

11
2ej

300627



UNIVERSIDAD LA SALLE

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

DESARROLLO DE TECNOLOGIAS PARA LA UTILIZACION DE LA GRANADA (Punica granatum)

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A :
JORGE FERNANDEZ DE LARA LORA

Director de Tesis: O. Irene Montalvo Velarde

México, D. F. **TESIS CON
FALLA DE ORIGEN 1992**



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.

INDICE

I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	5
III. JUSTIFICACION	7
IV. GENERALIDADES	10
4.1 ANTECEDENTES HISTORICOS	11
a) ORIGEN	11
b) HISTORIA	11
c) DISTRIBUCION	11
d) IMPORTANCIA DEL GRANADO	12
e) CLASIFICACION BOTANICA	13
f) USOS Y PROPIEDADES DEL GRANADO	14
g) MERMELADA DE FRUTAS	17
h) VINO DE FRUTAS	18
i) LICOR DE FRUTAS	19
V. METODOLOGIA Y DESARROLLO DE ANALISIS	20
A) ANALISIS BROMATOLOGICO	21
B) ANALISIS QUIMICO	27
C) ANALISIS MICROBIOLÓGICOS	36
VI. DESARROLLO DE TECNOLOGIAS	40
A) MERMELADA DE GRANADA	41
B) VINO DE GRANADA	43
C) LICOR DE GRANADA	45
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	47
VIII. CONCLUSIONES	55
IX. BIBLIOGRAFIA	57

I. INTRODUCCION

El granado rojo Punica granatum L. es una de las especies frutales que tienen considerable potencial bajo las condiciones de las zonas subtropicales y áridas de nuestro país.

Es tal vez, por el desconocimiento de sus técnicas de producción que no haya tenido difusión para su cultivo, como es el caso de innumerables especies frutales, las cuales aunque pueden prosperar en los diferentes climas de la República Mexicana, no son conocidas.

Aunque los árboles de granado han estado por largo tiempo en los linderos o huertos de traspatio, y no obstante se han consumido sus frutos, admirado el colorido contraste de sus flores y frutos, y explotado sus propiedades medicinales, no se ha extendido su cultivo más allá de algunos pocos huertos comerciales a nivel nacional, mientras que en otros países de Asia, África y Europa, este frutal es bien apreciado, mereciendo el adjetivo de fruto tradicionalmente mítico.

El granado en México tiene una época de cosecha de 4 meses (aproximadamente), lo cual indica que es muy corto el tiempo en el que se da el fruto anualmente. Además, no en todos los estados de la República Mexicana se da éste y la producción cosechada es mínima si tomamos en cuenta que el terreno cultivable es bastante amplio en nuestro país, como se puede ver en los cuadros 1 y 2.

Debido a la escasa explotación de la granada en México, y con el objeto de que este fruto sea más difundido a nivel nacional, se pretenden desarrollar un vino, un licor y una mermelada de esta fruta, utilizando como base los métodos reportados en las Normas Oficiales Mexicanas y en la bibliografía, tanto para la elaboración de los productos como para el control del producto elaborado.

PRODUCCION AGRICOLA 1985

GRANADA ROJA

EDOS.	SUPERFICIE						RENDIMIENTO			PRODUCCION			PRECIO/TON			VALOR		
	SEMBRADA (Ha)			COSECHADA (Ha)			(Ton/Ha)			(Ton)			\$ MEDIO RURAL (Miles)			(Miles de \$)		
	R	T	T	R	T	T	R	T	T	R	T	T	R	T	T	R	T	T
CAMP.	0	3	3	0	3	3	0	7.3	7.3	0	22	22	0	27	27	0	594	594
COAH.	36	0	36	36	0	36	14.0	0	14.0	535	0	535	52	0	52	10,824	0	10,824
CHIH.	0	1	9	6	1	7	7.7	4	7.1	46	4	50	42	42	42	1,032	168	2,196
DGO.	24	0	24	24	0	24	15.1	0	15.1	362	0	362	52	0	52	10,824	0	10,824
GTO.	110	0	110	110	0	110	6.5	0	6.5	715	0	715	50	0	50	35,750	0	35,750
HGO.	61	0	61	52	0	52	3.9	0	3.9	203	0	203	43	0	43	8,671	0	8,671
JAL.	50	0	50	50	0	50	15.0	0	15.0	790	0	790	32	0	32	25,280	0	25,280
MEX.	202	1	203	202	1	203	3.0	1	2.9	606	1	607	132	132	132	79,992	132	80,124
MICH.	16	1	17	16	1	17	7.0	6	7.7	125	6	131	100	100	100	12,500	600	13,100
OAX.	0	145	145	0	125	125	0	4.5	4.5	0	566	566	0	50	50	0	28,300	28,300
S.L.P.	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SON.	43	0	43	37	0	37	6.5	0	6.5	241	0	241	10	0	10	4,338	0	4,338
YUC.	0	5	5	0	5	5	0	7.0	7.0	0	35	35	0	19	19	0	674	674

R - RIEGO, T - TEMPORAL, T - TOTAL.

FUENTE: SARH, Subsecretaria y Planeacion.

CUADRO # 2

INVENTARIO FRUTICOLA 1987
GRANADA ROJA

ESTADOS	SUPERFICIE		PRODUCCION (Ton)	RENDIMIENTO FISICO (Ton/Ha)	VALOR DE LA PRODUCCION (Miles de \$)	PRECIO MEDIO RURAL (\$/Ton)	JORNALES GENERADOS	EPOCA DE COSECHA
	SEMBRADA (Ha)	COSECHADA (Ha)						
TOTAL	272	261	1,671	-	309,369	-	109,731	-
AGS.								
B.C.MORTE								
B.C.SUR								
CAMPECHE								
COAHUILA								
COLIMA								
CHIAPAS								
CHIHUAHUA								
D.F.	7							
DURANGO	1							
GUANAJUATO	132	130	897	6.90	224,250	250,000	98,670	AGOS-SEPT
GUERRERO								
HIDALGO	51	51	251	4.92	22,590	90,000	3,370	JUN-AGOS
JALISCO	35	35	263	7.51	10,520	40,000	4,865	JUL-AGOS
MEX. EDO. DE	1						126	
NICHUACAN								
NORIELOS								
MAYARIT								
MUO. LEON								
OAXACA								
PUEBLA	45	45	260	5.78	52,000	200,000	2,700	JUL-AGOS
QUERETARO								
Q. ROO								
S. L. P.								
SINALOA								
SONORA								
TABASCO								
TAMULI PAS								
TLAXCALA								
VERACRUZ								
YUCATAN								
ZACATECAS								

FUENTE: DELEGACIONES ESTATALES DEL CONAFRUT.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO

Desarrollar tecnologías para la elaboración de licor, vino y mermelada a partir de granada (Punica granatum), teniendo como base el fruto fresco.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.- Realizar el análisis físico y químico del fruto fresco para caracterizarlo.
- 2.- Proponer formulaciones para la elaboración de licor, vino y mermelada. Con el fin de lograr la aceptación de los productos a nivel industrial.
- 3.- Analizar los productos terminados.

III. JUSTIFICACION

La granada es una fruta de temporal que se consume en estado fresco y únicamente en ciertas regiones de la República Mexicana, por esta razón se propone desarrollar tecnologías para la elaboración de productos a partir de este fruto.

La innovación de productos a partir de la granada trae consigo grandes beneficios, pues se pretenden desarrollar un licor, un vino, y una mermelada cuyas características sean aceptables para el consumidor, lo que elevará el consumo de este fruto y por consiguiente su producción.

Se escogió tanto la obtención de vino como de licor, pues esta fruta tiene un alto contenido de azúcares y su fermentación es elevada, por lo que la concentración de etanol es suficiente para la obtención de un vino de graduación alcohólica media.

Debido al color (muy intenso) y sabor de la fruta (dulce) se puede desarrollar una mermelada aceptable para el gusto del consumidor.

El beneficio económico a las comunidades rurales es un aspecto importante en la elaboración de este trabajo, debido a que la granada al no ser aprovechada y explotada al máximo, trae como consecuencia pérdidas económicas del fruto cosechado por el mal uso del mismo y con esto se tienen problemas en las comunidades rurales, pues no tienen las ganancias suficientes para subsistir.

El hecho de desarrollar nuevas tecnologías a partir de la granada como fruto fresco permite en un primer plano obtener la posibilidad de industrialización de los productos con el consecuente lanzamiento de estos a la venta. Aunado a lo anterior, es posible, en un futuro la exportación de estos productos, debido a sus características y a su escaso conocimiento de los mismos puede ser posible su aceptación en el extranjero.

Es de gran importancia la exportación de productos manufacturados pues, se puede caer en el error de vender materia prima y que otro país la procese para posteriormente retornarla pero ya registrada como: "Hecho en" (por ejemplo). Lo anterior se ha observado en productos obtenidos a partir de camarón y mango.

La poca difusión del fruto a nivel Nacional ha impedido la manufactura del mismo en la industria, por lo que en este trabajo también se trata de dar a conocer la granada como un producto procesado. Tal vez el único problema que se presente para lograr lo anterior es que la fruta es de temporal y se necesitaría un método de conservación para poder mantenerla en condiciones adecuadas para procesarla.

Debido a que la fruta es muy susceptible a descomposición y a que su vida útil es corta, es importante desarrollar productos en los cuáles se conserve el fruto por un tiempo largo para su aprovechamiento y consumo, pues se ha observado que de las grandes cosechas de granada recogidas, gran parte de estas se tiran debido a que existe poca demanda del fruto y con este trabajo se pretende dar un uso al fruto que puede ser desechado.

En este trabajo a parte de caracterizar a la fruta en sí, se trata de lograr la caracterización de 3 productos a partir del fruto fresco.

