature must be same as temperature of buffer solution used for standardization.

Rinse and blot electrodes. Immerse electrodes in sample and read pH, letting meter stabilize 1 min. Rinse and blot electrodes and repeat on fresh portion of test sample.

Determine 2 pH values on each test sample. Readings in close agreement indicate that test sample is homogeneous. Report values to 2 decimal places, e.g., 4.73.

Reference: *JAOAC* 64, 332(1981).

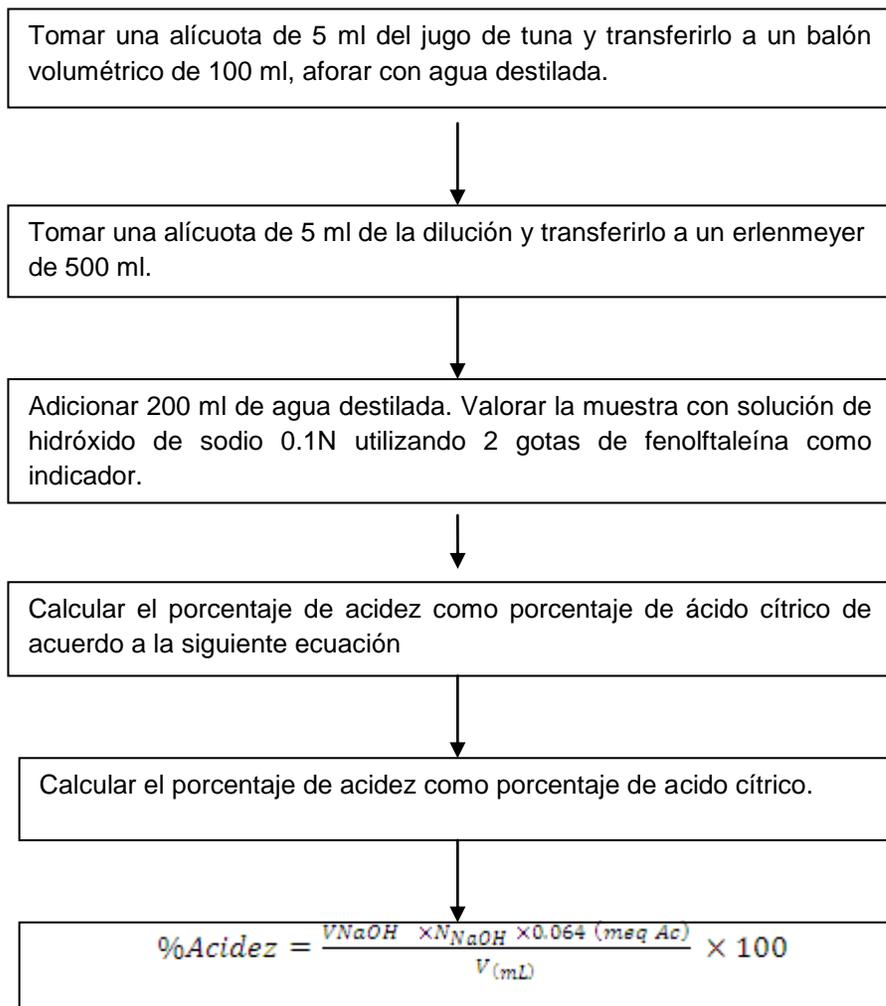
42.1.05**AOAC Official Method 964.22
Solids (Total) in Canned Vegetables**

Gravimetric Method
First Action 1964
Final Action 1965

To flat-bottom metal dish with tight-fitting cover, add ca 15 mg diatomaceous earth filter-aid/sq cm, dry ca 30 min at 110°C, cool in

Fig. 24 Procedimiento para Determinación pH según AOAC

ANEXO N° 11



Donde:

V_{NaOH} : Volumen de Hidróxido de sodio gastado en la titulación

N_{NaOH} : Normalidad de Hidróxido de sodio

V (ml): Alícuota de jugo luego de la dilución

Fig. N° 25 Procedimiento para la determinación de acidez titulable.

