

300627

17

29



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

DESARROLLO DE TECNOLOGIAS PARA
LA UTILIZACION DE LA TUNA BLANCA
(Opuntia ficus-indica)

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A
LUIS HUMBERTO RENTERIA ARELLANO

Director de Tesis: Q. Irene Montalvo Velarde

MEXICO, D. F.

1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZO EN EL
LABORATORIO DE INVESTIGACION Y CONTROL DE
CALIDAD DE PLANTAS PILOTO DE ALIMENTOS DEL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA BIOQUIMICA DEL
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL BAJO LA ASESORIA
DE: ING. ADRIANA QUINTANAR GUZMAN**

**MI AGRADECIMIENTO A LAS AUTORIDADES, MAESTROS
Y DIRECTORA DE TESIS, ASI COMO A LA ESCUELA DE
QUIMICA DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE POR EL APOYO
Y GRAN AYUDA EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO**

**A DIOS:
POR DARME LA OPORTUNIDAD
DE VIVIR APRENDIENDO LO
MARAVILLOSO QUE ES EL MUNDO
DE LA QUIMICA**

**A MIS PADRES LEONOR Y MARIANO:
POR SU GRAN APOYO, ENTENDIMIENTO,
ENSEÑANZAS, EJEMPLO Y AMOR QUE
SIEMPRE ME HAN DADO.**

LOS AMO

**A MIS ABUELOS, TIOS Y PRIMOS
POR COMPARTIR LAS ETAPAS
DE MI VIDA CON INTERES Y
CUIDADOS PARA MI PERSONA**

**A MIS HERMANOS: MARIANO, MONY,
LEO, CUAU Y LAURA POR QUE SON
LO MEJOR QUE TENGO PARA APRENDER,
CONFIAR Y DISFRUTAR EN LA VIDA.**

**A JORGE FERNANDEZ DE LARA Y
RICARDO ESCALANTE PORQUE
JUNTOS APRENDIMOS, SUFRIMOS
Y DISFRUTAMOS LOS MOMENTOS
INOLVIDABLES DE LA CARRERA Y
POR SU COLABORACION EN LA
ELABORACION DE ESTE TRABAJO**

**A LUIS, JAIME, VICTOR, LOBITO
BOTANA, PASCUAL, RUBEN,
ARMANDO, SAMUEL Y TODOS MIS
AMIGOS DEL C.C.C, DE LA
PREPARATORIA DE LA
UNIVERSIDAD LA SALLE Y A
TODOS AQUELLOS QUE POR
OLVIDO NO INCLUYO.**

INDICE

I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVO	3
II.JUSTIFICACION	5
IV. GENERALIDADES	10
4.1. Antecedentes históricos	11
4.2. Localización	12
4.3. Clasificación Botánica	12
4.4. Descripción Botánica	12
4.5. Variedades de tunas	13
4.6. Valor nutricional de la tuna	14
4.7. Función de los ingredientes en la jalea	14
4.8. Función de los ingredientes en el refresco en polvo	15
4.9. Gelatinas	15
V. MATERIALES Y METODOS	18
5.1. Análisis del fruto fresco	19
5.2. Análisis del refresco en polvo	20
5.3. Análisis de la jalea	20
5.4. Análisis de la gelatina vegetal	21
5.5. Análisis microbiológicos	21
5.6. Formulación de productos	21
5.7. Elaboración de productos	24
VI. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	29
VII. CONCLUSIONES	36
VIII. ANEXO	39
IX. BIBLIOGRAFIA	49

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA I: PRODUCCION AGRICOLA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 1988	8
TABLA II: INVENTARIO FRUTICOLA. "TUNA BLANCA" 1990	9
TABLA III: VALOR NUTRICIONAL DE LA TUNA BLANCA	17
TABLA IV: ANALISIS DE VITAMINAS Y MINERALES DE LA TUNA	17
TABLA V: FORMULACIONES DE JALEA DE TUNA	22
TABLA VI: FORMULACIONES DE REFRESCO EN POLVO	23
TABLA VII: FORMULACIONES DE GELATINA VEGETAL	23
FIGURA I: JALEA DE TUNA	26
FIGURA II: REFRESCO EN POLVO	27
TABLA VIII: GELATINA VEGETAL	28
TABLA VIII: ANALISIS BROMATOLOGICO DEL FRUTO FRESCO	30
TABLA IX: ANALISIS QUIMICO DEL FRUTO FRESCO	31
TABLA X: ANALISIS QUIMICO DE LA JALEA	32
TABLA XI: ANALISIS QUIMICO DEL REFRESCO EN POLVO	33
TABLA XII: ANALISIS QUIMICO DE LA GELATINA VEGETAL	34
TABLA XIII: ANALISIS MICROBIOLOGICOS DE PRODUCTO TERMINADO	38

I. INTRODUCCION

I. INTRODUCCION

La tuna blanca (*Opuntia ficus-Indica*) es un fruto de las cactáceas que tiene un potencial de consumo muy elevado en nuestro país.

Su facilidad para la siembra en casi cualquier tipo de suelo y clima la hacen un producto sumamente cosechado por grupos de agricultores mexicanos en todo el país.

Sin embargo, el principal problema de este fruto radica en los oscurecimientos que presenta durante el almacenamiento debido a golpes, mal manejo en el transporte y descarga, ataques microbiológicos etc. Otro problema que vale la pena señalar es el que la tuna es un producto que únicamente se vende y se consume en estado fresco; por lo que los productores no tienen la opción de otro tipo de venta mas que el de venta al público.

Es por lo anterior que se busca el desarrollar técnicas de industrialización para el uso de estos frutos, ya que sus propiedades químicas y organolépticas no se pierden con los oscurecimientos, ya sean provocados por microorganismos o enzimáticos, ni con los procesos.

Las técnicas elaboradas deben ser de fácil realización y bajo costo, ya que tenemos que considerar que la tuna es cultivada en su mayoría por agricultores de nivel socioeconómico medio-bajo.

Con esto, también se busca el incrementar el mercado de exportación de la tuna, ya que últimamente países europeos, americanos y asiáticos han mostrado interés por este fruto.

II. OBJETIVO

II. OBJETIVO

Desarrollar tecnologías para la elaboración de jalea, refresco en polvo y gelatina vegetal a partir de tuna blanca (*Opuntia ficus-indica*).

2.1. Objetivos específicos

2.1.1. Realizar el análisis bromatológico del fruto fresco para conocer las características de calidad de la materia prima.

2.1.2. Proponer formulaciones para la realización de jalea, refresco en polvo y gelatina vegetal.

2.1.3. Desarrollar las tecnologías para la elaboración de los productos propuestos con base en la mejor formulación seleccionada.

2.1.4. Realizar análisis químicos y microbiológicos de los productos terminados y comparar los resultados obtenidos con los que marca la Norma Oficial Mexicana para productos similares.

III. JUSTIFICACION

III. JUSTIFICACION

La tuna es por lo general una fruta de pulpa jugosa con muchas semillas suaves y rica en azúcares. Además contiene pequeñas cantidades de vitamina C, aminoácidos, lípidos, fósforo, hierro y calcio.

Una gran proporción de la tuna producida en el país se consume localmente en estado fresco y una pequeña cantidad se exporta a los E.U.A. y Canadá. Recientemente algunos países europeos y el Japón han mostrado interés en la importación de esta fruta.

El cultivo del nopal tunero, en los últimos años, ha tenido un gran incremento (Tablas I y II), hecho que ha motivado el interés para extender su comercialización en estado fresco al interior del país y al extranjero; sin embargo, se ha encontrado que la vida útil del fruto a temperatura ambiente sin ningún tratamiento se ve afectada después de un período de 9 días, presentándose un alto porcentaje de pérdidas debido a manchas y/o putrefacciones que son ocasionadas por el mal manejo que suele darse al producto durante el corte, recolección y transporte, lo cual favorece principalmente el ataque de microorganismos (11).

Es por lo anterior que surge la necesidad de crear tecnologías para la industrialización de la tuna con el objeto de disminuir estas pérdidas utilizando los frutos que no están presentables para su comercialización como fruto fresco pero que mantienen sus características nutricionales y sensoriales sin alteraciones.