Los análisis de los productos terminados se basarán en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes a bebidas alcohólicas y mermelada.

IV. GENERALIDADES

4.1.- ANTECEDENTES HISTORICOS

Punica granatum L.

a) ORIGEN.

El granado procede de Oriente Medio y se considera como uno de los frutales que fueron cultivados desde los tiempos más remotos. Este frutal es nativo del Sur de Asia, donde se introdujo después a la región del Mediterráneo (30).

El granado probablemente se originó en Irán, Afganistán y Balukistán (7).

b) HISTORIA.

..." come granadas para alejar de tu vida la envidia y el odio ", sentenció el profeta Mohammad en los primeros tiempos (17).

En las tumbas egipcias que datan de hace 2500 años antes de nuestra era, se han encontrado restos de sus frutos, considerados en Oriente como símbolo de amor y de fecundidad, y estaban consagrados a la diosa Rimmel en Siria y en Grecia a Afrodita (17).

Se cuenta muy ampliamente, que cuando los israelitas abandonaron Egipto, vagando por el desierto recordaban con ansiedad los preciados frutos que existían en el lugar de donde partieron, dentro de los que estaban las uvas, los higos y las granadas. Existe por lo menos una referencia de este fruto en la Biblia (31).

Teofrasto hizo la primera descripción de este árbol, alrededor del año 300 A.C., y Plinio se refirió a él como árbol prodigioso que daba los frutos más valiosos (45).

Este árbol ha estado siempre relacionado con ceremonias religiosas o ritos; sus frutos y flores eran usados encerrando algo de misterio, así lo hicieron primeramente los fenicios, y luego los griegos y más tarde los romanos (3).

c) DISTRIBUCION.

El granado fué introducido de Siria e Israel a Egipto, hacia el año 1600 A.C., llegó a crecer y se naturalizó en la región del Mediterráneo así como en la India.

Los romanos plantaron granados en Carthage y fué llamado "Punica" como fué el antiguo nombre de esa zona. Más tarde los moros de África del Norte plantaron árboles en España (43).

Es probable que los españoles trajeran esta especie a América, la cual se distribuyó desde América del Norte hasta Sudamérica, donde se adaptó a las regiones tropicales y subtropicales.

En España fué especialmente cultivado y Granada debe su nombre a la calidad óptima del fruto de granada que se produce en ella.

Los misioneros españoles llevaron el granado a México, desde donde fué introducido a California. Incluso se cree que alguno de los granados que adornan los jardines de las antiguas misiones pueden ser los originalmente cultivados por los sacerdotes.

Actualmente, se encuentran difundidos en diversos países de Asia, Europa, África y América (45).

d) IMPORTANCIA DEL GRANADO.

1.- EL GRANADO A NIVEL MUNDIAL.

El granado es cultivado principalmente en Asia, URSS, India, China y Japón, en países europeos como España, Italia, Francia, Portugal e Inglaterra, y en América en los Estados Unidos.

La India ocupaba para 1979 una superficie plantada aproximada de 1000 has., confinadas principalmente en Gujarat y Maharastra, y en una pequeña área de Utlar, Pradesh, Andhra, Karnataka y Tamil Nadú (7).

En España se reportan para el año de 1970 una superficie de 1500 has., las cuales se ubican en la provincia de Alicante, Murcia, Huelva y Sevilla. A esta superficie se unen más de 400,000 árboles diseminados fundamentalmente en las localidades de Levante y Andalucía (33).

En los Estados Unidos se encuentran plantadas comercialmente alrededor de 900 has., y se menciona que la mayor parte de la producción de granadas se asienta en el estado de California (23, 31).

En Chile no existen plantaciones comerciales, y las plantas sólo abundan en pequeños grupos desde Copiapó a Aconcahua (45).

No se sabe con exactitud la población mundial de granadas; sin embargo, su consumo y mayor producción se ve en Asia y Europa. En occidente, en general, el granado es mínimamente cultivado, comparándolo con otros frutos.

2.- EL GRANADO EN MEXICO.

El consumo de granada en nuestro país se encuentra por debajo del de muchas frutas.

En el año de 1981, existían 508 has., las cuales produjeron 3,228 toneladas de granadas.

Los estados donde se encuentran establecidas la mayor parte de esta producción son: Hidalgo, Oaxaca, Estado de México, Guanajuato, Jalisco y Coahuila, los cuales juntos, aportan más del 80% de la producción total de granadas.

e) CLASIFICACION BOTANICA.

El granado rojo pertenece a la familia Punicaceae, la cual contiene un sólo género, que es: Punica L., que comprende 2 especies, P. granatum L. (granado) y P. protopunica Balf. o Socotria protopunica B. Esta última especie es nativa de la Isla Socotra en la República Democrática de Yemen y no es comestible.

Además del granado común hay otra especie de granado, el granado enano (Punica nana L.), originario de América del Sur, que florece desde mayo hasta agosto. Este se cultiva para adorno, por su floración continuada y sus variedades de flores dobles, rojas, blancas y amarillas (48).

1.- DESCRIPCION BOTANICA.

El granado es un arbusto o árbol pequeño de 1-5 mts. de altura, con el tronco delgado, torcido, las ramas bajas, la corona densamente ramificada. Las ramitas jóvenes son más o menos angostas (30).

La corteza de sus tallos es de color gris oscuro, y las ramas generalmente poseen espinas.

El hábito de crecimiento del granado es semicaducifolio, aunque prácticamente se mantiene siempre verde en los climas subtropicales y es caducifolio en las regiones con inviernos fríos (43).

Las hojas son opuestas, a veces aglomeradas en pequeñas ramitas axilares, miden de 1-8 cms. de largo y de 0.5-2 cms. de ancho. Son delgadas, de color verde oscuro brillante por arriba, de color verde claro o amarillento opaco por debajo.

Hay de 1 a 5 flores juntas en las puntas de las ramitas, siendo una de ellas terminales, las otras se encuentran solitarias en las axilares cercanas a las hojas. Son de un bello color rojo, rara vez amarillas o blancas, inodoras, de 4 a 6 cms. de largo y de 5 a 7 cms. transversalmente cuando están extendidas.

El fruto es una baya grande, globulosa de color rojo brillante, verde amarillento o blanquizco, rara vez violeta negro cuando madura, estando coronado por el cáliz. Mide de 5-8 cms. de diámetro, lleno de semillas y cuenta con una cáscara coriácea.

La cáscara o corteza del fruto es amarga y muy astringente porque es rica en taninos.

La capa externa de la semilla (testa) está cubierta por una capa delgada de pulpa jugosa, roja, rosa o blanca amarillenta, astringente, subácida o ácida (30).

La raíz es nudosa, consistente, con corteza rojiza, no profundiza más de 2 mts.

En valles calurosos puede dar de 2-3 floraciones en la temporada y dar cada una de ellas frutas en la primavera. Los primeros frutos son los de mayor diámetro. La floración tiene lugar en primavera, pero pueden prolongarse para fines de verano. Los frutos que se producen de las floraciones tardías, no alcanzan a desarrollar un buen colorido.

f) USOS Y PROPIEDADES DEL GRANADO

La granada puede ser consumida como fruta fresca de mesa, de manera procesada como jugo, y como aditivo en otros jugos. Otros productos que se pueden obtener son: jarabes, ácido cítrico y destilados.

La granada es rica en azúcares simples fácilmente digeribles, sin embargo; no tiene ningún valor nutricional especial, como puede verse en la tabla # 1.

Otras partes de la planta que pueden ser utilizadas son: la cáscara del fruto para curtir pieles y como fuente de tintes para la lana y seda, y como astringente para tratar diarrea y la disentería.

Las semillas de la granada con sus porciones de pulpa adherida se conoce en la India como "anardena", las cuales son consumidas como saborizantes en los alimentos.

La pulpa que rodea a la semillas se consume en forma fresca o es utilizada como materia prima para hacer jugos, gelatinas, granadina y bebidas fermentadas o destiladas (23).

TABLA # 1**VALOR NUTRICIONAL**

CONSTITUYENTES (CONTENIDO POR 100 g. DE FRUTO)	
AGUA	86.48 g.
NITROGENO	0.065 g.
CENIZAS	0.368 g.
CALCIO	0.900 mg.
FOSFORO	9.480 mg.
HIERRO	0.660 mg.
TIAMINA	0.033 mg.
RIBOFLAVINA	0.012 mg.
NIACINA	0.180 mg.
ACIDO ASCORBICO	4.200 mg.

FUENTE: Sudzuki, F. (1984) Cultivo de Frutales Menores (44).

La granadina, o sea el jarabe preparado con el jugo de la granada, es tal vez el producto comercial más conocido. El jugo de las granadas de variedades de carne roja mezcladas con agua y azúcar, constituye una bebida refrescante, especialmente para personas que sufren fiebre. En el lejano Oriente, las semillas y los frutos jóvenes son utilizados frecuentemente por las mujeres para proporcionar a sus dientes un color negro brillante (30).

El granado contiene diversos alcaloides localizados principalmente en la corteza de las raíces, tales como: pseudopelletierina, pelletierina e isopelletierina, en cantidades que varían en total de 0.3-0.7%. Contiene también hasta un 25% de sustancias tánicas (17).

La virtud del granado como desparasitante ya era conocida y aprovechada en Egipto. A principios del siglo XIX los médicos ingleses pudieron comprobar en la India, la eficacia tenifuga de la corteza, y en general su poder contra toda suerte de parásitos intestinales, y su uso se generalizó más tarde en los países europeos (17).

El jugo de los frutos del granado tiene propiedades medicinales, especialmente para pacientes con lepra (7).

