

77

Q. Quím.



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

EXTRACCION Y CARACTERIZACION DE LA GRASA DE LA SEMILLA DE MANGO (TIPO MANILA)

T E S I S

Que para obtener el título de:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P r e s e n t a :

VICTORINO FERNANDO ORTIZ RAMIREZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.- OBJETIVO	4
III.- ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS	5
3.1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL MANGO	5
3.2. COMPOSICION Y VALOR NUTRITIVO	6
3.3. PRODUCCION MUNDIAL	6
3.4. PRODUCCION NACIONAL	9
3.4.1. PRINCIPALES CULTIVOS NACIONALES	12
3.5. COSECHA Y CUIDADOS EN EL MANEJO DEL MANGO	16
3.6. ALMACENAMIENTO	17
3.7. INDUSTRIALIZACION	18
3.8. ALTERNATIVAS PARA EL APROVECHAMIENT- TO DE LOS DESPERDICIOS DE UNA PLAN- TA PROCESADORA DE MANGO	23
3.8.1. USOS DE LA CASCARA Y PULPA FIBROSA	24
3.8.2. USOS DEL HUESO	25
3.9. METODOS DE EXTRACCION DE ACEBITES Y GRASAS	27
3.9.1. PROCESOS DE REFINACION	38
3.9.2. EXTRACCION DE GRASA DE LA SEMILLA DE MANGO	44
3.10. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS GRASAS Y PRUEBAS FISICOQUIMICAS DE CARACTERIZACION	45
3.10.1. CARACTERISTICAS GENERALES DE GRA- SA DE LA SEMILLA DE MANGO	53
3.11. PASTA RESIDUAL	56

3.12. USOS DE LA GRASA DE SEMILLA DE MAN <u>G</u> O	58
IV.- DESARROLLO EXPERIMENTAL	60
V.- RESULTADOS	72
VI.- CONCLUSIONES	81
VII.- RECOMENDACIONES	84
VIII.- BIBLIOGRAFIA	85

I.- INTRODUCCION

Los procesos de industrialización de los alimentos - traen consigo la producción de gran cantidad de desperdicio, observándose al mismo tiempo elevados costos de producción que se incrementan día a día y la escasez cada vez más acentuada de los recursos naturales. Estos factores nos muestran la necesidad de lograr una mayor eficiencia en el aprovechamiento integral de los productos naturales, tal es el caso del Mango.

El Mango es un fruto que crece en regiones de climas tropicales y subtropicales, siendo sensible a las bajas - temperaturas; se considera como ideal para su desarrollo - una temperatura de 22^oC a una altitud entre 0 y 1000m; -- que corresponde a las llanuras costeras del Golfo y del - Pacífico de nuestro país, comprendiendo los estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Sinaloa, Jalisco y Michoacán.

El Mango se consume en su estado natural o procesado industrialmente en forma de jugos, néctares, helados, refrescos, jaleas, mermeladas y rebanadas en almíbar, entre otros.

Su industrialización en nuestro país está teniendo - un creciente desarrollo, incrementándose su demanda como - materia prima para la industria. Esto ha permitido que -- tanto la superficie cosechada, como los volúmenes producidos, aumenten considerablemente. Dicha demanda refleja - un incremento absoluto de 138.93% en el período comprendido entre los años de 1970 a 1983, con una tasa de crecimiento anual de 7.2%. (4)

El volumen de producción de Mango en México cubre las necesidades de consumo interno permitiendo la exportación. Tomándose en cuenta que el mercado interno absorbe prácticamente la totalidad de la producción, se estima que se procesa entre el 20 y 25% (A); ésto último debido a la creciente demanda como producto procesado y la capacidad con que se cuenta para industrializarlo.

No obstante las numerosas variedades de Mango que existen, son las de Manila, Kent, Haden y Keitt, las que se han procesado a nivel industrial. Sin embargo la variedad Manila es la más utilizada, debido a que el producto final es más uniforme en sus características sensoriales después del tratamiento; no ocurriendo lo mismo con las demás variedades, las cuales sólo se utilizan durante la escasez de Manila.