ANEXO N° 12

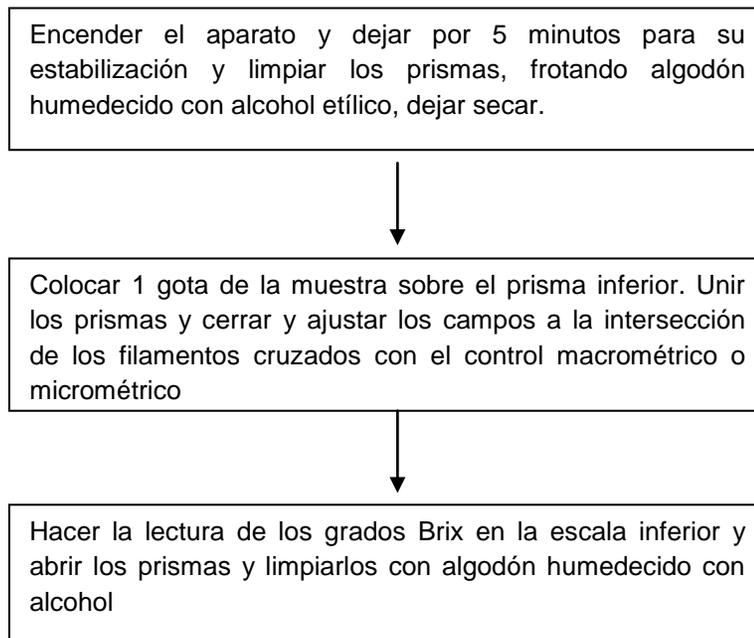


Fig. N° 26 Procedimiento para la determinación de grados Brix

ANEXO N°13

TEST DE ACEPTACION

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA
GRUPO DE TRABAJO DE GRADUACION

Indicaciones: Para la muestra de jugo que usted va a evaluar, elija con una "X" la opción que considere mas apropiada para cada categoría.

	Color	Sabor	Aroma	Apariencia
Me gusta				
Me gusta mucho				
Ni me gusta, ni me disgusta				
Me disgusta				
Me disgusta mucho				

Mencione la razón de sus elecciones anteriores

ANEXO N°14
FOTOGRAFIAS DE APARATOS A UTILIZAR EN LA METODOLOGIA
EXPERIMENTAL



Fig. No 27 pH- metro



Fig.No.28 Estufa Marca S B Lindberg



**Fig. No. 29 Refractómetro ATAGO
Pocket**

ANEXO N°15
PREPARACION DE REACTIVOS PARA ACIDEZ TITULABLE

Preparación de reactivos y soluciones utilizadas en la determinación del porcentaje de acidez titulable

-Hidróxido de Sodio 0.1N

Pesar en balanza semianalítica, 4.0 g de Hidróxido de Sodio, el cual deberá estar contenido en un beaker de 250 ml. Luego adicionar al beaker, aproximadamente 200 ml de agua libre de CO₂ sobre un baño de hielo y agitar hasta disolver completamente.

Transferir la solución contenida en el beaker a un frasco volumétrico de 1000 ml y llevar a volumen con agua libre de CO₂. Homogenizar y envasar en frasco plástico, estandarizar como sigue:

Pesar exactamente alrededor de 5g de biftalato de potasio previamente secado a 120 °C por 2 horas, disolver en 75 ml de agua libre de CO₂.

Agregar 2 gotas de fenolftaleína TS, y titular con la solución de hidróxido de sodio hasta la producción de un color rosado permanente.

- Fenolftaleína TS.

Disolver 1 g de fenolftaleína en 100 ml de alcohol.

ANEXO N°16

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA
DEL JUGO DE TUNA, A TRAVÉS DEL MÉTODO DE LA AOAC,
REALIZADO EN EL LABORATORIO DE PROCAFE**



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
SECCIÓN ESPECIALES



INFORME No. : 21

PROPIETARIO: Adriana maría Mendoza
DIRECCIÓN: 8ª. Av. Norte y 6ª. C. Pte. #11
TELÉFONO: 2447-9622

FECHAS	
RECEPCIÓN:	03/02/2011
ANÁLISIS:	07/02/2011
EMISIÓN:	17/02/2011

RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS DE ESPECIALES

TIPO DE ANÁLISIS	EC-24
	TIPO DE MUESTRA
	JUGO DE TUNA %P/V
PROTEINA	1.56

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

METODOLOGÍA UTILIZADA:

PROTEINA:	<i>Method 978.04, Nitrogen (Total) (Protein Crude) in Plants, Kjeldahl Method, Reference A.O.A.C 3.5.09, 16th. Edition.</i>
-----------	--

NOTA: FACTOR DE PROTEINA 6.25

1/1




Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos


Lic. Ana Delmy Figueroa
Técnico Analista

El café es vida

Avenida Manuel Gallardo y 13 calle Poniente, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C.A.