En algunos países el granado se cultiva, más que por sus frutos, como planta ornamental, ya que es muy estimado por la belleza y colorido de sus flores, y el verdor y brillantez de su follaje (29).

g) MERMELADA DE FRUTAS

El principio básico de la fabricación de mermelada es el calentamiento a ebullición de frutas (preparadas en forma apropiada) junto con azúcar y agua. Durante la ebullición, aumenta la proporción de sustancias sólidas en la mezcla (debido a la evaporación del agua), una parte de la sacarosa se hidroliza a azúcar invertido y al enfriarse se produce un gel debido a la presencia de pectina y ácidos en la fruta (15).

El espesamiento o gelación de una mezcla de azúcar y pectina es el resultado del entrecruzamiento de las moléculas de pectina por enlaces de hidrógeno. Así pues, debe haber suficiente pectina presente, el contenido correcto de ión hidrógeno (pH) y un contenido de fruta de un 60% o más. Todos estos factores son necesarios para obtener la mermelada típica con alto contenido de sólidos.

La cocción elimina agua hasta un cierto grado en que se produce la gelación y eleva el contenido de sólidos solubles hasta un nivel apto para la preservación del producto (14).

FRUTO:

Se debe muestrear y examinar este material para asegurarnos que se encuentren limpios, sanos y de madurez adecuada. Que esté exento de fragmentos (receptáculos), partículas metálicas u otros materiales extraños.

PECTINA:

La función de la pectina es gelificar rápidamente, produciendo un espesamiento al poco tiempo de ser agregado el ácido. Esto mantiene la pulpa y las partículas de fruta uniformes en los envases evitando el problema de flotación. Con el uso de pectina se tiene una mermelada con la firmeza adecuada.

Si la pectina es deficiente, puede ajustarse mezclándola con otra fruta por ejemplo manzana o utilizando pectina refinada (14).

AZUCAR:

El azúcar es indispensable para que el producto adquiera la consistencia típica.

La adición de azúcar influye el equilibrio pectina-agua establecido y desestabiliza la pectina. Las frutas al concentrarse con el azúcar a una temperatura determinada van desprendiendo agua de los tejidos por lo que estos se reblandecen y absorben el azúcar y al absorberla sueltan las pectinas y ácidos (14).

Debido a la alta presión osmótica que tiene, el azúcar impide el desarrollo microbiano por tener acción preservativa.

Otra función del azúcar es darle un sabor dulce al producto (32).

ACIDO CITRICO:

El ácido causa la gelificación de la mermelada en presencia de la pectina, comunicando acidez, mejorando el sabor y ayudando a mantener las buenas condiciones de calidad de las conservas. Después de la gelificación se puede añadir una cantidad adicional con el objeto de dar la acidez necesaria al producto sin tener efectos contraproducentes (14).

h) VINO DE FRUTAS

Producto que se obtiene a partir de la fermentación del mosto o jugo de la fruta.

La base para la elaboración de vino es la fermentación de los azúcares existentes en el fruto con la obtención de etanol y dióxido de carbono como productos resultantes (47).

FRUTO:

Concluida la floración y después de realizarse la fecundación, los frutos comienzan a crecer, cuando llegan a la madurez se tiene el máximo de azúcar con el mínimo de ácidos (47).

MICROORGANISMO:

Las levaduras más importantes pertenecen al género Saccharomyces.

Si se añaden las levaduras al jugo de fruta provocan una fermentación, en virtud de la cual el azúcar del líquido a fermentar se transforma bajo la acción de las enzimas generadas por las levaduras en alcohol y anhídrido carbónico, en presencia de aire el azúcar sufre el 75% de la fermentación alcohólica, proporción que se eleva al 90% excluyendo la presencia de aire.

El alcohol generado en la fermentación como producto metabólico de las levaduras inhibe el crecimiento de otros microorganismos presentes en el mosto (mohos, levaduras silvestres y bacterias).

El anhídrido carbónico originado en la fermentación actúa como "gas protector", ya que desplaza el aire y con ello desvanece la posibilidad de supervivencia de los organismos aeróbios (levaduras superficiales, mohos y bacterias).

La temperatura óptima para la multiplicación y capacidad de fermentación de las levaduras se haya entre los 22 y 27°C.

El tiempo de fermentación varía entre 5 y 7 días, al término de esta el mosto se enturbia y "hierve", ascienden pequeñas burbujas que forman espuma en la superficie y por último se desprende anhídrido carbónico (47).

C) LICOR DE FRUTAS

Es una bebida espirituosa con un 20-35% en volumen de alcohol, 220-500 g/l. de azúcar o jarabe de almidón, que se aromatizan con frutas, especias, extractos o esencias.

En los licores de zumos de frutas está contenido como componente esencial el sabor del zumo de aquellas clases de frutas que dan nombre al licor (19).

AGUARDIENTE:

Se encarga de absorber todos los compuestos aromáticos del fruto que le dan el sabor y aroma al licor.

También se utiliza después de la maceración para ajustar el grado alcohólico de la mezcla obtenida y así poder denominarlo licor de fruta.

El aguardiente desentufado es aquel que no presenta olores extraños que puedan afectar al aroma final del licor (19).

JARABE DE SACAROSA:

La función principal es la de darle el sabor característico al licor, tomando en cuenta que también existe la denominación del licor seco (menos del 10% de azúcar) (14).

V. METODOLOGIA Y DESARROLLO DE ANALISIS

5.1.- TECNICAS EMPLEADAS.

A) ANALISIS BROMATOLOGICO.

PREPARACION DE LA MUESTRA:

- Se eliminó la cáscara del fruto utilizando un cuchillo, en seguida se separaron los granos enteros de la película astringente para posteriormente ser usados como materia prima, a la cual se le hicieron los siguientes análisis:

DETERMINACION DE HUMEDAD (METODO DE LA TERMOBALANZA)

(39)

FUNDAMENTO:

La humedad es tomada como la pérdida de peso al secado, usando un instrumento de humedad, el cual emplea una balanza de torsión sensible para pesar la muestra y una lámpara infrarroja para secar.

TECNICA:

- Soltar el sujetador del plato para muestra, revisándolo para asegurarse de que el plato corre libremente sobre su soporte finamente punteado y que este limpio y seco.

- Ajustar al 0 y 100%.

- Determinar 5 g. de la muestra pesada en la misma balanza y distribuirla cuidadosamente en el platillo.

- Con la fuente de potencia debidamente ajustada, bajar la tapa de la balanza. La muestra comenzará a perder humedad y la manecilla se moverá hacia arriba. Después de pasado un tiempo de 10 a 20 minutos, deberá tomarse la lectura, y si ésta permanece estable durante 2 minutos se registrará como porcentaje total de humedad.

DETERMINACION DE CENIZAS
(2)

FUNDAMENTO:

Las temperaturas (550°C) destruyen la materia orgánica para dejar únicamente las sales minerales contenidas en el alimento.

TECNICA:

- Poner a peso constante el crisol, colocándolo en la mufla a 550°C durante media hora.
- Secar el crisol y dejarlo enfriar en un desecador.
- Pesar el crisol vacío en una balanza analítica, agregar aproximadamente 1 g. de muestra y volver a pesar.
- Incinerar la muestra con un mechero, evitando que se incendie.
- Una vez que la muestra esté totalmente incinerada (cuando deje de salir el humo), pasar el crisol a la mufla y dejar durante una hora y media a 550°C.
- Transcurrido este tiempo, sacar el crisol con las pinzas, dejar enfriar dentro del desecador y pesar.

CALCULOS:

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

DETERMINACION DE PROTEINAS (METODO DE KJELDAHL)
(20)

FUNDAMENTO:

La materia orgánica es digerida para pasar el nitrógeno a un compuesto inestable el cual en medio alcalino se descompone liberando amoniaco que es recibido en solución de ácido bórico y titulado en ácido clorhídrico.

TECNICA:

- Pesar de 0.5 a 1 g. de muestra seca y llevarlo a un matraz Kjeldahl de 800 ml. previamente limpio y seco.
- Agregar 5.24 g. de mezcla de sulfato de sodio-óxido mercuríco en una relación de 15-0.7 g. respectivamente.
- Agregar perlas de vidrio y 12.5 ml. de ácido sulfúrico concentrado.
- Llevar a ebullición, primeramente a calor lento y después de 30 min. a calor alto.
- Una vez adoptado un color amarillo transparente apagar el aparato y dejar enfriar.
- Una vez frío, agregar 300 ml. de agua destilada; agregar granalla de zinc y 85 ml. de hidróxido de sodio al 40%, sulfato de sodio al 4%, mezclada en una relación de 60-25 ml. respectivamente.
- Recibir el destilado en 200 ml. de ácido bórico al 4% y adicionar 4 gotas del indicador Wasselow, terminando la destilación hasta obtener un volumen de 400 ml.
- Titular con ácido clorhídrico al 0.1N.

CALCULOS:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(0.014) (N \text{ HCl}) (\text{ml HCl gastados}-\text{ml blanco})}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

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

donde: 0.014 = meq. de nitrógeno.

NOTA:

El indicador de Wasselow se prepara con una parte de rojo de metilo al 0.2%, disuelto en etanol, con una parte de azul de metileno al 0.1%, disuelto en etanol.

DETERMINACION DE GRASA (METODO DE SOXHLET)
(20)

FUNDAMENTO:

El éter de petróleo, solvente no polar, es capaz de disolver la grasa contenida en los alimentos. El calor permite que dicho solvente se evapore y al entrar en contacto con el refrigerante, se condensa, pasando a través de la muestra, permaneciendo en reflujo el tiempo necesario dependiendo del tipo de muestra.

TECNICA:

- Poner a peso constante un matraz redondo de 250 o 500 ml., en una estufa durante 24 horas a una temperatura de 90°C.

- Enfriar el matraz en un desecador durante 30 min. y pesar.