Los grandes volúmenes de desperdicio que resultan de los diferentes procesos a que se somete el Mango en la industria, los conforman en su mayor parte hueso y cáscara. El hueso constituye el mayor porcentaje en dicho desperdicio ya que aproximadamente el 15% en peso del total del fruto corresponde a este. Tomando en cuenta el elevado volumen de industrialización de Mango en los últimos años y la gran cantidad de hueso, se estima conveniente su utilización como materia prima para la extracción de grasa de la semilla, la cual puede tener diversos usos.

Según estudios realizados en la India la grasa de la semilla de Mango es potencialmente comestible y, su composición y distribución de ácidos grasos es muy parecida

a la manteca de cacao, por lo que puede sustituir par- -
cialmente a ésta en la industria de confitería, debido a
ciertas características como son su plasticidad, blandu-
ra y atoxicidad. (10,28)

II.- OBJETIVO

Establecer la metodología para la extracción y caracterización de la grasa de la semilla de Mango (Mangifera indica L.).

III.- ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

3.1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL MANGO.

La tendencia del consumo de mango indica que la demanda continuará siendo preponderante para fruta en estado fresco, aunque también se prevee un continuo crecimiento de la producción industrial.

El mango se cultiva en más de quinientas variedades. El nombre científico del fruto es "Mangifera indica L.", y pertenece a la familia de las anacardiáceas en la cual se incluyen 64 géneros, la mayoría árboles y arbustos. - El árbol es de porte mediano (16 a 20 metros) en estado adulto, presentando su floración en los meses de diciembre encontrándose principalmente en la India y Malasia de donde se considera es originario (27). Es un fruto fibroso que, maduro, tiene una pulpa jugosa y blanda de color amarillo o naranja. (26)

El desarrollo fisiológico a partir de su anarrese lleva a cabo en 16 semanas aproximadamente (según la variedad). En este período existe un continuo aumento de peso y dimensiones, el cual se reduce entre la 4a. y la 14a. semana, lapso en el cual se desarrolla el hueso.

La semilla es aplanada, constituida en su mayor parte por los cotiledones. Puede ~~ser~~ contarse con un sólo embrión, resultado del proceso de unión entre esperma y hueso, o bien dos a cinco o más embriones, uno producido sexualmente y el resto originado en el tejido de la nuez. Los embriones que no derivan de proceso sexual dan origen a plantas idénticas a la planta madre. (4)

A los mangos con un sólo embrión, característicos de los tipos hindúes se les llama monoembrionicos y los -

que poseen dos o más --como los denominados indochinos--- poliembriónicos.

El producto es del agrado del consumidor nacional --prevalciendo sobre gran cantidad de frutales por su a-- gradable sabor además de sus cualidades nutritivas.

3.2. COMPOSICION Y VALOR NUTRITIVO

Desde el punto de vista de composición y en valor -- nutritivo, el Mango es principalmente una fuente rica en vitaminas, en especial retinol y ácido ascórbico. Nagy S. y Shaw P. llevaron a cabo estudios en la India en cuanto al valor proteico del Mango, mencionando que este es bajo pero contiene los aminoácidos esenciales tales como: -- lisina, triptofano y metionina. (Tabla No. 2) (18)

En la Tabla No. 1 se resumen los principales paráme -- tros que especifican la composición nutritiva de esta -- fruta, y por su contenido, podemos darnos cuenta que el -- Mango variedad Manila, es de muy buena calidad, lo cual -- es muy importante para México, que lo cultiva en mayor -- cantidad. (15,16)

3.3. PRODUCCION MUNDIAL

La producción mundial de Mango, una de las frutas -- tropicales más populares, alcanzó en el período de 1980 -- -1983 un valor de 13 568 000 Ton., colocándol^o en sexto lu -- gar de importancia entre los principales cultivos fruta -- les del mundo justo por debajo de la manzana y por arri -- ba de la pera.