A partir de estos frutos, se desarrollarán tres productos (jalea, refresco en polvo y gelatina vegetal) que cumplan con las características nutricionales y sensoriales aceptadas por el consumidor y por las Normas Oficiales Mexicanas para productos similares.

La selección de los tres productos a desarrollar fué realizada en base a la composición bromatológica de la tuna y a la poca complejidad que existe en los procesos de elaboración.

También se consideró el bajo costo de producción y de las materias primas y la poca complejidad en las operaciones unitarias de producción como factor importante en la selección de estos productos.

Es importante considerar el bajo costo de producción y de las materias primas ya que los principales productores de tuna en nuestro país son agricultores de zonas rurales y por lo tanto de un nivel socioeconómico medio-bajo, por lo que se les sería casi imposible el contar con procesos de alta tecnología y elevados costos.

Con la elaboración de estos productos se pretende ampliar la posibilidad de comercialización de este fruto y beneficiar el aspecto económico de los agricultores de esta fruta.

Por último, cabe aclarar que los productos propuestos no son los únicos con posibilidades de desarrollarse, ya que la tuna presenta una composición química y características físicas adecuadas para elaborar una gran cantidad de productos industrializables con alto potencial económico y nutricional.

TABLA I: PRODUCCION AGRICOLA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. "LA TUNA"
CONAFRUT, 1988. (6)

ESTADO	SUPERFICIE		PRODUCCION (TON)	RENDIMIENTO (TON/Ha)	VALOR DE PRODUCCION (MILES PESOS)	PRECIO MEDIO RURAL (PESOS/TON)	EPOCA DE COSECHA
	SEMBR. (Ha)	COSECH. (Ha)					
AGS.	3600	800	400	5	400,000	100,000	JUL-SEP
B.C.N.	52	38	1115	29	89,200	80,000	MAY-JUN
B.C.S.	21	—	—	—	—	—	—
COAH.	50	50	155	3	38,750	250,000	AGOSTO
D.F.	3346	3300	231	0.07	23,100	100,000	JUL-SEPT
DURANGO	680	289	2152	8	322,800	150,000	JUL-SEPT
GTO.	6200	2040	12240	6	1,836,000	150,000	JUL-SEPT
HGO.	9116	4409	20897	4.7	1,671,760	80,000	AGO-SEP
JALISCO	1024	1024	1229	1.2	38,870	30,000	JUL-AGO
EDO.MEX.	4169	3833	81064	21.12	21,563,050	266,000	JUL-SEP
MICH.	266	266	113	0.5	10,170	90,000	JUN-SEP
NAYARIT	276	—	—	—	—	—	—
OAXACA	667	600	3598	6	395,769	110,000	JUN-SEP
PUEBLA	600	500	3000	6	450,000	150,000	MAY-AGO
QRO.	2437	248	744	3	44,640	80,000	JUL-SEP
S.L.P.	6218	1811	21730	12	1,434,138	66,000	AGO-SEP
TAMPS.	1578	838	4690	5	489,000	100,000	AGO-SEP
TLAX.	50	50	450	9	27,585	61,300	AGO-SEP
ZAC.	14062	3563	21378	6	2,137,800	100,000	JUN-NOV
TOTAL	54412	23739	178786	7.5	30,950,632	—	—

TABLA II: INVENTARIO FRUTICOLA. "TUNA BLANCA". SARH. SUBSECRETARIA DE PLANEACION. 1990. (27)

ESTADO	SUPERFICIE		PRODUCCION (TON)	RENDIMIENTO (TON/Ha)	PRECIO/TON (MILES)
	SEMBR. (Ha)	COSECH. (Ha)			
AGS.	400	820	5270	6.4	120,000
B.C.N.	100	73	2710	37.1	90,000
B.C.S.	15	---	---	---	---
CAMP.	---	---	---	---	---
COAH.	71	26	110	4.2	270,000
COLIMA	---	---	---	---	---
CHIAPAS.	---	---	---	---	---
CHIH.	---	---	---	---	---
D.F.	5723	5690	396	0.07	120,000
DURANGO	715	327	3510	10.7	190,000
GTO.	5915	4032	25726	6.4	185,000
GRO.	---	---	---	---	---
HGO.	10006	6728	37898	5.6	95,000
JALISCO	1973	1935	3470	1.8	75,000
MEX.EDO.	7930	7930	165000	20.8	290,000
MICH.	453	320	270	0.8	110,000
MORELOS	---	---	---	---	---
NAYARIT	254	---	---	---	---
N. LEON	---	---	---	---	---
OAXACA	826	825	6311	7.6	130,000
PUEBLA	610	610	5710	9.4	170,000
QRO.	2839	520	925	1.8	75,000
Q. ROO	---	---	---	---	---
S.L.P.	8219	4051	73150	1.8	75,000
SINALOA	---	---	---	---	---
SONORA	---	---	---	---	---
TABASCO	---	---	---	---	---
TAMPS.	2333	1851	6000	3.2	120,000
TLAX.	110	---	---	---	---
VER.	---	---	---	---	---
YUCATAN	---	---	---	---	---
ZAC.	20309	7590	87080	11.5	120,000
TOTAL	72401	43328	423536	9.8	---

IV. GENERALIDADES

IV. GENERALIDADES

4.1. Antecedentes históricos

"La tuna es un fruto de árboles a los que llamaban "nolpalli" que en lenguaje nahuatl quiere decir tunal o árbol que lleva tunas, los cuales son monstruosos y cuyo tallo se compone de las hojas y de las ramas. Las hojas mismas tienen espinas y la fruta que nace de estos árboles se llama tuna, la cual es de buen comer y muy apreciada" citaba Fray Bernardino de Sahagún (25).

Los españoles describían a la tuna como "un fruto amarillo por dentro a veces rojo o rosado, aunque existen algunas variedades que dan tunas rojas por fuera y moradas por dentro. Existían otros árboles que tenían las hojas redondas y pardillas o verdes, los cuales eran medianos, no ahijaban y que la fruta que estos daban eran redondas como los zapotes. También se destaca la existencia de otros árboles cuyas tunas son moradas y redondas y otras que eran blancas con hollejo grueso y acedo pero con el meollo dulce" (25).

La historia registra la importancia de la tuna y de las cactáceas entre las tribus prehispánicas según se deduce de sus tradiciones, teogonías, códices, monumentos descritos antes de su destrucción y de las numerosas voces con las que las designaron y que aún persisten en nuestros días (12).

Desde antes del descubrimiento de América, las distintas tribus que habitaban el Anahuac y muy especialmente los Náhuas, daban a la tuna un lugar preferente en la economía, pues gran parte de sus productos alimenticios, medicinales e industriales provenían de ellas (12).

Entre la vida económica, social y religiosa de los Náhuas, las cactáceas tuvieron un papel muy importante, fueron el emblema del país, pues el escudo de la gran Tenochtitlan ostentaba airesamente un nopal (12).

En su obra, Clavijero mencionaba: "aunque la planta que los haitianos llamaban tunas, los mexicanos nochtli y los más antiguos llamaban opuntia o árbol de pala o higo de las indias, según lo que hasta ahora he podido conocer, se encuentran 7 especies de tuna:

- Iztanochtli: de fruto blanco
- Coznochtli: de fruto amarillo
- Tlanochtli: de fruto blanco
- Tiapalnochtli: de color grana
- Tzapotnochtli: semejante al zapote
- Lacanochtli: tuna silvestre

-Xoconochtili: fruto y hojas ácidas" (24).

4.2. Localización

El continente Americano es la cuna de un fastuoso grupo vegetal: la familia de las cactáceas; y nuestro país tiene el privilegio de albergar en su territorio la mas grande variedad de géneros.

La variedad de tuna originaria de México se encuentra aclimatada en toda América, desde Canadá hasta la Patagónia y desde el nivel del mar hasta 4700 metros de altitud (22).