- Pesar de 2 a 5 g. de muestra seca y colocarla en un cartucho de celulosa de Soxhlet. Para pesar la muestra se pesa primero el cartucho, luego se pone la muestra y se vuelve a pesar. Cubrir con algodón para evitar que se llegue a mezclar la muestra con el solvente.

- Conectar el matraz redondo a un refrigerante de bolas.

- Agregar éter de petróleo por el refrigerante poniéndole 3 cargas de éter.

- Se empieza a calentar utilizando calor suave y se deja la extracción durante 3 a 4 horas.

- Una vez que se ha llevado a cabo la extracción se evapora el éter utilizando baño María, o se recupera el solvente en el mismo aparato Soxhlet quitando el cartucho con la muestra.

- Eliminado el solvente, el matraz se mete a la estufa a 90°C durante 1 hora hasta peso constante para eliminar los restos del solvente.

- Sacarlo y pasarlo al desecador durante 30 min.

- Pesar el matraz con grasa.

CALCULOS:

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

DETERMINACION DE FIBRA CRUDA (20)

FUNDAMENTO:

Durante la hidrólisis ácida se coloca la muestra en ácido sulfúrico y por medio de calor se hidrolizan las proteínas y los carbohidratos asimilables 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.

TECNICA:

- Pesar de 2 a 4 g. de muestra desgrasada, colocarla en un matraz de 500 ml., se adiciona 0.5 g. de asbesto tratado y agregar 200 ml. de ácido sulfúrico al 1.25%.
- Se calienta de inmediato utilizando un refrigerante de reflujo, debiendo empezar a hervir antes de 1 min. Se deja a ebullición durante 30 min.
- Transcurrido este tiempo, filtrar en un kitazato y embudo buchner con una tela de opal y con ayuda de vacío. Lavar con porciones de agua destilada hasta que el agua de lavado no dé reacción ácida al rojo de metilo.
- Pasar cuantitativamente el contenido del filtro nuevamente al matraz y adicionar 200 ml. de hidróxido de sodio al 1.25%, proceder de igual forma que en la hidrólisis ácida.
- Una vez terminada la hidrólisis alcalina, filtrar la solución y después lavarla con agua destilada caliente hasta que no dé reacción alcalina. Después se lava 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°C. Dejar enfriar en un desecador hasta peso constante.
- Colocar el crisol en la mufla durante 1.5 horas a 600°C . Dejar enfriar en un desecador y volver a pesar.

CALCULOS:

Peso crisol muestra - Peso crisol muestra = Peso fibra cruda
(estufa) (muña)

Peso de la muestra original — 100%

Peso de la fibra cruda ————— x

x = % Fibra cruda en la muestra

DETERMINACION DE CARBOHIDRATOS

(20)

El contenido de carbohidratos se obtiene sumando los resultados de: % proteína + % grasa + % cenizas + % fibra cruda + % humedad y se restan de 100. La diferencia se reporta como % de carbohidratos asimilables.

B) ANALISIS QUIMICO.

PREPARACION DE LA MUESTRA:

- Se elimina la cáscara del fruto partiéndolo en 4 partes, después se elimina la película astringente la cual cubre a los granos. Haciendo uso de un mortero se molieron los granos hasta obtener la pulpa, a la cual se le hizo la siguiente determinación:

DETERMINACION DEL pH (15)

FUNDAMENTO:

Se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto mediante un aparato medidor del pH (potenciómetro).

TECNICA:

- Se estandariza el potenciómetro de acuerdo con las instrucciones del aparato empleando 2 soluciones de buffer con pH cercano al de la muestra problema.

- El electrodo se introduce directamente en la muestra y se determina el pH.

PREPARACION DE LA MUESTRA:

- Para fruto fresco se utiliza la pulpa y para la mermelada, el vino y el licor una muestra representativa.

DETERMINACION DE GRADOS BRUX (20)

FUNDAMENTO:

Esta determinación proporciona la cantidad de sólidos totales solubles en la muestra de acuerdo a la relación:

$$1 \text{ }^{\circ}\text{Bx} = 1 \% \text{ de sacarosa en peso.}$$

TECNICA:

- La solución problema debe estar a temperatura ambiente.
- Antes de tomar la lectura dejar la solución problema en la probeta, hasta que escapen todas las burbujas de aire y todo el material graso suba a la superficie para ser removido.
- Colocar una pequeña cantidad de muestra en el Brixómetro y leer directamente en la escala.

DETERMINACION DE REDUCTORES DIRECTOS Y TOTALES (20)

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.

TECNICA:

1.- SOLUCION ESTANDAR DE AZUCAR INVERTIDO AL 1%:

- Se pesan 9.5 g. de sacarosa y se disuelven en 50 ml. de agua, se añaden 5 ml de HCl concentrado y se diluye con agua a 100 ml. guardando aproximadamente 15 min. a 65°C. Después de esta inversión diluir a 1 lt.

2.- SOLUCION A:

- Disolver 34.639 g de sulfato de cobre pentahidratado en 500 ml de agua destilada y filtrar a través de papel.

3.- SOLUCION B:

- Disolver 173 g de tartrato doble de sodio y potasio y 50 g de NaOH en agua y diluir a 500 ml, dejar reposar dos días y después filtrar a través de asbesto.

4.- TITULACION DE LAS SOLUCIONES A-B:

- Neutralizar 10 ml. de la solución de azúcar invertido al 1% con la solución de NaOH 1 N en un matraz volumétrico de 100 ml., diluir con agua hasta el aforo. Transferir la solución a una bureta y dejar caerla mililitro a mililitro a un matraz de Erlenmeyer que contenga 5 ml de la solución A, 5 ml de la solución B y 50 ml de agua que debe estar hirviendo. Para esto se debe colocar sobre una parrilla, y se irá agregando la solución de azúcar invertido poco antes de la reducción total del cobre. Agregar 1 ml de la solución de azul de metileno al 0.2% y completar la titulación hasta la decoloración del indicador.

La titulación deberá efectuarse en 3 minutos. El título de la solución debe ser de 0.0505 g a 0.0525 g de acuerdo con el cálculo siguiente:

Multiplicar por mililitro de solución requeridas en la titulación por concentración de ésta en g/ml.

El título se expresa indicando que 10 ml de solución A-B corresponde a X g de azúcar invertido; este valor se utilizará en el cálculo de las soluciones problema.

5.- DEFECACION DE LA MUESTRA:

- Pesar de 5 a 10 g. de muestra y colocarla en un matraz volumétrico de 250 ml.
- Añadir 100 ml. de agua, agitar lo suficiente para que todo el material soluble en agua quede disuelto.
- Añadir 2 a 10 ml. de solución saturada de acetato de plomo neutro, agitar perfectamente 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.

NOTA: La determinación de reductores directos se realizó tanto para el fruto fresco como para mermelada, vino y licor de granada. La determinación de reductores totales se realizó únicamente para el fruto fresco y la mermelada.

DETERMINACION DE REDUCTORES DIRECTOS

- Transferir el filtrado obtenido de la defecación a una bureta y titular como se indicó en la titulación de las soluciones A-B.

CALCULOS:

$$\% \text{ Azúcares directos} = \frac{250 \times T}{V} \times 100$$

peso de la muestra (g)

donde: T = Título de la solución A-B en g de azúcar invertido (0.0505)

V = Volumen en ml. de la solución problema gastados en la titulación de 10 ml. de la solución A-B

DETERMINACION DE REDUCTORES TOTALES

- Añadir 10 ml. de HCl concentrado al matraz volumétrico que contiene el filtrado.
- Calentar a 65°C durante 15 minutos, enfriar, neutralizar con NaOH 1 N, y diluir al aforo con agua.
- Transferir a una bureta y titular como se indicó en la titulación de azúcares reductores directos.

CALCULOS:

$$\% \text{ Azúcares totales} = \frac{250 \times T}{V} \times 100$$

peso de la muestra (g)

donde: T = Título de la solución A-B en g de azúcar invertido (0.0505)

V = Volumen en ml. de la solución problema gastados en la titulación de 10 ml. de solución A-B

DETERMINACION DE GRADO ALCOHOLICO REAL

(1)

FUNDAMENTO:

Se basa en el contenido porcentual de alcohol en agua ya que 1°G.L. corresponde a 1% en peso de alcohol en agua.

TECNICA:

- Se toman 250 ml. de vino o licor y se colocan en un matraz de fondo plano.
- Se adicionan 100 ml. de agua destilada y 2.6 ml. de NaOH 6 N.
- Se conecta el matraz (con el vino o licor) al aparato de destilación cuidando que esté perfectamente bien sellado.
- Se enciende el mechero con flama ténue, después de 15 minutos de destilación se sube la intensidad de la flama.
- El destilado se recibe en el mismo matraz en que se aforó la muestra, el cual se encuentra a una temperatura no mayor de 18°C.
- El matraz se retira cuando se ha recogido entre 200 y 250 ml. del destilado.
- Es importante que la temperatura del destilado sea la misma que la temperatura del vino o licor inicial.
- El volumen recogido del destilado se completa o se afora con agua destilada a 250 ml, se espera el tiempo suficiente hasta que la muestra quede libre de burbujas y se determina el grado alcohólico a 15°C.

DETERMINACION DE ACIDEZ TOTAL

(1)

FUNDAMENTO:

Se basa en que las reacciones ácido-base son estequiométricamente balanceadas.

TECNICA:

- En un matraz Erlenmeyer de 250 ml. colocar 5 ml. de vino o licor, agregar 100 ml. de agua destilada hervida y fría.

- Titular con solución de NaOH 0.1 N. hasta color azul verde, adicionar 5 gotas de fenolftaleína y continuar la titulación hasta el vire correspondiente para el tipo de vino o licor a analizar.

- El vire debe permanecer por lo menos un minuto.

CALCULOS:

$$B = \frac{A \times 0.0075 \times 1000}{5}$$

donde: A = volumen de NaOH empleado.