TABLA N° 1

COMPOSICION NUTRITIVA DE LA FRUTA DE MANGO

FUENTE DE MANGO	INDIA	MEXICO	Var. MANILA
PORCION COMESTIBLE %	74.00	55.00	70.00
HUMEDAD %	81.00		
FIBRA %	0.70		
CALORIAS (Unidades)	74.00	46.00	44.00
CARBOHIDRATOS (g %)	16.00	11.70	11.10
GRASA (g %)	0.40	0.10	0.00
PROTEINAS (g %)	0.60	0.90	0.80
MINERALES (g %)			
CAROTENO (mg %)	2.743		
VITAMINA C (mg %)	16.00	65.00	76.00
TIAMINA (mg %)	0.08	0.06	0.11
RIBOFLAVINA (mg %)	0.09	0.08	0.06
NIACINA (mg %)	0.09	0.06	0.08
CALCIO (mg %)	14.00	19.00	12.00
FOSFORO (mg %)	16.00	11.00	13.00
HIERRO (mg %)	1.30	1.50	0.77

FUENTE: GOPALAN et al. 1977; HERNANDEZ et al. 1971. (13, 16)

TABLA N° 2
AMINOACIDOS ESENCIALES EN MANGO

FUENTE DE MANGO	INDIA	MEXICO
NITROGENO TOTAL (g %)	0.10	
LISINA (g/g N)	0.80	0.10
TRIPTOFANO (g/g N)	0.10	0.01
METIONINA (g/g N)	0.07	0.01

FUENTE: GOPALAN et al. 1977; HERNANDEZ et al. 1971. (13, 16)

El conjunto de países productores de este fruto se distribuye principalmente en Africa, América y Asia, continentes a los que se suma Oceanía con corta participación. (4)

La producción total en el año de 1983 ascendió a -- 13 954 000 Ton., 69 000 Ton. menos que el año de 1979 y 2 000 000 Ton. por arriba del período de 1969-71, es decir, no obstante a que se observó una disminución, el incremento global en el período 69-83 es del orden del -- 16.73% a una tasa de crecimiento anual de 1.19%.

Corresponde al continente asiático una mayor participación en estos volúmenes de producción, ocupando el año de 1983 el 78.23% del total mundial, mostrando un incremento absoluto del 12.71% al pasar de 9 595 000 Ton. - en 1969 a 10 919 000 Ton. en el último año del período.

Le sigue en importancia América, la cual ocupa el - 15.69% del total en 1983. El crecimiento absoluto de - - 48.38% en el lapso analizado, así como la tasa de crecimiento anual de 3.45% muestran una mayor dinámica, situación que se refleja necesariamente en la competencia por el mercado de los Estados Unidos, Canadá, Europa y Japón principalmente.

En el año mencionado, Africa participa con el 5.99% y Oceanía con el 0.080%, representados por 836 000 Ton.- y 11000Ton. respectivamente. (Tabla No. 3)

Seis países representan el 82.55% de la producción total en el año de 1983, entre los cuales sobresalen India con 8 700 000 Ton. (62.34%), siguiéndole en importan

TABLA No. 3

PRODUCCION MUNDIAL DE MANGO
(Miles de toneladas)