PBX: (503) 2288-3088. Fax: (503) 2228-0669.

E-mail: info@procafe.com.sv • www.procafe.com.sv

ANEXO N° 17
CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE MINERALES: CALCIO Y POTASIO
EN EL JUGO DE TUNA



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
 LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS
SECCIÓN ESPECIALES



INFORME No. : 34

PROPIETARIO: Karen Stephanie Lemus
 DIRECCIÓN: 5Av. Sur entre 17 y 19 Calle Ote., #19
 TELÉFONO: 2440-3208

FECHAS	
RECEPCIÓN:	25/02/2011
ANÁLISIS:	28/02/2011
EMISIÓN:	10/03/2011

RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS ESPECIALES

TIPO DE ANÁLISIS	EC-124
	TIPO DE MUESTRA
	JUGO DE TUNA P/V
CALCIO TOTAL	0.06%
POTASIO TOTAL	0.13%

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

METODOLOGÍA UTILIZADA:

CALCIO Y POTASIO:	Method 975, Metals in Plants and Pet Foods, Atomic Absorption Spectrophotometric Method, Reference A.O.A.C 3.2.05, 16th. Edition.
-------------------	---




 Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos
El Café es Vida


 Lic. Ana Delmy Figueroa
Técnico Analista

Avenida Manuel Gallardo, y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, la libertad, El Salvador, C.A.
 PBX: (503)2288-3088, FAX(503) 2228-0669, E-mail info@procafe.com.sv, <http://www.procafe.com.sv>

ANEXO N° 18
CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE HUMEDAD, GRASAS Y VITAMINA C
EN EL JUGO DE TUNA



FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL

Laboratorio de Calidad Integral



UNIDAD DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Pag. 1 / 1

REPORTE DE ANÁLISIS VARIOS

MUESTRA 11043041 - 01

DATOS GENERALES

Muestra: JUGO DE TUNA(NOPAL)

Solicitante: ADRIANA MARIA MENDOZA RAMOS

Responsable: ADRIANA MARIA MENDOZA RAMOS

Dirección: SAN SALVADOR

Teléfono: 2447-9622

Fax :

Correo Electronico:

FECHAS

Recibido : 27/04/2011

Análisis : 11/05/2011

Reporte : 09/06/2011

ANÁLISIS

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	Unidades	Método	Referencia
C046 Humedad	87.40	%	Gravimétrico	Analizador halógeno HR73
C088 Contenido materia grasa	0.38	%	Rose Gottlieb	AOAC, 16 Ed. 1995
N012 Vitamina C Método Titrimétrico	67.18	mg/100g	2,6-Dicloroindofenol	AOAC, 16 Ed. 1995

OBSERVACIONES

Resultados por duplicados Grasa : a) 0.40 b)0.37 Vitamina C : a) 66.3834 b) 67.9847

Ana María Villalta Novoa

Jefe Unidad Físico Químico
Lic. Ana María Villalta Novoa



Nota: Esta muestra fue tomada o remitida por Cliente

El informe no debe ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.

No se recibirán reclamos después de 45 días del ingreso de la muestra.

FSC 36.01 V.5 23/08/10

Urb. y Blvd. Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, C. A. e-mail: laboratorio@fusades.org

Tel. (503) 2248-5681 Fax: (503) 2248-5669, sitio web: www.fusades.org ó www.fusadeslab.org

UN PROGRAMA DE LA FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL

ANEXO N° 19

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE VITAMINA A EN EL JUGO DE TUNA.



FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL

Laboratorio de Calidad Integral



Pag. 1 de 1

UNIDAD FISICOQUIMICO DE ALIMENTOS
AREA DE RESIDUOS
INFORME DE RESULTADOS

No. DE MUESTRA: 11043041-01
ETIQUETADA COMO: JUGO DE TUNA(NOPAL)

CLIENTE: ADRIANA MARIA MENDOZA RAMOS
DIRECCION: SAN SALVADOR

RESPONSABLE: ADRIANA MARIA MENDOZA RAMOS
TELEFONO: 2447-9622 FAX:
CORREO ELECTRONICO:

FECHA DE RECIBIDA: 27/04/2011
FECHA DE ANALISIS: 02/05/2011
FECHA DE INFORME: 19/05/2011

COD	DETERMINACION	RESULTADO ± INCERT	LDM	UNIDADES	METODO	REFERENCIA
R110	Vitamina A (UI)	ND	67.1	UI/100 g	HPLC-FLD	Hoffmann-La Roche

** Acreditado bajo NSR ISO/IEC 17025:05

ND: No detectado COD: Código LDM: Menor concentracion detectable con el metodo
INCERT: Incertidumbre expandida con k=2, Nivel de Confianza aproximado = 95%
AOAC: Official Methods of Analysis, 16 th Edition, Volume II, 1995
HPLC for Food Analysis: Angelika and Rainer, Agilent Technologies Company, Germany, 2001
El informe no debe ser reproducido parcialmente sin la aprobacion escrita del Laboratorio
Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio
La muestra fue tomada o remitida por Cliente
No se recibirán reclamos después de 45 días del ingreso de la muestra

Ana María Villalta
Licda. Ana María Villalta
Gerente de Fisicoquimico de Alimentos



FSC 36.1 V.3 08/07/09

Urb. y Blvd. Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, C. A. e-mail: laboratorio@fusades.org
Tel. (503) 2248-5681 Fax: (503) 2248-5669, sitio web: www.fusades.org ó www.fusadeslab.org

UN PROGRAMA DE LA FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIA

ANEXO N° 20
CÁLCULOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL
NUTRICIONAL DEL JUGO DE TUNA

1. Calculo par la determinación de porcentaje de la ingesta diaria de proteína al consumir un vaso de jugo equivalente a 250 mL

En el Resultado del análisis para la determinación de proteína se obtuvo un porcentaje en P/V de 1.55 %, a partir de estos dato se obtuvo el porcentaje equivalente a la ración diaria recomendada que es de 58 g.

Gramos por vaso de jugo (250mL)

$$\text{g de proteína por vaso} = \frac{1.55 \text{ g}}{100\text{ml}} \times 250 \text{ ml}$$

$$\text{g de proteína por vaso} = 3.88 \text{ g}$$

Porcentaje cubierto de la ración diaria

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta proteínas} = \frac{\text{ingesta en un vaso 250 mL (g)}}{\text{Ingesta recomendada (g)}} \times 100$$

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta proteínas} = \frac{3.88\text{g}}{58 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta proteínas} = 6.68 \%$$

2. Calculo para la determinación de porcentaje de calcio y potasio en la ingesta diaria al consumir un vaso de jugo de tuna (250 mL) al día.

En el Resultado del análisis para la determinación de minerales se obtuvo un porcentaje en P/V de 0.06% de Calcio y 0.13% de Potasio a partir de estos dato se obtuvo el porcentaje equivalente a la ración diaria recomendada que es de 1200 mg para Calcio y 3100 para Potasio.

Calcio

Miligramos por vaso de jugo

$$\text{g de calcio por vaso} = \frac{0.06 \text{ g}}{100\text{ml}} \times 250 \text{ ml}$$

$$\text{g de calcio por vaso} = 0.15$$

$$\text{mg de calcio por vaso} = \frac{0.15\text{g}}{1\text{g}} \times 1000\text{mg}$$

Porcentaje cubierto de la ración diaria con un vaso de jugo de tuna

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta de calcio} = \frac{\text{mg por vaso}}{\text{mg de ingesta total}} \times 100$$

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta de calcio} = \frac{150\text{mg}}{1200\text{mg}} \times 100$$

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta de calcio} = 12.5\%$$

Potasio:

Miligramos por vaso de jugo de 250 mL

$$\text{g de potasio por vaso} = \frac{0.13 \text{ g}}{100\text{ml}} \times 250 \text{ ml}$$

$$\text{g de potasio por vaso} = 0.325\text{g}$$

$$\text{mg de potasio por vaso} = 325$$

Porcentaje cubierto de la ración diaria con un vaso de jugo al día:

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta de potasio} = \frac{\text{mg por vaso (250 mL)}}{\text{mg de ingesta total}} \times 100$$