En el año de 1986 se registró una producción en México de 320 mil toneladas. Los estados que destacan por su producción fueron: Hidalgo, Oaxaca, Guanajuato, Jalisco, Zacatecas, Estado de México y San Luis Potosí. Internacionalmente destacan como productores de tuna: Italia, Estados Unidos Americanos, Brasil, Turquía e Israel.

4.3. Clasificación Botánica

El nopal pertenece a la familia de las cactáceas, género *Opuntia*, tribu *opunteoideas*; la tuna por lo tanto pertenece a la familia de las cactáceas, género *Opuntia*, subgénero *platypuntia* y especie *ficus-Indica*. Se le conoce como "nopal de Castilla", "tuna mansa", "tenocochtili" y "zapotnochtili", los frutos son generalmente rojos, amarillos o verdes (15).

4.4. Descripción Botánica

La tuna es una baya jugosa o semiseca de forma globosa, elíptica o piriforme y con o sin espinas. Su pulpa interior es blanca, amarilla o roja y de sabor dulce, aveces ligeramente ácido; sus semillas son anguladas, globosas y con tegumento duro (30).

Las cactáceas son plantas xerófitas, suculentas y resistentes a las sequías, su forma y estructura tan peculiares son el resultado de la adaptación a los desiertos en donde las lluvias son escasas y el clima caliente y seco.

La tuna tiene un peso promedio entre 30 y 180 gramos dependiendo de lo grueso de la cáscara. Su maduración comienza en los meses de Junio y Julio y está cubierta por un epicarpio o cáscara.

Es una baya unicelular, poliesperma, globosa-carnosa, de forma ovoide, esférica o en forma de clava; sus dimensiones y coloración varían de acuerdo a la especie de 4 a 12 cm de longitud y de color amarillo canario hasta rojo (30).

El epicarpio o cáscara de este fruto carnoso está formado exteriormente por una cutícula delgada, pergaminosa, opaca o lustrosa y provista de pequeños tubérculos aislados repartidos proporcionalmente, los cuales por lo general tienen numerosos grupos de espinas.

La pulpa es carnosa y está formada por los fonículos largos y esponjados de las semillas, las cuales contienen jugos azucarados de coloración clara. Cada semilla con sus fonículos forman una unidad globular que, estrechamente unidas entre sí, forman la globosidad de la pulpa (6).

Las semillas se encuentran proporcionalmente repartidas en todo el volumen de la pulpa. Su número, forma, tamaño y color varían según la especie; en las tunas chicas puede haber 50 y en las grandes más de 100. Las semillas son ovoides y más o menos auriculares y aplanadas. Su envoltura exterior es parda-amarillenta o bien listadas café oscuro brillante o mate, siendo su constitución de tal dureza que casi no es masticable y no digerible. Se ha encontrado que el total de las semillas de un fruto logran como promedio un 4.5% del peso total del mismo en algunas variedades cultivadas y silvestres.

La tuna está sentada sin péndulo en las pencas. La cantidad de proteína que contiene el fruto unida a su riqueza en azúcares, dan enorme importancia a su valor alimenticio. Contiene mucilago, sustancias pécticas y ácidos orgánicos (8).

4.5. Variedades de tunas

Existen dos familias de variedades de tunas: las silvestres y las cultivadas.

A) Silvestres:

-Tapona: Tamaño regular, redonda, con ahuetes y espinas; carnosa, grandes semillas aplanadas, poco dulce. Se cosecha en Julio y Agosto.

-Duraznillo: Muy pequeña y alargada, color blanco amarillento, con pulpa dulce o agria, semilla muy chica. Se cosecha en Julio y Agosto.

-Nudo: Color blanaca amarillenta, se cosecha en Julio y Agosto.

-Balleto: Tamaño regular, color amarillento. Se cosecha en Julio y Agosto.

-Barlotona: Muy grande, cáscara gruesa y de color amarillo claro al igual que la pulpa; semilla redonda, aplanada y poco abundante, sabor desabrido. Se cosecha en Julio y Agosto.

-Cardona: Pequeña, globosa, cáscara delgada de color rojo, muy dulce. Se cosecha en Agosto y Septiembre.

B) Cultivadas:

-Amarilla: Grande, de color amarillo, cáscara delgada, semilluda. Se cosecha en Agosto y Septiembre.

-Amarilla blanca: Muy grande, espinas largas, cáscara amarillo pálido y pulpa blanca. Se cosecha en Agosto y Septiembre.

-Pelón: Achatada, cáscara delgada, color anaranjado, sin espinas y muy dulce. Se cosecha en Junio y Julio (1).

4.6. Valor nutricional de la tuna

La tuna es un fruto que forma parte de la dieta principal de muchas regiones, especialmente en la República Mexicana, debido principalmente en su alto contenido de agua y azúcares (Tabla III) y a su aporte de varias vitaminas y minerales, destacando la vitamina C y el Fósforo (Tabla IV).

Si se considera la composición de la tuna en su base seca, en comparación con la mayoría de las frutas, se observa que también es una fruta con aporte de proteínas, grasas y fibra cruda, lo cual lo hace un alimento con un aporte energético elevado.

4.7. Función de los ingredientes dentro de la jalea

-Pectina:

La función de la pectina es la de gelificar rápidamente. Esto mantiene a la pulpa y a las partículas de fruta uniformes, sin el problema de una posible flotación.

Cada 100 gramos de pectina cítrica de 150 grados pueden gelificar 150 Kilogramos de azúcar con un contenido de sólidos del 65% para obtener una jalea de firmeza estándar, en presencia de una cantidad suficiente de ácido. Menos pectina y menos ácido se requieren para la misma cantidad de pulpa si se usa jugo de fruta, dependiendo de la cantidad de pectina que contenga el fruto.

-Azúcar:

El azúcar es un factor importante y primordial para que el producto tenga la consistencia deseada. Es el principal factor que interviene en el porcentaje de sólidos y sirve de referencia para conocer el estado de gelificación de la pectina, así como para dar el dulzor del producto.

El azúcar también tiene una función preservativa debido a la alta presión osmótica que tiene.

-Acido cítrico:

El ácido cítrico ayuda a formar la gelificación junto con la pectina; por otro lado comunica acidez mejorando el sabor y operando como preservativo para la inhibición del crecimiento microbiano. Una acidez adecuada es necesaria para la buena gelificación de la jalea.

4.8. Función de los ingredientes dentro del refresco en polvo**-Acido cítrico:**

En el secado de tuna, se agrega ácido cítrico como un reforzador de sabor al utilizar este secado como una base para la elaboración de un refresco en polvo; por otro lado, tiene una acción antimicrobiana conjunta con la baja actividad de agua de un producto seco.

-Maltodextrina:

En el presente trabajo se utilizó la maltodextrina comercial Amidex-10, que es el producto de la hidrólisis controlada por métodos enzimáticos de almidón de maíz, obteniéndose de esta forma una mezcla de carbohidratos con los que se consiguen niveles bajos de dextrosa, por lo consiguiente las maltodextrinas son de sabor delicado y tienen muy poco o nada de dulzor.

Las maltodextrinas son consideradas por la FDA como un ingrediente reconocido como seguro, funcionan como acarreadores de sabor, estabilizantes y emulsificantes, inhiben la formación de aglomerados en el polvo prolongándose la vida de anaquel, no enmascaran el sabor, no imparten gusto harinoso o de almidón, mejoran el cuerpo y la textura y estabilizan la espuma.

4.9. Gelatinas

Los postres llamados "gelatinas" son productos elaborados a partir de una goma y generalmente de saborizantes y colorantes artificiales, los cuales se disuelven en agua caliente o fría (según la goma utilizada) para formar un producto gelificado de aspecto suave y fresco.

Las gelatinas se han diversificado a gran escala encontrando cada vez mas productos derivados de estas con diferentes modificaciones en sus características físicas, de sabor, color, textura, etc.

Comercialmente se encuentran presentadas en su base en polvo, para que el consumidor pueda elaborarla en su hogar en el momento deseado, evitando así el problema de la desgelificación que sufren las gelatinas ya elaboradas con el aumento de la temperatura.