0.0075 = miliequivalente del ácido tartárico para solución 0.1 N. de NaOH.

S = tamaño de la muestra.

B = g/lt. de ácido tartárico

DETERMINACION DE ANHIDRIDO SULFUROSO LIBRE (SO₂)
(1, 41)

FUNDAMENTO:

Se basa en la reacción de óxido-reducción:



Para efectuar la determinación primero se acidula la muestra para reducir la oxidación de yodo hasta obtener coloración azul.

TECNICA:

- Se colocan 50 ml. de vino en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. y en un bureta de 25 ml. se coloca la solución de yodo 0.02 N.

- Agregar al problema 5 ml. de ácido sulfúrico 1:3 junto con unas gotas del indicador de almidón al 0.5%.

- Inmediatamente se procede a la titulación con la solución de yodo 0.02 N. hasta que el vire sea de color azul permanente por lo menos durante 15 segundos.

CALCULOS:

$$\text{SO}_2 = \frac{V \times N \times 32 \times 1000}{\text{ml. muestra}}$$

donde: V = ml. de solución de yodo

N = normalidad de la solución de yodo

DETERMINACION DE ANHIDRIDO SULFUROSO TOTAL (SO₂)
(1)

FUNDAMENTO:

Es un método iodométrico el cual se basa en una destilación en un medio alcalino en el que se descompone el ácido sulfuroso a acetaldehído, cuando la destilación termina, la titulación debe hacerse rápidamente para prevenir la recombinación del acetaldehído y del ácido sulfuroso.

TECNICA:

- En un matraz se colocan 300 ml. de agua destilada, más 50 ml. de vino y 5 ml. de HCl concentrado y se destila.
- El destilado se recoge en un vaso de precipitados de 250 ml. que contiene 50 ml. de agua destilada más unas gotas de almidón.
- Al momento de destilar se titula con una solución de yodo al 0.02 N. hasta que el color azul del viré perdure un minuto.

CALCULOS:

$$SO_2 = \frac{V \times N \times 32 \times 1000}{\text{ml. muestra}}$$

donde: V = ml. de solución de yodo

N = normalidad de la solución de yodo

C) ANALISIS MICROBIOLÓGICOS (27)

MUESTRA: mermelada, vino o licor.

A.- RECUENTO DE HONGOS Y LEVADURAS

FUNDAMENTO:

La importancia de los hongos en los alimentos puede considerarse desde diferentes puntos de vista:

- a) se utilizan en la fabricación de algunos alimentos.
- b) producen alteraciones diversas en el pan.
- c) generan toxinas con notables efectos en los animales y el hombre.
- d) en algunos alimentos su número se asocia generalmente a deficientes prácticas higiénicas de fabricación y almacenamiento.

En general, simultáneamente con el recuento de hongos puede realizarse el de levaduras, ya que el medio de cultivo les proporciona también buenas condiciones para su multiplicación.

TECNICA:

- 1.- Realizar diluciones decimales de 10^{-1} a 10^{-3} .
 - 2.- Colocar por duplicado, 1 ml. de cada dilución en cajas de Petri estériles.
 - 3.- Agregarde 12 a 15 ml. de agar-papa-dextrosa acidificado con ácido tartárico al 10% hasta pH 3 (aproximadamente 1.5 ml. por 100 ml. de medio), fundido y mantenido entre 45-48 °C. Ya acidificado el medio no debe de utilizarse.
 - 4.- Homogeneizar y dejar solidificar.
 - 5.- Incubar una serie de placas a 25 (±) 2°C durante 5 días y la otra serie a 35 (±) 2°C durante 48 horas.
 - 6.- Revisar a las 48 y 72 horas y hacer los recuentos correspondientes. En caso de que no haya crecimiento de hongos continuar la incubación hasta los 5 días.
- Contar las colonias de hongos en la serie incubada a 25(±) 2°C.
- Contar las colonias de levaduras en la serie incubada a 25 (±) 2°C y en la incubada

a 35 (\pm) 2°C.

7.- Multiplicar por la inversa de la dilución e informar número de colonias por gr. o ml. de hongos en placas de agar papa dextrosa acidificado, incubadas a 25 (\pm) 2°C.

Así mismo para las levaduras pero estas incubadas a 35(\pm) 2°C durante 48 horas.

B.- RECUENTO DE MESOFILICOS 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 los 37°C se les designa como bacterias mesofílicas aerobias, cuenta total viable, cuenta estándar, en placa viable general, etc.

Su presencia en alimentos nos puede indicar: que existen microorganismos patógenos, el valor comercial de un alimento, las condiciones higiénicas en que ha sido manejado el producto, etc.

TECNICA:

- 1.- Realizar diluciones seriadas de la muestra de 10^{-1} a 10^{-5} .
- 2.- Inocular 1 ml. de las diluciones 10^{-2} ; 10^{-3} ; 10^{-5} en las cajas de Petri estériles previamente rotuladas.
- 3.- Adicionar de 15 a 20 ml. de agar cuenta estándar fundido y mantenido a 45°C en baño de agua.
- 4.- Homogeneizar el inóculo en el medio de cultivo y dejar solidificar.
- 5.- Incubar a 35 (\pm) 2°C durante 48 (\pm) 3 horas.
- 6.- Al término del tiempo de incubación se realiza el recuento de colonias y se multiplica por el inverso de la dilución correspondiente.
- 7.- Se corre un testigo para comprobar que los medios no se contaminaron.

C.- RECUENTO DE ORGANISMOS COLIFORMES

FUNDAMENTO:

Los organismos coliformes constituyen un grupo heterogéneo, con habitat 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, Escherichia coli.

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

La demostración y el recuento de microorganismos coliformes, puede realizarse mediante el empleo de medios de cultivos líquidos o sólidos con características selectivas y/o diferenciales.

TECNICA:

1.- Realizar diluciones decimales de 10^{-1} a 10^{-3} .

Prueba presuntiva:

2.- Inocular 1 ml. de cada dilución en cada uno de los 3 tubos con 10 ml. de caldo lauril sulfato triptosa.

3.- Incubar los tubos $35 (\pm) 2^{\circ}\text{C}$ durante $48 (\pm) 2$ horas.

4.- Examinar los tubos a las $24 (\pm) 2$ horas y observar si hay acumulación de gas en la campana de fermentación, si no la hay, seguir incubando hasta las $48 (\pm) 2$ horas.

La presencia de gas, en cualquier cantidad, dentro del tiempo de incubación hace positiva la prueba.

Prueba confirmativa:

5.- Agitar suavemente los tubos de caldo lauril triptosa que resultaron positivos en la prueba presuntiva.

6.- Transferir de 2 a 3 asadas de cada tubo al caldo lactosa bilis verde brillante.

Al efectuar la reinoculación sostener el tubo primario (lauril sulfato triptosa) en ángulo tal que se pueda tomar la asada evitando la película que existiera en el medio. Sacar el asa del líquido en sentido perpendicular a su superficie de manera que se forme un menisco bien definido.

7.- Incubar el caldo lactosa verde brillante a $35 (\pm) 2^{\circ}\text{C}$ durante $48 (\pm) 2$ horas.

8.- Considerar la prueba positiva si hay formación de gas en cualquier cantidad.

9.- Determinar el número de organismos coliformes de acuerdo con la tabla correspondiente tomando como base el número de tubos en que se observa producción de gas.

10.- Reportar el número de coliformes por gr. o ml. de muestra.

VI. DESARROLLO DE TECNOLOGIAS

A) MERMELADA DE GRANADA

FORMULACIONES:

Estas se basan a partir de la formulación para la elaboración de mermelada de fresa haciendo algunas modificaciones pues la granada tiene características propias, diferentes a las de la fresa (40).

FORMULACION # 1

Ingredientes	Cantidad
Grano completo	59.77 %
Azúcar	39.84 %
Pectina cítrica	0.27 %
Acido cítrico al 50%	0.09 %

FORMULACION # 2

Jugo sin semilla	54.78 %
Azúcar	44.82 %
Pectina cítrica	0.31 %
Acido cítrico al 50%	0.09 %

ELABORACION:

En primer lugar, se recibe la materia prima y se selecciona para desechar la que está en mal estado, en seguida se procede a desgranar la fruta para separar la película astringente y cáscara del grano que es con lo que se trabaja.

Se mezcla perfectamente la cantidad de pectina señalada en la fórmula con aproximadamente 5 a 8 veces el peso de azúcar granulada (tomada de la cantidad total requerida) en un vaso de precipitados de 100 ml. perfectamente limpio y seco.

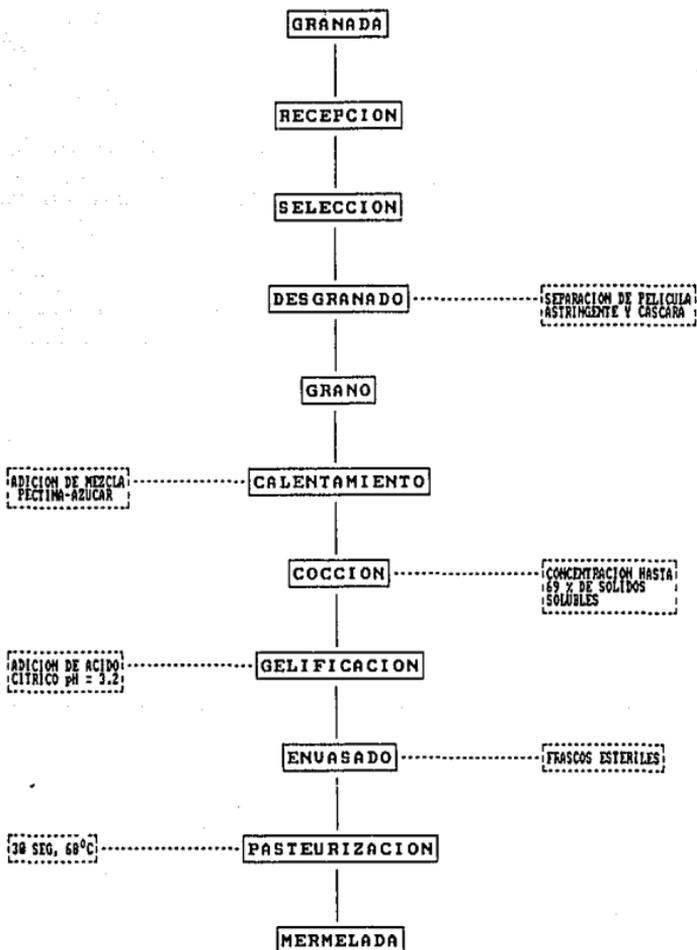
Se calienta el grano en una marmita y cuando comienza a hervir se añade la mezcla pectina-azúcar poco a poco. Agitar continuamente, y cuando la mezcla llega a ebullición, con el objeto de asegurar la completa disolución de pectina se añade el azúcar restante.