AÑOS	1969-71	1979	1980	1981	1982	1983	%1983
TOTAL MUNDIAL	11 954	14 023	13 182	13 444	13 508	13 954	100
<u>AFRICA</u>	672	809	840	852	844	836	5.99
BENIN	11	12	12	12	12	12	0.08
EGIPTO	61	90	117	119	100	100	0.71
MADAGASCAR	113	143	173	174	175	160	1.17
MOZAMBIQUE	35	30	31	32	30	30	0.22
SENEGAL	25	33	4	4	33	33	0.23
SIERRA LEONA	50	4	1	1	4	4	0.03
SUDAN	45	66	68	70	71	71	0.50
TANZANIA	142	172	175	178	180	180	1.28
ZAIRE	145	172	167	167	137	137	0.98
<u>AMERICA</u>	1680	2143	2119	2182	2228	2190	15.69
BRASIL	668	680	560	600	600	610	4.37
CUBA	18	54	54	54	66	53	0.37
DOMINICANA	153	173	173	170	182	184	1.31
HAITI	240	290	326	330	335	346	2.47
MEXICO	289	561	638	675	685	665	4.76
PERU	62	72	72	82	83	38	0.27
SANTA LUCIA	38	43	48	22	37	45	0.32
VENEZUELA	78	127	118	115	105	111	0.79
<u>ASIA</u>	9595	11 061	10001	10214	10426	10917	78.23
BLANGLADESH	424	214	207	210	203	182	1.30
CHINA	161	240	257	270	338	353	2.52
FILIPINAS	143	338	374	380	390	550	3.94
INDIA	8 300	9 300	8363	8516	8500	8700	62.34
KAMPUCHEA	31	1	8	9	9	14	0.10
PAKISTAN	486	600	550	559	552	652	4.67
SRI-LANKA	39	57	57	57	73	68	0.48
MALASIA	8	1	7	7	13	14	0.10
<u>OCEANIA</u>	7	10	9	8	9	11	0.08
AUSTRALIA	1	2	1	1	1	3	0.02
ISLAS COOK	2	2	2	1	2	2	0.01
SAMOA	4	6	6	6	6	6	0.04

FUENTE : Elaborada por la Subdirección Comercial CONAFRUT, en base a los Anuarios de Producción de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F.A.O.), 1982. (2)

cia México con 665 000 Ton. (4.76%), y Brasil con ---
610 000 Ton. (4.39%).

México durante la primera década de los años 70 ocupó el cuarto lugar en la producción mundial debido a la declinación de Bangladesh; sin embargo en 1982 se convirtió en el 2o. país productor de Mango. (Tabla No. 4). (4)

Los principales países exportadores, considerando la cantidad de fruta que venden al exterior, son Filipinas, Tailandia y La India, siendo su principal mercado Europa, Medio Oriente y Japón. El potencial de expansión de la comercialización de México, Brasil y Australia, y probablemente de muchos países africanos es considerable.

México tiene grandes posibilidades de competir con éxito en el mercado exterior del Mango, en base a la buena calidad del fruto y a los volúmenes producidos.

Entre los principales países a los que México envía este frutal se encuentran los Estados Unidos, siendo este el principal mercado para la exportación de Mango nacional; le siguen en importancia los Países Bajos, el Reino Unido, Canadá, Japón, Francia, Alemania Occidental, Italia, Bélgica, Luxemburgo, Suiza y Jamaica, que también han recibido este producto de México.

Existen más de quinientas variedades de Mango en todo el mundo, de las cuales no todas son cultivadas a escala comercial y muchas de ellas se localizan en áreas particulares. La nomenclatura de los cultivos ha sido complicada debido a la existencia de sinónimos. Cultivos similares procedentes de diferentes regiones tienen nom-

TABLA N° 4

PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE MANGO
(Miles de Toneladas)

PAIS	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	% 1983
TOTAL MUNDIAL	12803	13346	13817	14023	13182	13444	13508	13954	100
INDIA	8500	9000	9000	9300	8363	8516	8500	8700	62.34
MEXICO	428	405	540	561	638	675	685	665	4.76
BRASIL	635	645	670	680	560	600	600	610	4.37
PAKISTAN	596	600	647	600	550	550	552	652	4.67
FILIPINAS	331	300	329	339	374	380	390	550	3.94
HAITI	280	282	285	290	326	330	335	346	2.47
OTROS	2033	2114	2346	2254	2371	2393	2446	2431	17.34

FUENTE: Elaborado por la Subdirección Comercial, CONAFRUT, en base a los anuarios estadísticos de producción de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F.A.O.), 1982-1983. (2)

bres diferentes, por ejemplo, "Alphonso", probablemente el mejor Mango cultivado en la India, se la ha llamado también "Badami Gundu", "Patnam Jathi", "Kadher", "Alphus", etcétera. (19)

Los nombres de los principales cultivos de Mango de la mayoría de los países productores, se mencionan en la tabla No. 5.