Función de los ingredientes dentro del producto:

-Goma (Carragenina):

Las gomas son derivados del azúcar, generalmente presentes en las plantas en cantidades más pequeñas que los carbohidratos y exhiben las siguientes características:

- a) Está compuesta por cadenas de unidades que se repiten, pero las unidades son ácidos de azúcar más bien que azúcares simples.
- b) Son solubles en agua, especialmente en agua caliente.
- c) En una solución coloidal, contribuyen a la viscosidad impidiendo que se separen las partículas disueltas.
- d) Las gomas son añadidas a los alimentos a fin de espesarlos o estabilizarlos.

-Ácido cítrico:

En la gelatina tiene la función de dar el porcentaje de acidez especificado por las normas, aparte de contribuir como realzador de sabor de esta. Además del cítrico, también se pueden utilizar los ácidos fumárico, tartárico, adípico, maléico, etc.

TABLA III: VALOR NUTRICIONAL DE LA TUNA BLANCA

Composición química de la tuna blanca (6)

CONSTITUYENTE	%BASE HUMEDA	%BASE SECA
Humedad	86,6	—
Cenizas	0,26	1,94
Proteína	0,722	5,388
Grasa	0,172	1,29
Fibra	0,223	1,664
Acidez	0,052	0,388
Reductores totales	11,97	89,328
Reductores directos	10,42	77,76
pH (a 20 C)	5,35	5,35

TABLA IV: ANALISIS DE VITAMINAS Y MINERALES DE LA TUNA (6)

CONSTITUYENTE	mg/100 g
Tiamina	0,04
Riboflavina	0,03
Acido Ascórbico	20
Niacina	0,21
Fósforo	20,55
Hierro	0,42
Calcio	18

V. MATERIALES Y METODOS

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Análisis del fruto fresco

Para el análisis del fruto fresco se seleccionaron los frutos al azar no importando su aspecto físico, es decir, si se encontraban en perfecto estado o golpeadas o con oscurecimientos, etc. Los frutos se pelaron manualmente y posteriormente se desmillaron por medio de una despulpadora para manejar únicamente la pulpa durante los análisis.

Las frutas se consiguieron en la ciudad de Sn José Teotihuacan en el estado de Hidalgo, ya que es un lugar en donde se han presentado los problemas de pérdidas económicas debido a los defectos de presentación de la tuna en el mercado, y se muestrearon frutos de varios agricultores escogidos fortuitamente. En el desarrollo de este trabajo se utilizó la tuna blanca, no importando su variedad, ya que esta era desconocida por los agricultores de la zona.

A) Análisis Bromatológico: (13)

1. Humedad
2. Cenizas
3. Proteína (Kjeldhal)
4. Grasa (Soxhlet)
5. Fibra cruda
6. Carbohidratos

B) Análisis Químico: (13)

1. Reductores directos (Fehling)
2. Reductores totales (Fehling)
3. pH
4. Acidez titulable (% Acido cítrico)
5. Pectina
6. Vitamina C

5.2. Análisis del refresco en polvo de tuna

Los siguientes análisis (13) se realizaron al producto terminado dos semanas después de su elaboración durante las cuales se almacenó en bolsas de polietileno a temperatura y humedad ambiente.

1. Acidez titulable (% Acido cítrico)
2. pH
3. Humedad
4. Cenizas
5. Reductores totales (Fehling)
6. Reductores directos (Fehling)
7. Vitamina C

5.3. Análisis de jalea de tuna (13)

Este producto se analizó una semana después de haber sido envasado en caliente y posteriormente enfriado. El producto se encontraba envasado en frascos de vidrio lavados y cerrados manualmente.

1. Acidez titulable (% Acido cítrico)
2. pH
3. Humedad
4. Cenizas
5. Reductores totales (Fehling)
6. Reductores directos (Fehling)
7. Vitamina C
8. Grados Brix

5.4. Análisis de la gelatina vegetal de tuna

Los análisis (13) de este producto se realizaron durante la semana posterior a su elaboración, durante la cual el producto se guardó en bolsas de polipropileno.

1. Acidez titulable (%Acido cítrico)
2. pH
3. Humedad
4. Cenizas
5. Reductores totales (Fehling)
6. Reductores directos (Fehling)
7. Vitamina C
8. Grados Brix

5.5. Análisis microbiológicos de los productos terminados (2)

Los análisis microbiológicos se efectuaron a los tres productos tanto al término de su producción como después de pasado un mes, tiempo durante el cual los productos se almacenaron a temperaturas de entre 30 y 38 grados centígrados y humedad ambiente con el fin de acelerar el proceso de vida de anaquel de estos.

1. Cuenta estándar (Mesofílicos aeróbicos)
2. Coliformes
3. Hongos y levaduras

5.6. Formulación de productos

5.6.1. Jalea de tuna:

La extracción del jugo se efectuó triturando la fruta y luego, separando el jugo de la parte sólida por medio de presión.

La jalea se elaboró a partir de jugo de fruta y azúcar principalmente. La mezcla se concentra hasta unos 66 grados Brix, obteniendo un producto claro y transparente.

Después de la cocción se separa el jugo de la parte sólida por filtración. De la parte retenida en el filtro, se puede obtener un segundo jugo por presión, el cual no es tan claro como el primero y contiene menos pectina y ácido.

El poder de solidificación del jugo se puede evaluar mezclando 20 ml de jugo con 20 ml de alcohol al 95%. El jugo, con alto contenido de pectina, formará una consistencia gelatinosa que se rompe en varios pedazos. A este jugo no es necesario adicionarle pectina. El jugo pobre en pectina formará solamente pequeños coágulos y este sí necesitará pectina adicional para poder solidificarse. Siendo muy variable la composición del jugo, dependiendo del estado de madurez de la fruta y del método de extracción, no existen fórmulas fijas para las jaleas.

TABLA V: Formulaciones propuestas para la elaboración de jalea de tuna:

INGREDIENTE/FORMULACION	I	II	III
Jugo de tuna	44.19%	40.00%	42.70%
Azúcar	54.85%	59.00%	56.70%
Pectina	0.96%	1.00%	0.60%
	<u>100.00%</u>	<u>100.00%</u>	<u>100.00%</u>
Acido cítrico	Hasta obtener pH = 3.2		

5.6.2. Secado de tuna (Refresco en polvo)

En la deshidratación el objetivo es la eliminación del agua con un perjuicio mínimo para el alimento. La mayoría de los secadores logran un grado de sequedad total; es decir, de un 97 a un 98% de sólidos.

El uso del secado por aspersión está limitado a los alimentos que pueden ser asperjados, como los líquidos de baja viscosidad. La aspersión de estas gotitas diminutas hace posible el secado en cosa de segundos con el aire a unos 205 grados centígrados. Ya que el enfriamiento por evaporación de las partículas rara vez permite que su temperatura suba arriba de unos 83 grados centígrados, y en los sistemas correctamente diseñados se

sacan las partículas secas rápidamente de las zonas calientes, este método de deshidratación puede producir una calidad excepcionalmente alta en muchos materiales.

En el secado por aspersión generalmente introducimos el alimento líquido a una torre o cámara junto con el aire caliente. A medida que las gotitas finas hacen contacto con el aire caliente. A medida que las gotitas finas hacen contacto con el aire caliente, pierden su humedad instantáneamente, convirtiéndose en pequeñas partículas que caen al fondo de la torre de donde se les recoge. El aire caliente, ya cargado de humedad, es expulsado de la torre mediante un ventilador o soplador. El proceso es continuo; constantemente se introduce el alimento líquido por bombeo a la torre y se le atomiza, se suministra más aire caliente seco para reponer el aire húmedo que se va enfriando, y se recoge el producto seco a medida que cae al fondo del secador.

TABLA VI : Formulaciones propuestas para la elaboración de refresco en polvo:

INGREDIENTE/FORMULACION	I	II	III
Jugo de tuna	79.80%	79.55%	79.30%
Amilodextrina	19.95%	19.95%	19.95%
Acido cítrico	0.25%	0.50%	0.75%
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100.00%	100.00%	100.00%

5.6.3. Gelatina vegetal de tuna:

TABLA VII: Formulaciones propuestas para la elaboración de gelatina vegetal de tuna.