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta de potasio} = \frac{325\text{mg}}{3100\text{mg}} \times 100$$

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta de potasio} = 10.48\%$$

**4. Calculo para el contenido de Grasa al consumir un vaso de jugo de tuna
(250 mL)**

El contenido de grasa en la muestra de jugo de tuna, según el análisis de FUSADES, fue de 0.38%

Gramos por vaso de jugo (250 mL)

$$\text{g de grasa por vaso} = \frac{0.38\text{g}}{100\text{ml}} \times 250 \text{ mL}$$

$$\text{g de grasa por vaso} = 0.95\text{g}$$

Porcentaje cubierto de la ración diaria:

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta de grasa} = \frac{\text{g por vaso (250 mL)}}{\text{g de ingesta total}} \times 100$$

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta de grasa} = \frac{0.95\text{g}}{83\text{g}} \times 100$$

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta de grasa} = 1.14\%$$

5. Cálculo para el contenido de Cenizas

Para la determinación del contenido de cenizas (%) se utilizaron los siguientes datos:

Cuadro N° 1: Datos utilizados en el cálculo de Porcentaje de Ceniza

Repetición	Crisol vacío (g)	Muestra (g)	Ceniza (g)
1	28.855	5.238	0.016
2	22.317	5.073	0.010
3	19.205	5.122	0.012

Muestra 1

$$\text{Contenido de Cenizas (\%)} = \frac{W_2}{W_1} \times 100$$

Donde:

Peso (g) de la muestra = W_1

Peso (g) de las cenizas = W_2

$$\text{Contenido de Cenizas (\%)} = \frac{0.016\text{g}}{5.238\text{g}} \times 100$$

$$\text{Contenido de Cenizas(\%)} = 0.3054\%$$

Muestra 2 = 0.1971%

Muestra 3 = 0.2343%

Promedio = 0.2456%

6. Calculo para el contenido de Carbohidratos

Para la determinación del contenido de carbohidratos (%) se utilizaron los siguientes datos:

Porcentaje de los Conceptos utilizados en la determinación de Carbohidratos

Concepto	%
Cenizas (Ce)	0.2456%
Humedad (H)	87.35%
Proteína (P)	1.55%
Grasa (F)	0.38%

$$\% \text{Carbohidrato} = 100 - (\%H + \%P + \%F + \%Ce)$$

$$\% \text{Carbohidrato} = 100 - (87.35\% + 1.55\% + 0.38\% + 0.2456\%)$$

$$\% \text{Carbohidrato} = 100 - (89.53)$$

$$\% \text{Carbohidrato} = 10.47\text{g}/100 \text{ mL}$$

Gramos de carbohidratos que se obtienen al ingerir un vaso de jugo de tuna (250 mL)

$$\text{g de carbohidratos por vaso} = \frac{10.47 \text{ g}}{100 \text{ ml}} \times 250 \text{ ml}$$

$$\text{g de carbohidratos por vaso} = 26.18 \text{ g}$$

Porcentaje de la ración recomendada de carbohidratos cubierta al ingerir un vaso de jugo de tuna al día

$$\% \text{ de la ración cubierta de Carbohidratos} = \frac{\text{g por vaso de jugo}}{\text{g de ingesta total}} \times 100$$

$$\% \text{ de la ración cubierta de Carbohidratos} = \frac{26.18 \text{ g}}{130 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{ de la ración cubierta de Carbohidratos} = 20.14 \%$$

7. Calculo par la determinación de porcentaje de Valor Calórico

Para la determinación del Porcentaje de Valor Calórico es necesario tomar en cuenta los siguientes datos:

Porcentajes de los Nutrimientos utilizados en la determinación del porcentaje de Valor Calórico