Se hierve la mezcla hasta alcanzar una concentración de 69% de sólidos solubles (medido con el brixómetro). Para llegar a la gelificación adecuada se adicionó el ácido cítrico al 50% alcanzando un pH = 3.2

El producto obtenido (mermelada), se guarda en frascos previamente esterilizados (en agua hirviendo durante 15 minutos a 15 lb/in.).

A continuación se da el diagrama # 1 que ilustra la elaboración de la mermelada de granada:

DIAGRAMA # 1
MERMELADA DE GRANADA



B) VINO DE GRANADA

FORMULACIONES:

Estas se basan en la formulación para la elaboración de vino de uva y tienen algunas modificaciones debido a que la granada tiene características diferentes a las de la uva (42).

FORMULACION # 1

Ingredientes	Cantidad
Jugo s/ cáscara	99.00 %
Levadura	1.00 %

FORMULACION # 2

Jugo c/ cáscara	99.00 %
Levadura	1.00 %

ELABORACION:

Las granadas deberán estar lo más maduras posibles para obtener la mayor cantidad de carbohidratos, así como la acidez lo más bajo que sea posible, debe ser una granada sana que no se haya empezado a fermentar. Se desgrana el fruto, se lavan los granos para quitar polvo, tierra, además de la flora microbiana silvestre que pudieran contener éstos. Posteriormente, se estruja el grano para la obtención del mosto (jugo). Se ajusta el pH entre 4 y 4.2 con ácido cítrico, los grados Brix fueron 19 y con esto se inició la fermentación.

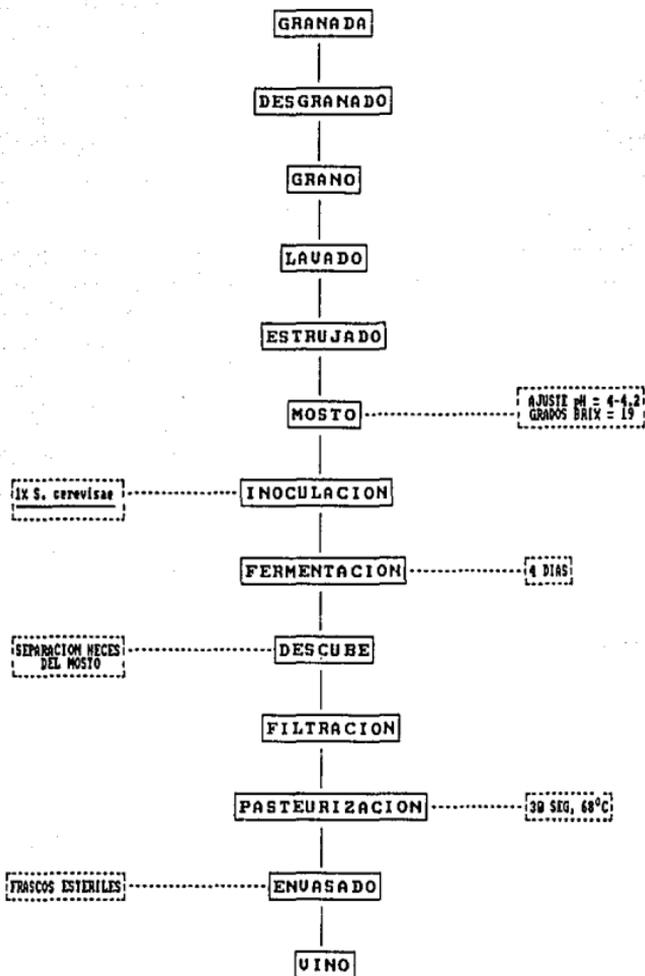
Se tomó una alícuota de 1 litro del mosto obtenido y se le agregó 300 g. de levadura, el cual se incubó a una temperatura de 28 a 30°C. Una vez que el microorganismo se acondicionó al medio líquido, se procede a inocular al resto del mosto obtenido.

Se dejó fermentar durante 4 días a 22°C. El término de la fermentación se observó cuando ya no hubo producción de dióxido de carbono, en el momento en que ya no se observaron burbujas en el mosto.

Se descuba el vino (separación del vino de las heces) primero por decantación y después por filtración, posteriormente se recibe el producto en los recipientes (previamente esterilizados) se llenan casi totalmente, teniendo la precaución de dejar un pequeño espacio entre la superficie del líquido y el tapón para alojar el dióxido de carbono que todavía puede producirse.

En el diagrama # 2 se ilustra la elaboración del vino:

DIAGRAMA # 2
VINO DE GRANADA



C) LICOR DE GRANADA

FORMULACION:

Debido a la carencia de información en la Dirección General de Normas sobre la elaboración y análisis de licores de frutas, se basa ésta en lo reportado en la bibliografía (19).

Ingredientes	Cantidad
Grano completo	35.71%
Aguardiente (66°G.L.)	35.71%
Jarabe de sacarosa (70°B.)	28.57%

ELABORACION:

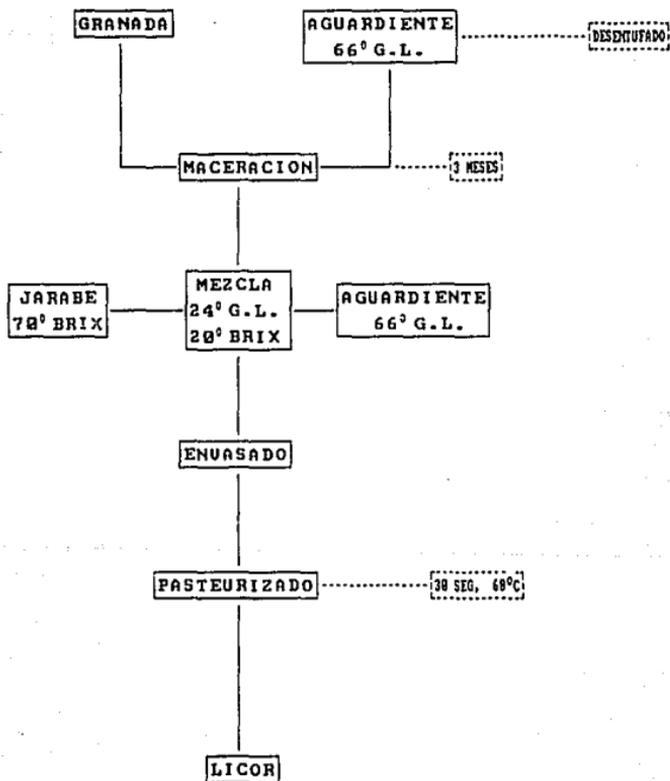
Se mezcla el grano del fruto con el aguardiente desentufado y se deja macerar en tinas durante 3 meses, tiempo después del cual la mezcla ha adquirido el aroma y color deseados.

Ya obtenida la mezcla macerada se le adiciona jarabe y aguardiente para ajustar los grados Brix (36.3) y el grado alcohólico (22.3°G.L.).

Se procede a envasar el producto obtenido en frascos estériles y posteriormente se pasteurizan estos 30 seg. a 68°C.

A continuación se observa en el diagrama # 3 la elaboración de licor de granada:

DIAGRAMA # 3
LICOR DE GRANADA



VII. RESULTADOS Y DISCUSION

Al realizar el análisis bromatológico del fruto fresco, cuyos resultados se muestran en el cuadro # 3 nos damos cuenta de que la granada tiene un alto contenido de agua, una cantidad de carbohidratos elevada (glucosa y fructosa), grasa y proteína en pequeñas cantidades así como cenizas y fibra cruda en mínimas cantidades, como corresponden a un análisis típico de los frutos con alto contenido de agua.

Con lo anterior, se conoció la proporción en que se encuentran cada una de las sustancias antes mencionadas y de ahí se partió para la elaboración de vino, licor y mermelada de granada, ya que las características del fruto fresco nos ofrecieron buenas alternativas para pensar que se podrían obtener buenos resultados en la elaboración de los productos.

Comparando el análisis bromatológico del fruto fresco con respecto al reportado en la bibliografía (cuadro # 3) nos damos cuenta de que los valores obtenidos no coinciden, a excepción del porcentaje de fibra cruda. Esto seguramente se debe a que la variedad de fruta utilizada para este trabajo es diferente, entendiéndose como diferente a las condiciones de cultivo, clima, región, etc.

En el cuadro # 4 podemos observar el análisis químico del fruto fresco, en donde la acidez titulable para el jugo de granada es ligeramente mayor que para el jugo de granada reportado en la bibliografía y en cuanto a la cantidad de grados Brix vemos que el jugo de granada reportado en la bibliografía tiene ligeramente mayor cantidad de sólidos solubles que para el caso de jugo de granada utilizado.