3.4. PRODUCCION NACIONAL

En México se produce un gran número de variedades mejoradas, siendo más importantes por su volumen las variedades Manila y las Criollas. Entre las variedades mejoradas se pueden mencionar: Haden, Keitt, Kent, Sensation, Tommy Atkins, Zill, y otras, cuya oferta se ha incrementado moderadamente. (4)

En el período correspondiente a 1970-1983, la superficie cosechada de Mango en el país ha pasado de 16 594 Has. a 70 000 Has. mostrando un crecimiento absoluto de 321.83% y una tasa de crecimiento anual de 24.75%.

Es notable el incremento de la superficie cosechada a partir del año de 1975, superando en 23899 Has. a la correspondiente a 1970 y ésta a su vez superada en 29 517 Has. por la de 1983.

Así también los volúmenes producidos muestran un incremento permanente, con algunas disminuciones en los años de 1972 y 1977, los cuales, en el año inmediato fueron recuperados.

Para el año de 1970 la producción asciende a 307 615 Ton. llegando a 735 000 Ton. en 1983. El incre-

TABLA No 5

PRINCIPALES CULTIVOS MUNDIALES DE MANGO

P A I S	VARIEDAD (PARA PULPA)	VARIEDAD (PARA JUGO)
INDIA	Aiphonso, Banganapulli, Bombai, Chausa, Cherukurasam, Dashehari, Fajri, Fazli, Fernandian, Himsagar, Imran, Jehangir, Kalepad, Langra, Mulgoa, Pauri, Rajapuri, Sehroli, Zardalu.	Begrain, Cherukurasam, Mitwha, Nauras, Peddasam, Ragola, Raspoonia, Sharbathi, Sundershah, Taimurtya.
PAKISTAN	Sindrhi y algunas variedades de la India	
FILIPINAS	Carabao, Pico.	
AMERICA	Boribo, Apple, Malindi, Mabroka	
ISRAEL	Nimrod y algunas variedades de Florida	
AUSTRALIA	Kensington	
FLORIDA	Adams, Alice, Anderson, Broks, Cambodiana, Carrie, Cesli, Davis, Dixon, Edward, Eldon, Florigon, Gibbons, Glenn, Golden, Haden, Irwin, Kelitt, Kent, Palmer, Ruvy, Samini, Sensation, Smith, Sunset, Tommy Atkins, Van Dyke.	
WAWAII	Pope, Edwards, Buchanan, Kensington, Gouveia, Water house.	
TRINIDAD		Julie
MEXICO	Ataulfo, Criollo, Diplomático, Esmeralda, Haden, Irwin, Kelitt, Kent, Manila, Manzana, Naranja, Oro, Palmer, Piña, Canario, Sensation, Tommy Atkins.	Julita, Zilli.

FUENTE: Singh (1968) ; Icar (1967) ; Ruehle y Ledln (1955) ; Lakshminarayan (1975) ; Campbell y Malo (1967) ; Brekke (1975) ; Cheema (1954)

NOTA: El nombre de cultivos de otros países no está disponible.

mento en el período es de 138.93% y su tasa de crecimiento anual es de 10.68%.

Ambos rubros muestran una tendencia positiva, sin embargo el rendimiento por hectárea disminuyó de 18 537-Kg por Ha. en 1970 a 10500 Kg por Ha. en 1983, promedio que aún supera los obtenidos en 1979, 1980, 1981 y 1982. (Tabla No. 6) (4)

La influencia de factores naturales como el clima y tipos de suelo^{sc} refleja en la distribución del área de cultivo del mango, la cual está un tanto dispersa a lo largo de las franjas costeras del Golfo de México y del Océano Pacífico, al sur del Trópico de Cáncer. (4)

Dentro de las entidades federativas más importantes productoras de mango en el período comprendido entre los años de 1977-82 destaca el estado de Veracruz el cual es el principal productor de Mango Manila en el país, encontrándose en Actopan el de más alta calidad. Asimismo es el que destina mayores áreas de cultivo a este frutal. En cuanto a volumen producido corresponde a Oaxaca el 2o. lugar para los años de 1981 y 1982, estando integrada la oferta por variedades criollas de las que, en algunas es el principal productor. Sin embargo en el último año del período el estado de Sinaloa ha pasado a un primer plano después de los Estados de Veracruz y Oaxaca.