INGREDIENTE/FORMULACION	I	II	III
Tuna en polvo	95.60%	95.00%	96.00%
Carragenina	0.90%	1.00%	1.50%
Acido cítrico	3.50%	4.00%	2.00%
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100.00%	100.00%	100.00%

5.7. Elaboración de productos

5.7.1. Jalea de tuna:

Las tunas deben estar maduras y desespínadas; posteriormente se procede al pelado manual del fruto, teniendo el cuidado de no acarrear la pulpa junto con la cáscara. Se despulpa el fruto para separar las semillas del jugo. Se procede a la cocción del jugo a una temperatura de 88 grados centígrados aproximadamente, adicionando el azúcar poco a poco y agitando constantemente.

Quando la mezcla jugo-azúcar ha llegado a 60 grados Brix, se agregan tanto la pectina como el ácido y se continúa la concentración hasta llegar a 65 grados Brix. El pH de la mezcla debe oscilar entre 2.9 y 3.2. El producto se envasa caliente y se enfría en agua corriente para evitar una esterilización posterior.

5.7.2. Refresco en polvo de tuna:

Las tunas se pelan manualmente y se introducen en la despulpadora para separar el jugo de las semillas; el jugo ya desesimado se mezcla con el 20% de amidex-10 (amilodextrina) y se procede a homogeneizarlo en un molino coloidal pasándolo por este unas 10 veces. La mezcla homogeneizada se ajusta a un intervalo de sólidos entre 13 y 15 grados Brix para posteriormente introducirlo en el secador por aspersión a temperaturas de 175 grados centígrados de entrada y 110 grados centígrados de salida.

El producto ya seco se mezcla con una pequeña cantidad de ácido cítrico (0.25% a 1.0 %) para poder ser utilizado como refresco en polvo y se empaqa.

5.7.3. Gelatina vegetal de tuna:

Para la elaboración de la gelatina vegetal de tuna se parte del producto seco de la tuna, ya que se necesita formar una base en polvo para la posterior elaboración del producto.

El polvo de tuna se mezcla en seco con la goma (en este caso carragenina) y ácido cítrico según la formulación seleccionada. Posteriormente se homogeneiza la mezcla para tener un tamaño de partícula uniforme y se procede a empaarlo.

Las formulaciones se seleccionaron en base a los mejores productos obtenidos en cuanto a textura, sabor, color y características propias

de cada producto y de la tuna en sí, comparando las características de los productos con otras similares del mercado aunque de diferente sabor o presentación.

En las siguientes figuras número I, II, III, se muestran los diagramas de flujo que se siguieron para la elaboración de los productos propuestos.

FIGURA No. 1

JALEA DE TUNA

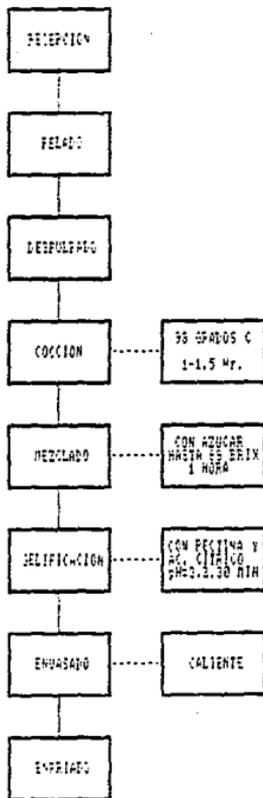


FIGURA No. 11

REFRESCO EN POLVO

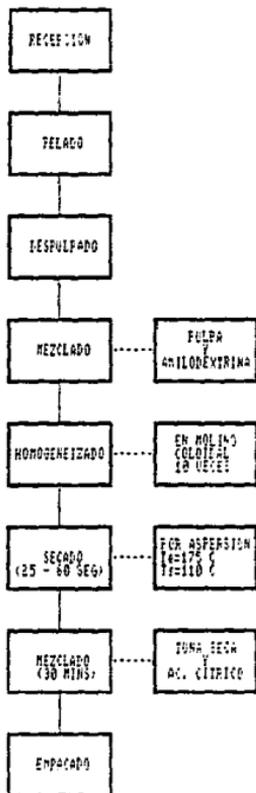


FIGURA No. 111
GELATINA VEGETAL DE TUNA



VI. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

VI. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS:

En los resultados obtenidos del análisis bromatológico del fruto fresco que se dan en la tabla VIII se observa que los valores para cada determinación son muy similares a los reportados en la literatura (6).

En la única determinación en la que no existe una concordancia es en la de la grasa, en la que el valor obtenido fué mas elevado que el reportado, lo cual se pudo deber a que en este trabajo las determinaciones fueron realizadas junto con las semillas, las cuales aportan la mayor parte del contenido de esta.

TABLA VIII: ANALISIS BROMATOLOGICO DEL FRUTO FRESCO

Determinación	%Base húmeda	%Base seca	Reportado (6)
Humedad	80.66	-----	86.600
Cenizas	0.45	2.33	0.260
Proteína	0.89	4.60	0.722
Grasa	1.90	9.83	0.172
Fibra	0.95	4.93	0.223
Carbohidratos	15.15	78.31	12.023
pH (a 20°C)	5.40	5.40	5.40

Dentro del análisis químico que se muestra en la tabla IX se observa una diferencia considerable tanto en los azúcares reductores totales como en la acidez entre los datos experimentales y los reportados en la bibliografía. Ambos resultados son mayores en el dato experimental. Esto se puede deber al tipo de tuna utilizada y a la temporada de cosecha de la que se realizó la recolección del fruto, ya que dependiendo de las condiciones de esta pueden cambiar las propiedades físicas y químicas de la tuna, debido a la humedad, calidad del suelo, cuidados durante la cosecha, etc.

TABLA IX: ANALISIS QUIMICO DEL FRUTO FRESCO:

Determinación	%Experimental	%Reportado (6)
Reductores totales	19.20	11.970
Reductores directos	9.31	10.420
Acidez (%Ac. citrico)	1.53	0.052
Vitamina C (mg/100)	22.00	20.000

La formulación seleccionada para la jalea de tuna fué la marcada con el número II (Tabla V), ya que presentó una mejor gelificación así como las mejores características de textura, coloración y presentación comparadas con productos similares del mercado (jaleas comerciales) y con las características propias de la tuna.

Con base en esta formulación seleccionada se realizaron los análisis correspondientes al producto terminado que se dan en la tabla X que resultaron dentro de los límites considerados por la Norma Oficial Mexicana para jaleas; aclarando que esta norma únicamente contiene tres de las ocho determinaciones realizadas en el presente trabajo. Los resultados de los análisis que no están contemplados en la norma se consideran satisfactorios según las características que se marcan en la literatura para jaleas en general como son una humedad entre 18% y 25%, 10 a 20 mg/100g de Vitamina C, etc. (17).

Es importante observar que la cantidad de vitamina C disminuyó considerablemente (de 22 mg/100 a 10 mg/100), lo cual se debe a que esta vitamina se descompone muy fácilmente a altas temperaturas y cuando se le expone a la luz directa, lo cual sucedió durante la cocción de la jalea.

TABLA X: ANALISIS QUIMICO DE LA JALEA DE TUNA:

Determinación	%	NOM F-52-1957
Acidez	1.88	máx. 2.5
pH	3.20	2.5 a 3.5
Humedad	22.00	-----
Cenizas	0.37	-----
Reductores totales	18.87	-----
Reductores directos	17.64	-----
Vitamina C (mg/100 g)	10.00	-----
Grados Bríx	69.00	65 a 70

Durante la elaboración de la jalea es importante considerar la temperatura de cocción ya que un mal control de ella causaría una mala gelificación al añadir la pectina, ya que a altas temperaturas esta puede descomponerse. El pH también debe ser controlado mediante la adición de ácido cítrico para una mejor acción de la pectina.

La formulación seleccionada para el refresco en polvo de tuna fué la marcada con la número III (Tabla VI) ya que fué la que presentó una mejor y mas rápida disolución en agua fría, así como una coloración, acidez y presentación mas adecuada y acorde a las características de la tuna.