Con respecto a la cantidad de reductores directos y totales en el jugo de granada, nos permite suponer que se obtendrán buenos resultados en la elaboración de mermelada, vino y licor de granada, aún cuando se carece de información bibliográfica.

A) MERMELADA DE GRANADA

La mejor formulación para la mermelada fué la # 1 (con el grano completo de la fruta) pues presenta una consistencia, sabor y olor característicos al fruto de granada, además de presentar un alto dulzor. Se descartó la formulación # 2 (con jugo de granada sin semilla), pues esta presentó una menor consistencia y un sabor ligeramente menos agradable que el de la formulación # 1.

Lo único que se perdió un poco fué el color rojo intenso característico del fruto, pues la mermelada se oscureció pero esto es debido a que existió una caramelización de azúcares, o en su caso se presentó una oxidación de los pigmentos, lo cual provocó esta modificación en el color, aunque esto no resultó desagradable.

CUADRO # 3
ANALISIS BROMATOLOGICO DEL FRUTO FRESCO
(GRANADA)

DETERMINACION	B.N. (%)	B.S. (%)	BIBLIOGRAFIA (B.N.) ^a
HUMEDAD	89.68	-	86.48
CENIZAS	0.35	1.88	0.73
PROTEINA	1.43	7.37	0.52
GRASA	1.40	7.21	0.39
FIBRA CRUDA	0.32	1.64	0.32
CARBONHIDRATOS	15.98	81.95	16.87

* Poponee, W. (1982) Manual of tropical fruit (31).

* Suzuki, F. (1984) Cultivo de frutales menores (44).

CUADRO # 4
ANALISIS QUIMICO DEL FRUTO FRESCO
(GRANADA)

DETERMINACION	JUGO DE GRANADA (%)	JUGO DE GRANADA BIBLIOGRAFIA ^a
ACIDES TITULABLE (AC.TARTARICO)	0.46	0.13
REDUCTORES DIRECTOS	0.98	-
REDUCTORES TOTALES	19.73	-
pH DE LA PULPA	2.98	-
GRADOS BRIX	16.88	17.52

* Poponee, W. (1982) Manual of tropical fruit (31).

La mermelada de granada elaborada presentó una consistencia semisólida con la consistencia adecuada para una mermelada. El producto obtenido tuvo la consistencia óptima y esto se debe al pH, los grados Brix obtenidos y a la cantidad de pectina utilizada.

El sabor que presenta es característico del fruto. Esto nos indica que no se perdieron los compuestos que le dan el sabor propio a la granada.

Durante la cocción del fruto con los ingredientes para la elaboración de la mermelada de granada, seguramente se perdieron una gran parte de las sustancias aromáticas de la granada, pues en el producto terminado únicamente se llega a percibir un ligero aroma del fruto, aún cuando se conserva el sabor.

En el caso de la mermelada tomamos como base de comparación la norma para la elaboración de mermelada de fresa (40).

Como se puede observar en el cuadro # 5 la cantidad de reductores totales en la mermelada de granada es 20.99%.

Los parámetros más importantes en la elaboración de mermelada son el pH, ácido cítrico, la cantidad de pectina y azúcar, que son los que le dan esa consistencia y sabor. Si no se tiene un buen control en la elaboración de este producto se tendrán modificaciones ya sea en la consistencia (por ejemplo semifluida) o bien en el sabor.

B) VINO DE GRANADA

La formulación escogida como la mejor para el vino fué la # 1, ya que se elaboró a base de fruto sin cáscara pues este tiene una elevada astringencia (de gustada con el grano se comprobó), la cual no afectó las características de sabor en el vino.

El vino presentó un ligero enturbiamiento una vez terminado el proceso, pues no se hizo una clarificación después de la fermentación sino una decantación y después una filtración, por esta razón no se presentó translúcido.

El vino no presentó un sabor muy característico a granada, pero a pesar de esto se obtuvo un producto con sabor agradable y con la astringencia adecuada para degustarlo.

Lo anterior se debió seguramente a que se perdieron sustancias aromáticas ya sea durante la fermentación o durante la pasteurización.

**ANALISIS QUIMICO DE LOS PRODUCTOS
ELABORADOS CON GRANADA
CUADRO # 5**

DETERMINACION	MERMELADA DE GRANADA	MERMELADA DE FRESA*
ACIDEZ (AC. CITRICO)	0.31 %	-
GRADOS BRIX	74.0 °B	64.0 °B
REDUCTORES DIRECTOS	20.99 %	-
REDUCTORES TOTALES	36.28 %	-

* Mermelada de fresa NOM-F-131-1982 (40).

CUADRO # 6

DETERMINACION	VINO DE GRANADA	VINO DE UVA*
ACIDEZ TOTAL (AC. TANTARICO)	0.30 g/l	4.5-16.0 g/l
GRADO ALCOHOLICO	5.0 °G.L.	8.5-14.0 °G.L. (15°C)
GRADOS BRIX	11.50 °B.	-
REDUCTORES DIRECTOS	8.09 %	-
SO ₂ LIBRE	0.0 ppm.	300 ppm
SO ₂ TOTAL	0.0 ppm.	300 ppm

* Vinos NOM-V-27-5-1981 (42).

CUADRO # 7

DETERMINACION	LICOR DE GRANADA	LICOR DE FRUTAS*
ACIDEZ TOTAL (AC. TANTARICO)	0.45 g/l	-
GRADO ALCOHOLICO	22.33 °G.L.	20-35 °G.L. (15°C)
GRADOS BRIX	36.33 °B.	-
REDUCTORES DIRECTOS	14.55 %	-

* Licor de frutas. Hans-Dieter (1980). Quimica de los alimentos (19).

El tiempo de fermentación fué el adecuado para obtener un producto que por sus características se le puede denominar como vino de granada, y esto seguramente tiene que ver con la cantidad de azúcares contenidos por el fruto fresco, los cuales son suficientes para lograr un adecuado desdoblamiento de éstos a etanol.

En el cuadro # 6 podemos observar que:

El grado alcohólico que se presentó en el vino de granada es el adecuado para denominarlo así, esto se logró principalmente ya que el contenido de azúcares se agotó por completo durante la fermentación.

Al no existir una norma para vino de granada se toma como base de comparación la norma para vino de uva (42).

Observando las especificaciones para vino de uva (acidez total, grado alcohólico, grados Brix, reductores directos, anhídrido sulfuroso libre y total), nos damos cuenta de que los valores obtenidos para el vino de granada en su análisis son, menores a los del primero, una explicación muy lógica de esto es en primer lugar que se trata de una fruta diferente, cuyas características son distintas.

Debido al menor contenido de azúcares en la granada, se obtuvo un vino con grado alcohólico menor al de uva, ya que por lo regular un mosto de uva tiene aproximadamente 19 grados Brix y el mosto de jugo de granada tuvo 16 grados Brix.

La cantidad de azúcares reductores directos en el vino de granada es 8.09%.

La acidez que presenta el vino de granada (cuadro # 6) con respecto al de uva es menor y esto nos indica que algunas veces vinos que exhiben un alto contenido de ácidos poseen a veces menor sabor ácido que otros vinos con menor contenido de ácidos titulables.

Se realizaron los análisis de anhídrido sulfuroso libre y anhídrido sulfuroso total en el vino, cuyos resultados se dan en el cuadro # 6 para cuantificar (de alguna manera) si existió formación de estos por la misma fermentación, pues se hizo una prueba a nivel planta piloto; ya que a nivel industrial sí se adicionan para evitar una posible contaminación microbiana que cambie el aroma y sabor del vino.

La norma específica como máximo 300 ppm de anhídrido sulfuroso total y en el vino de granada se tienen 0 ppm debido a que no se inyectó anhídrido sulfuroso para evitar una contaminación microbiana, a nivel industrial si lo llevan a cabo.

Se debe tener mucho cuidado con el manejo de la técnica pues existen parámetros que afectan de alguna manera las propiedades del vino. Estos son: pH, temperatura, grados Brix, presencia o ausencia de aire, etc. Al no tener un control adecuado se puede llegar a tener por ejemplo otro tipo de fermentación (fermentación acética).

C) LICOR DE GRANADA

El licor presentó un sabor bastante agradable y característico a la granada y debido a que se adiciona jarabe tiene un sabor muy dulce y muy fuerte por la cantidad de aguardiente adicionado. Se observó un ligero enturbiamiento pues inmediatamente después del envasado se pasteurizó sin una decantación previa.

La característica primordial en la elaboración del licor de granada es la maceración que lleva ésta con el aguardiente de caña durante 3 meses, ésto es con el fin de que exista una interacción entre el fruto y el aguardiente, en la cual éste absorbe las sustancias aromáticas y de sabor que presenta el fruto. La adición de jarabe de glucosa al terminar la maceración es para ajustar los grados Brix.

Debido a que al final de la maceración no se alcanzó el grado alcohólico deseado, se adicionó del mismo aguardiente de caña para ajustarlo.

Como no se encontró norma para la elaboración de licor de frutas se realizó una aproximación en las proporciones de fruto y sacarosa pues la bibliografía reporta de un 20-35% de alcohol, pero es en general para todo tipo de fruto.

De aquí, que se hayan escogido proporciones iguales de aguardiente y de granada completando el 100% con el jarabe de sacarosa.

El licor obtenido tiene las características adecuadas para denominarlo así y observamos en el cuadro # 7 que el grado alcohólico se encuentra dentro del rango reportado en la bibliografía.

Dos factores que influyeron en la buena elaboración del licor fueron la maceración y la mezcla de aguardiente-jarabe.

El proceso de maceración permite que todas las sustancias saporíferas de la granada sean absorbidas por el aguardiente lo cual provoca que el sabor final sea característico del fruto.