La totalidad de esta producción se destina al consumo interno, principalmente en las grandes ciudades: D.F., Guadalajara, Monterrey, Puebla y Oaxaca.

Es Sinaloa el principal estado productor de Mango -

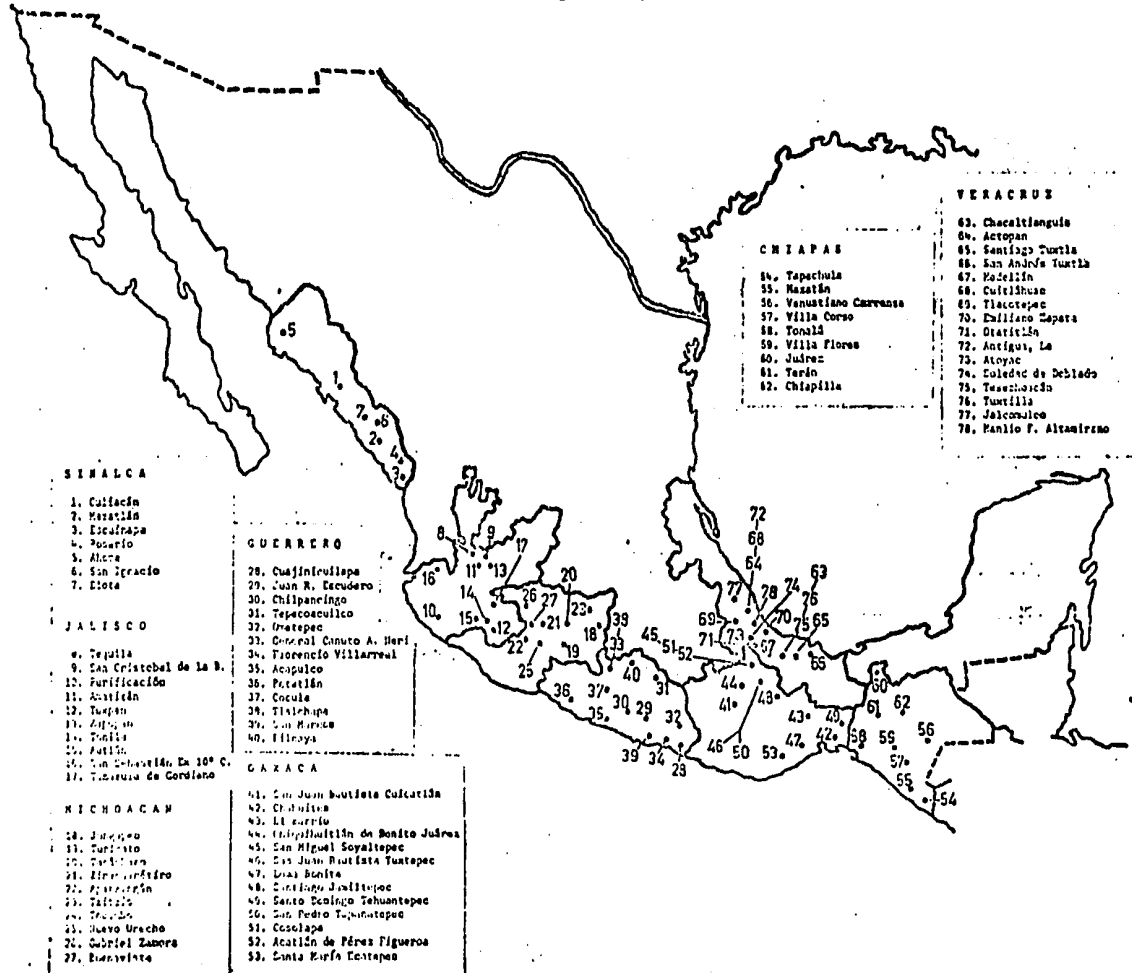
TABLA No. 6

PRODUCCION NACIONAL DE MANGO
1970 - 1983

AÑO	SUPERFICIE COSECHADA (Has)	RENDIMIENTO POR HECTAREA (Kg./Ha.)	VOLUMEN DE PRODUCCION (Ton.)	PRECIO MEDIO RURAL (\$/Ton.)	VALOR DE PRODUCCION (\$)
1970	16594	18537	307615	1140	350324170
1971	25984	12034	312701	2000	625402000
1972	21502	12734	273810	2100	575001000
1973	28955	10391	300871	1959	589355700
1974	29431	11746	345698	2100	725965800
1975	40483	9614	389149	2117	823952000
1976	43184	9909	427922	2358	1009034000
1977	45718	8816	405155	3434	1391366000
1978	51409	10517	540679	3510	1897499000
1979	59748	9386	560811	5460	2557491000
1980	63736	10010	638006	6220	3968164000
1981	62254	8599	675500	11692	6620698200
1982	74200	9239	685500	14275	9785513000
1983	70000	10500	735000	26000	19110000000

FUENTE : Elaborado por la Subdirección Comercial, CONAFRUT, en base a datos de la Dirección General de Economía Agrícola y la Dirección General de Agricultura, de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. (3)

PRINCIPALES ENTIDADES Y MUNICIPIOS PRODUCTORES DE MANGO



de variedades mejoradas, siendo también el que más lo exporta. Para el año de 1976 la producción llegó a 59 100-Ton., experimentando un descenso en 1977, 1979 y 1981, - para elevar nuevamente su volumen en el año inmediato.

También destacan en el universo de la producción nacional de Mango los estados de Nayarit, Jalisco, Chiapas, Guerrero y Michoacán, cuya participación en la oferta de este frutal es significativa, ya que por razones naturales cuentan con los requerimientos necesarios para el --cultivo. (Tabla No. 7)

La demanda nacional de este fruto tiene una elevada relación de equivalencia con la producción, ya que las -importaciones son nulas y las exportaciones escasas, aun que con una elevada tasa de crecimiento.(4)