Durante el secado es importante manejar correctamente las temperaturas tanto de entrada como de salida así como considerar que el porcentaje de sólidos no exceda el 25% ya que se puede ocasionar que el secado no sea completo y que se forme una especie de chicloso pegado en el aspersor en lugar de un polvo seco y uniforme.

Los resultados obtenidos en los análisis químicos que se muestran en la tabla XI no se tuvo un punto de comparación, ya que no existe una Norma Oficial ni se encontraron valores en la literatura. Los resultado se consideran aceptables, considerándo las características de un producto seco

como son una baja humedad (0.5%) así como una cuenta baja de microorganismos (Tabla XIII).

TABLA XI: ANALISIS QUIMICO DEL REFRESCO EN POLVO:

Determinación	%
Acidez (%Ac. cítrico)	0.87
pH	5.40
Humedad	0.50
Cenizas	0.26
Reductores totales	16.97
Reductores directos	14.11
Vitamina C (mg/100 g)	11.30
Proteína	0.74

La formulación seleccionada para la gelatina vegetal fué la marcada con el número II (Tabla VII), ya que presentó una gelificación mas rápida, mas firme y su coloración, olor y sabor fueron los ideales para un producto de tuna. La gelificación fué homogénea y sin grumos mientras que la dilución del polvo en el agua fué rápida.

Los resultados obtenidos en los análisis químicos que se ven en la tabla XII se encuentran dentro de los límites establecidos por la Norma Oficial Mexicana para productos similares, aunque cabe aclarar que la norma solamente especifica tres de los ocho análisis realizados, por lo que las demás determinaciones no tienen un punto de comparación.

TABLA XII: ANALISIS QUIMICO DE LA GELATINA VEGETAL DE TUNA:

Determinación	%	NOMF-41-1983
Acidez	1.93	Máx. 3.0
pH	5.10	-----
Humedad	1.50	Máx. 2.0
Cenizas	0.21	Máx. 3.0
Reductores totales	17.54	-----
Reductores directos	15.96	-----
Vitamina C (mg/100)	12.10	-----
Proteína	0.71	-----

Los análisis microbiológicos que se muestran en la tabla XIII para los tres productos resultaron satisfactorios ya que en los conteos estándar se presentaron pocas colonias por gramo lo cual se puede deber a bacterias de medio ambiente o de los envases, etc. Las colonias de hongos y levaduras encontradas también se pueden deber a un mal manejo durante el envasado o a esporas de estos encontradas en el medio ambiente, aunque en general son cuentas bajas y consideradas dentro de los rangos de la Norma Oficial Mexicana.

La cuenta de microorganismos se ve afectada después del proceso de aceleración de las condiciones de disminución de vida de anaquel, pero los resultados son satisfactorios, ya que esta elevación no es tan pronunciada y siempre se encuentra dentro de los límites marcados por la Norma Oficial Mexicana.

TABLA XIII: ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE PRODUCTO TERMINADO

DETERMINACION/PRODUCTO (COLONIAS/ml)	JALEA			REFRESCO EN POLVO			GELATINA		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
CUENTA ESTANDAR (Estrado simple)	3	6	--	--	5	--	2	2	--
CUENTA ESTANDAR 1:10	10	30	--	10	10	--	20	30	--
COLIFORMES									
A) LACTOSA SIMPLE 1:100	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
1:1000	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
B) LACTOSA DOBLE	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
HONGOS Y LEVADURAS	10	20	--	30	30	--	20	40	--

1=PRODUCTO TERMINADO

2=PRODUCTO DESPUES DE 1 MES DE PRODUCIDO

3=NORMA OFICIAL MEXICANA

VII. CONCLUSIONES

VII. CONCLUSIONES:

La tuna se considera un producto con una composición química y nutricional muy completa, resaltando su alto contenido de agua, carbohidratos y vitamina C en comparación con las propiedades de las frutas en general.

Las formulaciones seleccionadas en este trabajo se consideraron las más óptimas en cuanto a rendimiento, calidad durante el proceso y calidad de los productos terminados, aunque cabe aclarar que se pueden realizar investigaciones posteriores para el mejoramiento y perfeccionamiento de estas.

Para la elaboración de jalea se tiene que elaborar pectina al producto ya que la tuna no presenta cantidad alguna de ella, y el porcentaje de azúcar agregado fué disminuido poco mas de lo normal, ya que la tuna presenta un alto porcentaje de carbohidratos en sus características naturales.

La jalea de tuna tuvo una consistencia propia de productos similares, así como un olor y color característicos de este fruto además de tener una apariencia agradable.

El secado de tuna se mezcló con ácido cítrico para formar una base de refresco en polvo, el cual se reconstituye con agua fría. El objetivo del ácido cítrico es el de actuar como acidulante y realzador de sabor.

Este refresco en polvo, al reconstituírse en agua tuvo una coloración y olor propios de la tuna, aunque el sabor no fué demasiado pronunciado.

El producto de tuna en polvo se mezcló con carragenina y ácido cítrico para formar una base para gelatina la cual cuaja después de su dilución en agua hirviendo y sin necesidad de refrigeración debido a las cualidades de la carragenina.

Los tres productos propuestos de tuna no son los únicos que se pueden elaborar. Ya que la tuna tiene una composición química muy completa, queda la posibilidad de elaborar una gran cantidad de productos para su aprovechamiento y desarrollo industrial como pueden ser mermeladas, frutas confitadas, vinos, licores, ates o realizar estudios más profundos sobre este fruto.

Los análisis químicos y microbiológicos de los productos no tuvieron, casi en su totalidad, un punto de comparación ya que las Normas

Oficiales Mexicanas solamente contemplan algunos análisis en comparación con los realizados en este trabajo.

El manejo sanitario de los productos terminados fué el adecuado; lo anterior se concluye en base a los cuentas bajas de microorganismos obtenidas en los análisis microbiológicos.

El trabajo realizado nos permite el contar con la posibilidad de tener el fruto disponible durante todo el año, sin necesidad de esperar a que llegue la temporada de cultivo de la tuna. También nos permite el aprovechar frutos cuya presentación no es agradable como fruto fresco pero que sí son útiles para fines de procesamiento.

VIII. ANEXO

VIII. ANEXO I (Técnicas empleadas).

HUMEDAD:

Fundamento:

El agua de combinación está unida en alguna forma química como agua de cristalización o como hidratos. El agua adsorbida está asociada físicamente a una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos.

Técnica:

Se utilizó el método de la termobalanza como evaporador de agua.

CENIZAS:

Fundamento:

Las cenizas de los productos alimentarios están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado. Las cenizas obtenidas no tienen necesariamente la misma composición que la materia mineral presente en el alimento original, ya que puede haber pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los constituyentes.

Técnica:

Pesar 5 gramos de la muestra y colocarlas en una cápsula de porcelana previamente puesta a peso constante. Se carboniza en una mufla a 500-550 grados centígrados de temperatura hasta que se tengan puras cenizas blancas. Se deja enfriar y se pesa. El porcentaje de cenizas se calcula por la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(\text{Peso crisol con cenizas} - \text{Peso crisol}) \times 100}{\text{Peso muestra}}$$

ACIDEZ TITULABLE :**Fundamento:**

La acidez puede ser medida por la titulación con un álcali hasta un punto final que depende del indicador seleccionado y el resultado se puede expresar en términos de un ácido en particular.

Técnica:

Se colocan 10 ml de muestra en un matraz Erlenmeyer y se agregan 5 gotas de fenolftaleína. Se titula hasta cambio de color (rosa mexicano) con NaOH 0.1 N .

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(\text{ml NaOH}) (\text{N NaOH}) (\text{Meq Acido}) (100)}{\text{Peso muestra}}$$

pH:**Fundamento:**

El pH de un alimento puede ser medido ya sea mediante el uso de indicadores coloridos o electrométricamente. El pH puede ser medido como el potencial de iones hidrógeno en una solución.

Técnica:

Se calibra el potenciómetro utilizado con soluciones buffer de pH 3, 7 y 11. Ya calibrado se introduce la muestra y se toma la lectura.