Concepto	Porcentaje (%)	Calorías
Proteína (P)	1.5%	4.0
Grasa (L)	0.38%	9.0
Carbohidratos (C)	10.47%	3.75

$$\% \text{ Valor Calórico} = (P \times 4.0) + (F \times 9.0) + (C \times 3.75)$$

$$\% \text{ Valor Calórico} = (1.55\% \times 4.0) + (0.38\% \times 9.0) + (10.47\% \times 3.75)$$

$$\% \text{ Valor Calórico} = (6.2) + (3.42) + (39.26)$$

$$\% \text{ Valor Calórico} = 48.88 \text{ Kcal/100g}$$

Calorías por vaso de jugo (250 mL)

$$\text{Calorias por vaso} = \frac{48.88 \text{ Kcal}}{100\text{ml}} \times 250 \text{ ml}$$

$$\text{Calorias por vaso} = 122.22 \text{ Kcal}$$

Porcentaje cubierto de la ración diaria de calorías con un vaso de jugo de tuna

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta por calorías} = \frac{\text{Ingesta máxima (g)}}{\text{Ingesta en un vaso(g)}} \times 100$$

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta por calorías} = \frac{122.22\text{Kcal}}{2500 \text{ Kcal}} \times 100$$

$$\% \text{ de la ración diaria cubierta calorías} = 4.89 \%$$

8. Calculo para la determinación de acidez titulable

$$\% \text{Acidez titulable} = \frac{4.1 \text{ ml} \times 0.095 \times 0.064 \text{ meq}}{5 \text{ ml}} \times 100$$

$$\% \text{Acidez tituble} = 0.498$$

Se realizó el mismo procedimiento para las dos muestras restantes obteniéndose los valores los siguientes valores:

Muestra 2: % Acidez Titulable = 0.522

Muestra 3: % Acidez Titulable = 0.498

Promedio: 0.506 mg/ 100 mL de ácido cítrico

9.0 Calculo para la determinación de NaOH 0.1N

$$N = \frac{\text{mg de muestra}}{\text{Volumen titulante} \times \text{meq. Biftalato Potasio}}$$

$$N = \frac{205\text{mg}}{10.1 \text{ ml NaOH} \times 204.23\text{meq.}}$$

$$N_1 = 0.099$$

$$N_2 = 0.095$$

$$N_3 = 0.095$$

ANEXO No 21

CERTIFICADO DE LA CLASIFICACION TAXONOMICA DE LA ESPECIE

Opuntia ficus-indica



Antiguo Cuscatlán, jueves 7 de julio de 2011

A quien interese:

Por medio de la presente hago constar que se presentaron a biblioteca y herbario del Jardín Botánico La Laguna las señoritas **Adriana María Mendoza Ramos** y **Karen Stephanie Lemus**, manifestando ser estudiantes de la carrera de Licenciatura en Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, con la intención de identificar 1 muestra botánica conocida comúnmente como "tuna" y científicamente como *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., perteneciente a la familia **CACTACEAE**

Aprovecho a la vez para manifestar que se les proporciono a la vez información taxonómica y etnobotánica de dicha especie.

Y para el uso que los interesados estimen conveniente, se les extiende la presente nota.

Atentamente.




Dagoberto Rodríguez Delcid
Sección Técnica Científica
Herbario LAGU
Curador



ANEXO N°22
FOTOGRAFIAS DE DETERMINACION DE CENIZAS



a) Jugo de tuna previamente pesado en cada crisol



b) Etapa de carbonización de las muestras en hotplate



c) Muestras de jugo de tuna carbonizadas y listas para introducirlas en la mufla.



d) Cenizas del jugo después de permanecer en la Mufla por 1h a 550 °C

Fig. N°30 Determinación de cenizas en el jugo de tuna.

ANEXO Nº 23

**FOTOGRAFÍAS DE PREPARACION DE LAS MUESTRAS PARA EL
ANÁLISIS SENSORIAL (PRUEBA HEDONICA)**



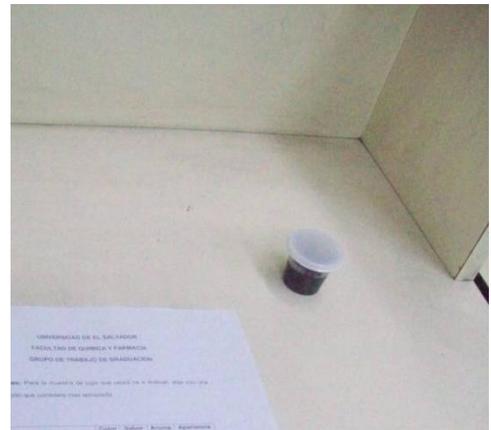
a) Preparación del equipo de extracción.



b) Obtención del jugo de tuna



c) Jugo de tuna.



d) Jugo de tuna envasado en copitas plásticas transparentes para el Análisis Sensorial

Fig. N°31 Preparación de jugo de tuna para la Prueba Hedónica

ANEXO N° 24

FOTOGRAFIAS DE LA REALIZACION DE LA PRUEBA HEDONICA



a) Estudiantes realizando el test Hedónico.



b) Catador realizando la prueba de aroma.