Sin embargo, es el mercado nacional el que absorbe--prácticamente la totalidad de la producción, razón por --la cual reviste mayor importancia.

El consumo de Mango al igual que otras frutas ha sido considerado de importancia para llenar parte de las --necesidades nutricionales en la dieta de los habitantes--del país.

El consumo nacional ha tenido un incremento de - - 354 081 Ton. en un período comprendido entre 1970 y 1982, pasando de 305 985 Ton. a 659 976 Ton. mostrando un cre--cimiento absoluto de 115.75%. El límite inferior se pre--senta en el año de 1972 con 270 825 Ton., y el superior-

TABLA N° 7

PRINCIPALES ENTIDADES PRODUCTORAS
DE MANGO EN MEXICO
(Toneladas)

ESTADO	1977	1978	1979	1980	1981	1982
T O T A L	405155	540679	560811	638006	675574	685500
VERACRUZ	149986	145523	146987	137582	144822	147102
OAXACA	63375	55906	55663	73573	175120	126782
SINALOA	42000	52500	42596	84615	71042	90500
GUERRERO	38114	41565	40679	36730	36575	54615
CHIAPAS	22134	80350	84026	84366	84407	54982
MICHOACAN	14804	15090	27070	39444	31934	39500
NAYARIT	5800	20305	33501	52362	39814	69471
JALISCO	3950	49944	51780	52308	53229	57682
OTRAS ENTIDADES	64992	79496	78509	77026	38631	44860

FUENTE: Elaborado por la Subdirección Comercial, CONAFRUT, en base a cifras proporcionadas por la Dirección General de Economía Agrícola de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. (3)

en el último año del período analizado. (1,3)

Las exportaciones de este fruto han pasado de 6 814 Ton. en 1975 a 30 974 Ton. en 1983, mostrando un crecimiento absoluto de 354% y una tasa media anual de 22.16%. Sin embargo con respecto a la producción nacional no representan ni el 4.21 % lo que nos indica que la mayor parte se destina a consumo interno. (4)

Ante la ausencia de importaciones y el modesto nivel de los envíos al mercado exterior es indudable que el Mango es un producto interno principalmente. (Tabla No. 8)

El consumo per-cápita muestra un incremento importante en el período, pasando de 6.31 Kg en 1970 a 9.1 Kg en 1982. (Tabla No. 8).