PROTEINA (Método de Kjeldahl):**Fundamento:**

El método de Kjeldahl está basado en la combustión húmeda de la muestra calentándola con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores metálicos y de otro tipo para efectuar la reducción

del Nitrógeno orgánico de la muestra a amoniaco, el cual es retenido en solución como sulfato de amonio. La solución de la digestión se hace alcalina y se destila para liberar el amoniaco, atraparlo y titularlo.

Técnica:

Se pesan de 0.5 a 1 gramo de muestra y se colocan en un matraz de Kjeldahl previamente limpio y seco. Se agregan 5.2 gramos de la mezcla 15:0.7 de sulfato de sodio:óxido mercúrico y 12.5 ml de ácido sulfúrico. La mezcla se pone a digerir hasta que ha adoptado una coloración amarilla transparente; después de esto se deja enfriar.

Ya frío se agregan 300 ml de agua destilada, granalla de zinc, 85 ml de NaOH al 40% y sulfato de sodio al 4%. Se destila y el destilado se recibe en 200 ml de ácido bórico al 4% adicionando 4 gotas del indicador de Wasselow, y se prosigue destilando hasta 400 ml. Finalmente titular con HCl 0.1N.

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{Meq}) (\text{N HCl}) (\text{ml HCl}) (100)}{\text{Peso muestra}}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} \times 6.25$$

NOTA: Indicador de Wasselow: Rojo de metilo al 2% en etanol con azul de metileno 0.1% en etanol 1:1

GRASA (Método Soxhlet):

Fundamento:

Los constituyentes grasos de los alimentos consisten en diversas sustancias lípidas. El contenido en "grasas", el cual se puede considerar que consiste de constituyentes lípidos "libres" o sean aquellos que puedan ser extraídos por los disolventes menos polares como las fracciones ligeras del petróleo y el éter dietílico, mientras que los constituyentes lípidos "combinados", necesitan disolventes mas polares tales como los alcoholes para su extracción.

Técnica:

Poner a peso constante un matríz redondo de 250 o 500 ml en una estufa durante 24 horas a 90 grados centígrados. Enfriar el matríz en un desecador durante 30 minutos y pesar. Pesar de 2 a 5 gramos de muestra seca y colocarla en un cartucho de celulosa de Soxhlet. Para pesar la muestra se pesa primero el cartucho y luego se pone la muestra volviéndola a pesar cubriéndola con un algodón.

Agregar piedras porozas al matríz redondo y conectarlo a un refrigerante de bolas. Agregar éter de petróleo por el refrigerante hasta contar 3 cargas. Calentar primeramente con calor suave y dejar la extracción durante 3 o 4 horas. Una vez transcurrido este tiempo evaporar el éter en baño María; ya eliminado el solvente, meter el matríz a una estufa a 90 grados centígrados durante 1 hora hasta peso constante para eliminar el resto de solvente.

Sacar el matríz y pasarlo al desecados durante 30 minutos. Pesar el matríz con grasa.

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(\text{Peso de la grasa} \times 100)}{\text{Peso muestra}}$$

FIBRA CRUDA:**Fundamento:**

Durante la hidrólisis ácida se coloca la muestra en ácido sulfúrico y por medio de calor se hidrolizan las proteínas presentes en el alimento. Posteriormente se lleva a cabo la hidrólisis alcalina con hidróxido de sodio, proceso mediante el cual se hidrolizan las grasas, quedando únicamente los carbohidratos entre ellos celulosa, hemicelulosa y ligninas.

Técnica:

Pesar de 2 a 4 gramos de muestra desengrasada, colocarla en un matríz de 500 ml y adicionar 0.5 gramos de asbesto tratado y agregar 200 ml de ácido sulfúrico al 1.25%. Calentar utilizando un refrigerante de reflujo, debiendo empezar a hervir antes de 1 minuto y dejando en ebullición durante 30 minutos. Transcurrido este tiempo, filtrar en un Kitasato y embudo Buchner con

ayuda de vacío. Lavar con porciones de agua destilada hasta que esta agua no de reacción ácida al rojo de metilo.

Pasar el contenido del filtro al matraz y adicionar 200 ml de NaOH al 1.25 % y proceder de igual ácida que en la hidrólisis ácida. Una vez terminada la hidrólisis alcalina filtrar la solución y lavarla con agua destilada caliente hasta que no de reacción alcalina. Después lavar con 40 ml de alcohol etílico.

Pasar el contenido a un crisol perfectamente seco y llevarlo a la estufa durante 1.5 horas a 150 grados centígrados. Enfriar hasta peso constante en un desecador. Colocar el crisol en la mufla a 600 grados centígrados por 1.5 horas, enfriar y pesar.

$$\% \text{ Fibra} = \frac{\text{Peso crisol con muestra (estufa)} - \text{Peso crisol con muestra (mufla)}}{\text{Peso muestra}}$$

$$\begin{array}{l} \text{Peso muestra original} \text{ ----- } 100\% \\ \text{Peso de la fibra cruda} \text{ ----- } X \end{array}$$

X = % Fibra cruda en la muestra

CARBOHIDRATOS:

Se suman los resultados de proteína + cenizas + fibra cruda + grasa + humedad, el total se resta de 100 y la diferencia se reporta como el % de carbohidratos.

REDUCTORES TOTALES Y DIRECTOS:

Fundamento:

Se basa en la reducción completa de un reactivo alcalino de cobre con muestra a analizar tratada para este fin. El punto final se determina empleando el indicador azul de metileno que será reducido a blanco de metilo por un exceso de azúcar reductor.

Técnica:**A) Reductores directos:**

1. Defecación de la muestra: Se pesan de 5 a 10 gramos de muestra y colocar la en un matríz volumétrico de 250 ml y añadir 100 ml de agua, agitar y añadir de 2 a 10 ml de solución saturada de acetato de plomo neutro, agitar y dejar sedimentar. Adicionar poco a poco oxalato de sodio o potasio hasta la total precipitación del acetato de plomo. Diluir hasta el aforo, agitar y filtrar.

2. Determinación: Neutralizar 10 ml de la solución de azúcar invertido con una solución de NaOH 1 N en matríz volumétrico de 100 ml y diluir hasta el aforo. Transferir la solución a una bureta y dejar caer la solución a un matríz Erlenmeyer que contenga 5 ml de solución Fehling A, % ml de solución de Fehling B y 50 ml de agua hirviendo. Suspender la adición de azúcar invertido hasta poco antes de la reducción total del cobre, agregar 1 ml de azul de metileno y completar la titulación hasta la decoloración del colorante.

$$\% \text{Reductores directos} = \frac{250 \times T \times 100}{V \times \text{Peso muestra}}$$

T= Factor de Fehling (0.0505)

V= ml gastados de la solución problema en la titulación

B) Reductores totales:

1. Defecación de la muestra: Proceder igual que con los reductores directos.

2. Determinación: Añadir 10 ml de HCl concentrado al matríz volumétrico del filtrado, calentar a 65 grados centígrados durante 15 minutos, enfriar y neutralizar con NaOH 1 N y aforar con agua. Proceder igual que en la determinación de azúcares reductores directos.

VITAMINA C:**Fundamento:**

El ácido ascórbico es fácilmente destruido por la oxidación, especialmente a temperaturas elevadas y es la vitamina que se pierde más fácilmente durante el procesamiento, almacenamiento y cocción de los alimentos. El contenido de vitamina C en las frutas se puede determinar por maceración de la muestra con un agente estabilizador como ácido metafosfórico o ácido tricloroacético titulando el extracto con 2,6 diclofenolindofenol o fluorométricamente en presencia de o-fenilendiamina.

Técnica:

Macerar de 15 a 20 gramos de la muestra con 100 ml de ácido metafosfórico al 3%, filtrar y tomar una alícuota de 1 a 3 ml. A la alícuota añadirle 1 ml de ácido metafosfórico al 3%, 2 ml de solución reguladora de acetato de sodio, ácido acético (pH=4.0), 3 ml de 2,6 diclofenolindofenol y 15 ml de xileno. Agitar por 30 minutos y dejar reposar 5 minutos. Añadir unos cristales de sulfato de sodio y tomar lectura a 520 nm en el espectrofotómetro. Interpolar el valor leído en una curva patrón de ácido ascórbico y hacer los siguientes cálculos.

$$\% \text{ Acido ascórbico} = \frac{(\text{Meq Ac. ascórbico}) (Vt) \times 100}{Va \times W}$$

Vt = Vol. total de la muestra en ml.