Fig. N°32 Realización de Prueba Hedónica.

ANEXO N° 25

MAPAS DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURAS EN EL SALVADOR



PROMEDIO ANUAL DE HUMEDAD RELATIVA EL SALVADOR

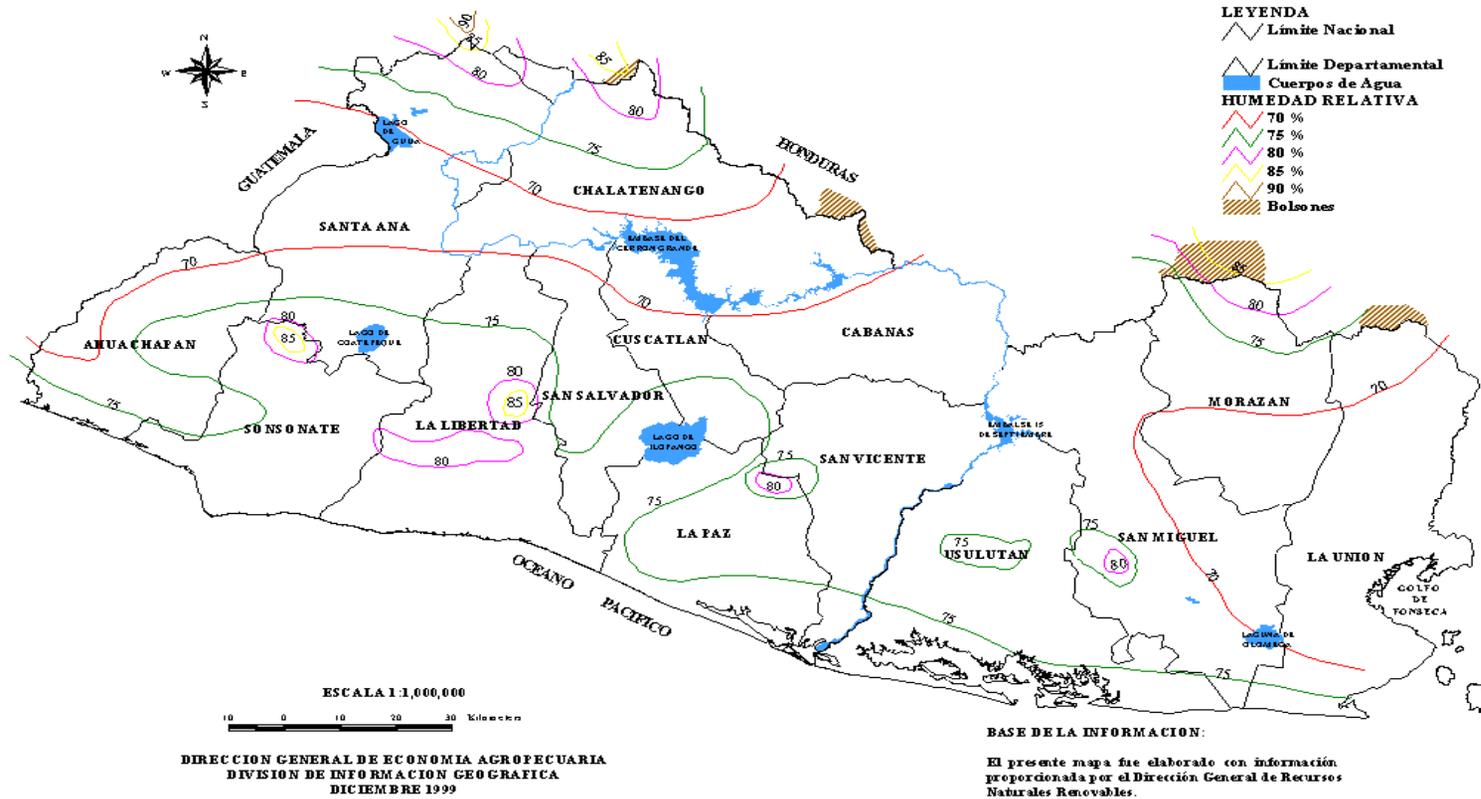


Fig. N° 33 Mapa de las Humedades relativas en El Salvador

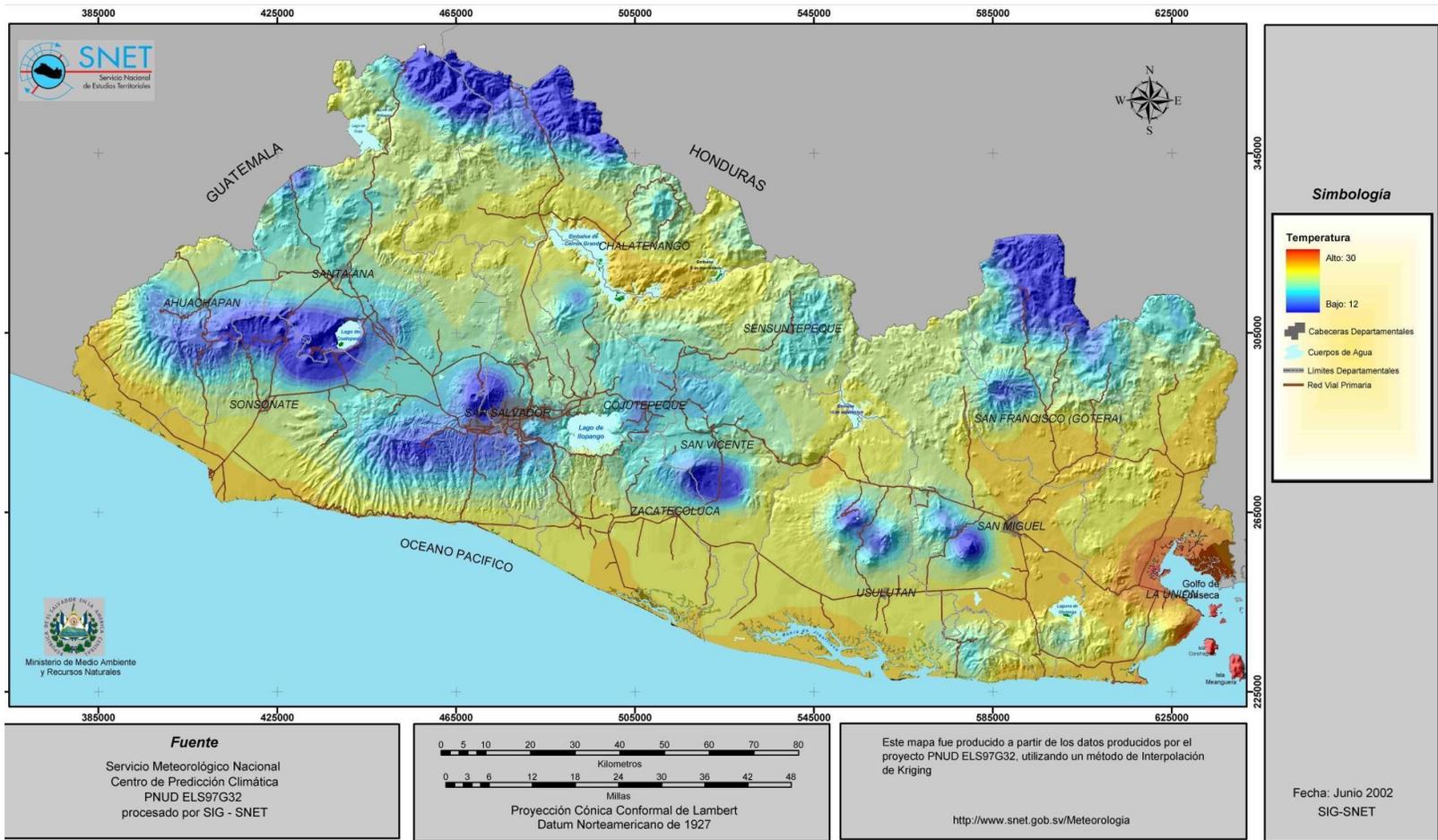


Fig. N° 34 Mapa de Temperaturas de El Salvador