En los análisis microbiológicos (cuadro # 8) para la mermelada, el vino y el licor, nos damos cuenta de que el desarrollo de los microorganismos fué mínimo.

Las pruebas sensoriales realizadas en los productos fueron a nivel laboratorio pues no se contaba con el número de jueces necesarios para que el estudio fuera completo.

CUADRO # 8

**ANALISIS
MICROBIOLÓGICOS
DE LOS PRODUCTOS DE GRANADA**

DETERMINACION	COLONIAS/ml		
	MERMELADA	VINO	LICOR
HONGOS Y LEVADURAS (PDA)	8	18	8
MESOFÍLICOS AEROBIOS (ESTRIADO SIMPLE)	8	2	1
MESOFÍLICOS AEROBIOS (DILUCION 1:10)	1	15	8
COLIFORMES			
a) LACTOSA SIMPLE:			
-DILUCION 1:100	(-)	(-)	(-)
-DILUCION 1:1000	(-)	(-)	(-)
b) LACTOSA DOBLE:			
-DILUCION 1:10	(-)	(-)	(-)

VIII. CONCLUSIONES

Se cumplió el objetivo del trabajo ya que se desarrollaron las tecnologías para la elaboración de licor, vino y mermelada de granada, ya que las formulaciones propuestas muestran que los productos tienen las características adecuadas para su aceptación y consumo.

Se pueden mejorar las formulaciones de los productos escogiendo la mejor calidad de fruta y trabajándolo a nivel industrial.

Para la obtención de los productos con características óptimas, se deben tener cuidados desde el manejo de la materia prima hasta la elaboración y envasado del producto final para tener una buena calidad.

La mermelada tuvo una consistencia propia del producto, un sabor característico de la granada además de ser muy agradable y un olor aceptable.

El color que presenta la mermelada fué un tanto oscuro, aunque esto no afectó las propiedades de la mermelada como tal.

El olor a la fruta natural se vió disminuído en la mermelada.

El vino presentó un sabor agradable, color y olor característicos de la fruta, con un grado alcohólico característico para un vino de fruta.

El licor obtenido presentó un sabor, aroma, color característicos de la granada y es el producto que más se apegó a las propiedades de la fruta y como consecuencia fué muy agradable en su degustación.

El desarrollo de microorganismos fué mínimo, por lo cual se concluye que el manejo sanitario de los productos fué el adecuado para el consumo de estos.

El trabajo realizado permite alargar la vida del fruto ya que es muy susceptible a descomposición y con el desarrollo de estas tecnologías se puede tener granada en forma procesada en cualquier época del año.

La tesis realizada solamente propone algunas tecnologías que se pueden desarrollar a nivel industrial, otra opción sería el desarrollo de otras tecnologías, ejemplos: base para refresco en polvo, base para gelatina, colorante, etc. O bien, "Análisis sensorial de vino, licor y mermelada de granada".

Como podemos observar la granada (*Punica granatum*) es una fruta muy accesible en su manejo para su manufactura y se pretende que este trabajo sea el principio para poder explotar de una manera adecuada a un fruto que presenta mucho potencial, ya que el presente trabajo es una proposición a nivel planta piloto para desarrollar tecnologías para una fruta que no se ha tomado en cuenta a nivel nacional para su industrialización.

IX. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Amerine, Berg and Cruess. (1972) Technology of wine making. 3a. edición Univ. of California Press: 731, 740-742, 751-753.
- 2.- A.O.A.C. (1984) Official Methods of Analysis. 14ava. edición Washington D.C., U.S.A.
- 3.- Arago, D.B. (1974) Tratado completo del cultivo de árboles frutales. Ed. Eduardo Martínez, Madrid.
- 4.- Avdeed, V.I. (1985) Propagation of fruit crops by cuttings in upper Tadjikistan. Abstracts Horticulture 40: 203.
- 5.- Bailey, L.H. (1947) The standard cyclopedia of horticulture. The Mc. Millan Co., N.Y.
- 6.- Bailey, L.H. (1949) Manual of cultivated plants. The Mc. Millan Co. N.Y.
- 7.- Bhutani, D.K. (1979) Insects and fruits. Indian Agriculture Research Institute. New Delhi, India: 219-228.
- 8.- Bianchini, F.; Corbetta, F.; Pistoia, M.; Messegue, M. (1974) Frutos de la tierra. Atlas de las plantas alimenticias. Ed. AEDOS, Barcelona: 168-169.
- 9.- Brooks, R.M. and Olmo, H.P. (1972) Register of new fruit and nut varieties. 2a. Edition Univ. of California Press: 526-528.
- 10.- Buscbaun, H.; Baum, D.; Younis, H. (1982) Weed control in pomegranate. Phytoparasitica 10 (4): 276.
- 11.- Camplonch, Isidro. (1943) Ejercicios de análisis de vinos 4a edición, Barcelona.
- 12.- Comisión Nacional de Fruticultura. (1973) El granado. México. 3 págs.
- 13.- Cook, A.A. (1975) Diseases of tropical and subtropical fruits and nuts. Univ. of Florida . Hafner Press: 300-301.
- 14.- Desrosier, W. Norman. (1977) Conservación de Alimentos. Ed. CECOSA, México: 312-315, 658.
- 15.- Egan, H.; Kirk, R. and Sawyer, R. (1988) Análisis químico de los alimentos de Pearson. Ed. CECOSA, México: 185.
- 16.- Evreinoff, V.A.(1957) Contribution a l'étude du granadier. J. Agric. Trop. Bot. Appl. 4: 124-138.
- 17.- Font, Q.P. (1980) Plantas Medicinales. El dioscórides renovado. Ed. Labor, S.A: 399-405.

- 18.- Grunberg, L. (1951) El monte frutal casero. I.P. Librería ATENEO: 358-359.
- 19.- Hans-Dieter, Belitz.; Werner, Grosch. (1988) Química de los Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, España: 744.
- 20.- Instituto Nacional de la Nutrición S.Z. (1984) Manual de Técnicas de Laboratorio para Análisis de Alimentos. México: 29, 56, 134-143.
- 21.- Introducción a la tecnología de alimentos. (1988) Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Area plantas piloto. México.
- 22.- Juscafresa, B. (1973) Arboles frutales cultivo y explotación comercial. 4a edición. Ed. AEDOS, Barcelona: 192-196.
- 23.- Kader, A.A.; Chordas, A.; Elyatem, S. (1984) Responses of pomegranate to ethylene treatment and storage temperature. California Agriculture 38 (7/8): 14-15.
- 24.- Kennard, W.C. and Winters, H.F. (1963) Frutas y nueces para el trópico. Ed. Limusa-Willey, S.A. México: 134.
- 25.- Kutuzova, A.S. (1984) Spacing density of pomegranate in the orchard. Abstracts Horticulture 9579: 507.
- 26.- León, Simón. (1985) Análisis de Alimentos. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. México.
- 27.- Manual de Laboratorio de Microbiología Sanitaria. (1990) Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. 2a. edición, México: 1-25.
- 28.- Nanjan, K. and Kumar, S. (1983) Note on the control of fruit borer in pomegranate. South Indian Horticulture 31 (2/3): 104-105.
- 29.- Niembro, R.A. (1986) Arboles y arbustos útiles en México naturales e introducidos. Ed. Limusa y Depto de Bosques U.A.Ch., México: 158-159.
- 30.- Ochse, J.J.; Soule, M.J.Jr.; Dijkman, M.J.; Wehlburg, C. (1972) Cultivo y mejoramiento de plantas Tropicales y Subtropicales. Ed. Limusa, México I: 785-787.
- 31.- Popenoe, W. (1982) Manual of tropical fruit. Ed. Hafner Press: 375-383.
- 32.- Potter, N. (1978) La ciencia de los alimentos. Ed. EDUTEX, México: 309-311.
- 33.- Rebour, H. (1971) Frutales Mediterráneos. Ed. Mudiprensa Castello, Madrid: 262-264.
- 34.- Ribereau-Gayón, J. and Peynaud, E. (1958) Análisis de Vinos 2a edición, Madrid.

- 35.- SARH-DGEA. (1980) Anuario Estadístico de 1980. México: 215.
- 36.- SARH-DGEA. (1981) Anuario Estadístico de 1981. México: 207.
- 37.- SARH. (1985) Comisión Nacional de Fruticultura Inventario Frutícola de 1987.
- 38.- SARH. (1985) Subsecretaría de planeación, Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos.
- 39.- SPFI. (DGN). NOM-F-428-1982. Alimentos - Determinación de Humedad (Método rápido de la termobalanza).
- 40.- SPFI. (DGN). NOM-F-131-1982. Alimentos para humanos - Frutas y derivados - Mermelada de fresa.
- 41.- SPFI. (DGN). NOM-V-27-S-1981. Bebidas alcohólicas - Determinación de SO₂ libre.
- 42.- SPFI. (DGN). NOM-V-12-1986. Bebidas alcohólicas - Vinos - Especificaciones.
- 43.- Simmons, E.A. (1982) Growing unusual fruit. Walker and Co., N.Y: 282-284.
- 44.- Sudzuki, F. (1984) Cultivo de Frutales Menores. Ed. Universitaria, República de Chile: 159-165.
- 45.- Talbert, T.J. (1981) General Horticulturae. Ed. Febiger. Philadelphia, U.S.A.
- 46.- Tamaro, D. (1981) Tratado de Fruticultura. Ed. Gustavo Gill. S.A., Barcelona: 697-701.
- 47.- Vogt, E; Jakob, L; Lemperle, E; Weiss, E. (1986) El vino, obtención, elaboración y análisis. Ed. Acribia, Zaragoza: 53, 55, 56, 57, 71.
- 48.- Westwood, M.N. (1978) Temperate zone pomology. Oregon State University. W.H. Freeman and Co: 346-347.