Va = Vol. de la alícuota en ml

W = Peso de la muestra en gramos

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:**CUENTA DE MESOFÍLICOS AEROBIOS:****Fundamento:**

Cuando se requiere investigar el contenido de microorganismos viables en un alimento la técnica más comúnmente utilizada es el recuento en placa, en medios de cultivo con un soporte nutricional adecuado y libres de agentes inhibidores.

Cuando la temperatura de incubación ha sido entre los 20 y 37 grados centígrados se les designa como bacterias mesofílicas aeróbicas, cuenta total viable, cuenta estándar, en placa viable general, etc.

Técnica:

Se realizan diluciones seriadas de la muestra desde 10 a 10. Posteriormente inocular 1 ml de las diluciones 10, 10, 10 en las cajas de Petri estériles previamente rotuladas. Se adicionan de 15 a 20 ml de agar para cuenta estándar fundido y mantenido a 45 grados centígrados en baño de agua; se homogeneiza el inóculo en el medio de cultivo y se dejan solidificar. Se incuban las cajas a 35 grados centígrados durante 48 horas, al término del cual se realiza el recuento de colonias y se multiplica por el inverso de la dilución correspondiente.

CUENTA DE COLIFORMES:

Fundamento:

Los organismos coliformes constituyen un grupo heterogéneo con hábitat primordialmente intestinal para la mayoría de las especies que involucra. A fin de simplificar su manejo en el laboratorio se ha establecido una definición en base a las características más constantes que exhibe la especie tipo del grupo la Escherichia coli.

El uso de los coliformes como indicador sanitario significativo, debe restringirse al agua y al hielo potable, a los alimentos sometidos a procesos térmicos y a la evaluación de la eficiencia de prácticas sanitarias e higienización de equipo.

Técnica:

Se realizan diluciones decimales de 10 a 10. Posteriormente se realizan dos pruebas: la presuntiva y la confirmativa.

A) Prueba presuntiva: Inocular 1 ml de cada dilución en cada uno de los tres tubos con 10 ml de caldo lauril sulfato triptosa, y se incuban a 35 grados centígrados por 48 horas. Se examinan los tubos a las 24 horas y se observa si hay acumulación de gas en la cámara de fermentación, si no la hay, seguir incubando hasta las 48 horas. La presencia de gas, en cualquier cantidad, dentro del tiempo de incubación hace positiva la prueba.

B) Prueba confirmativa: Se agitan suavemente los tubos de caldo lauril sulfato triptosa que resultaron positivos en la prueba positiva y se transfieren de 2 a 3 asadas de cada tubo a un caldo de lactosa bilis verde brillante. Se incuban el

caldo lactosa verde brillante a 35 grados centígrados durante 48 horas. La prueba se considera positiva si existe formación de gas en cualquier cantidad.

CUENTA DE HONGOS Y LEVADURAS

Fundamento:

La importancia de los hongos en los alimentos puede considerarse desde diferentes puntos de vista ya que se utilizan en la fabricación de algunos alimentos, producen alteraciones diversas en el pan, generan toxinas con notables efectos en los animales y el hombre, en algunos alimentos su número se asocia generalmente a prácticas higiénicas de fabricación y almacenamiento, etc.

En general, simultáneamente con el recuento de hongos puede realizarse el de levaduras, ya que el medio de cultivo también es propicio para su multiplicación.

Técnica:

Se realizan diluciones decimales de 10 a 10⁻⁶. Se colocan por duplicado 1 ml de cada solución en cajas de Petri estériles y se agregan de 12 a 15 ml de agar papa dextrosa acidificado con ácido tartárico al 10% hasta pH=3, fundido y mantenido entre 45-48 grados centígrados. Se homogeneiza y se deja solidificar. Una serie de placas se incuba a 25 grados centígrados durante 5 días y otra serie de placas a 35 grados centígrados durante 48 horas.

Las placas se revisan a las 48 y 72 horas haciendo los recuentos correspondientes. En caso de no haber crecimiento de hongos se continúa la incubación hasta los 5 días. Se recuentan las colonias presentes en ambas incubaciones y se multiplica por el inverso de la dilución para obtener el número de colonias por gramos o mililitros.

IX. BIBLIOGRAFIA

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

IX. BIBLIOGRAFIA:

1. Atlas de plantas alimenticias. "Frutos de la tierra". Ed: AEDOS. 1990.
2. A.O.A.C. 11a. edición. Pensilvania USA. 1966.
3. Arago,D. "Tratado completo del cultivo de árboles frutales". Ed: Eduardo Martínez. Madrid. 1974.
4. Bacini, F. "Frutos de la tierra". Ed: AEDOS. Barcelona, 1973.
5. Comisión Nacional de Fruticultura. "El nopal tunero". SARH, 1988.
6. Comisión Nacional de Fruticultura. "La tuna en México". SARH, 1988.
7. Desrosier, W. "Conservación de alimentos". Ed: CECSA. México, 1977.
8. Duckworth, R. "Frutas y verduras". Ed: Acribia. Zaragoza, España, 1970.
9. Egan, H. "Análisis Químico de alimentos de Pearson". Ed: CECSA. México, 1985.
10. Gionola, C. "La industria de la fruta seca, confitada y en almíbar". Ed: Paraninfo. 1982.
11. Guzmán, G."Manejo y fisiología postcosecha de frutas". CONAFRUT, SARH. México, 1982.
12. Hernández, F. "Historia plantarum novae hispanie" (Recopilaciones). Ed: Porrúa. México, 1972.
13. Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirain. "Manual de técnicas de laboratorio para análisis de alimentos". Departamento de ciencia y tecnología de alimentos. División de Nutrición experimental y ciencia de los alimentos. México, 1987.
14. IPN. "Introducción a la tecnología de alimentos". ENCB. Area de plantas piloto de alimentos. México, 1988.
15. Juscafresca, B. "Arboles frutales, cultivo y explotación comercial". Ed: AEDOS. Bracelona, España, 1973.
16. León, S. "Análisis de alimentos". ENCB del IPN. México, 1985.

17. López, V. "Conservas de frutas y hortalizas". Ed: Acibia. Zaragoza, España, 1976.
18. Maynard, J. "Fruit processing operations". Ed: The Avi Publishing Co. USA, 1975.
19. Niembro, R. "Arboles y arbustos útiles en México, naturales e introducidos". Ed: Limusa y Depto del bosque UACH. México, 1986.
20. Ochase, J. "Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales". Ed: Limusa. México, 1972.
21. Paul, J. "Fruit and vegetables juice processing". Ed: The Noyes Data Co. USA, 1974.
22. Popenoe, W. "Manual of tropical and subtropical fruits". Ed: Hafner Press. USA, 1974.
23. Potter, N. "La ciencia de los alimentos". Ed: EDUTEX. México, 1985.
24. Rivas, H. "Cocina prehispánica mexicana". Ed: Panorama. México, 1988.
25. Sahagún, B. "Historia general de las cosas de la Nueva España". Ed: Porrúa, México, 1982.
26. SARH-DGEA. "Anuario estadístico de 1988". México, 415.
27. SARH-DGEA. "Anuario estadístico de 1990". México, 423.
28. SECOFI. "Norma Oficial Mexicana. La tuna". México NOMFF-30-1982.
29. SECOFI. "Norma Oficial Mexicana. Postre de Gelatina". México. NOMF-41-1983.
30. SECOFI. "Norma Oficial Mexicana. Jalea de frutas". México. F-52-57.
31. Sudzuki, F. "Cultivo de frutales menores". Ed: Universitaria. República de Chile, 1979.
32. Tamaro, D. "Tratado de fruticultura". Ed: Gustavo Gil. Barcelona, España, 1981.
33. Weaver & Clements. "Ecología de las plantas". Ed: CECSA. 1982.