Sin embargo este crecimiento no ha sido constante puesto que en los años de 1972, 1977 y 1981, se observa una notable declinación, la cual en el año inmediato se recuperó. (1,3)

3.4.1. PRINCIPALES CULTIVOS NACIONALES

El Mango ha sido sometido a través del tiempo a reproducción sexual en la mayor parte de las zonas productoras del mundo, lo cual originó una gran variabilidad en las características del fruto. Sólo los árboles que provienen de embriones nucleares, característicos en los

TABLA N° 8

CONSUMO NACIONAL APARENTE DE MANGO
1970 - 1983
(Kilogramos)

AÑOS	PRODUCCION NACIONAL	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES	CONSUMO NAC. APTE.	CONSUMO NAC.PERCAP
1970	307615000	-	1720000	305895000	5.20
1971	312701000	-	2290000	310411000	5.91
1972	273810000	-	2985000	270825000	4.99
1973	300871000	-	3512802	297358198	5.27
1974	345698000	-	6083474	339614527	5.85
1975	389149000	-	6814696	382334304	6.38
1976	427922000	-	8203071	419718929	6.79
1977	405155000	-	10847104	394307396	6.15
1978	540678000	-	16758348 (+)	533920652	7.98
1979	565842000	-	14219873 (++)	551622127	8.10
1980	638006000	-	15395000	622586000	8.97
1981	675574000	-	15691000	645404000	7.67
1982	685500000	-	21325000	659976000	9.37
1983	735000000	-	30974000	798465000	10.00

FUENTE: Elaborado por la Subdirección Comercial, CONAFRUT, en base a cifras de la Dirección General de Agricultura, de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de los Anuarios Estadísticos de la Secretaría de Programación y Presupuesto (3)

NOTAS: (+) Tabulares preliminares de la Dirección General de Estadísticas, S.P.P.

(++) Dirección General de Aduanas, S.H.C.P.

mangos poliembriónicos han logrado preservar en forma natural las características de sus ancestros. (4)

Se conoce como VARIEDAD, aquel Mango al que se ha logrado fijar sus características mediante la propagación vegetativa y cuyo cultivo, dado su calidad y posibilidades comerciales, resulta conveniente.

TIPO, es el Mango propagado por semilla y por lo tanto sujeto a gran variabilidad. Diversas opiniones se inclinan a considerar como tipos a los mangos que presentan poliembrionía, si estos se producen como se menciona.

En México se produce gran número de variedades, destacando por su cuantía las Criollas y Manila, teniendo también volúmenes de variedades mejoradas cosechadas en su mayoría con fines de exportación y provenientes del grupo Mulgoba, a saber: Haden, Kent, Keitt, Tommy Atkins y Zill, además del Irwin y Sensation. (4) La Tabla No. 9 nos muestra las regiones en donde son cultivadas las principales variedades que crecen en nuestro país.

Tipos Criollos mexicanos.- Existen algunos pertenecientes al grupo de los poliembriónicos o indochinos y al grupo de los monoembriónicos o de la India.

Grupo Manila o Indochino.- Este grupo es el de mayor importancia en México, de hecho la mayor parte de la

TABLA No. 9

EPOCA DE COSECHA DE MANGO EN MEXICO

ENTIDAD FEDERATIVA	VARIEDAD	EPOCA DE COSECHA
COLIMA	Haden	20 de mayo a 30 de julio
COLIMA	Kent	15 de junio a 10 de agosto
CHIAPAS	Haden	1º de mayo a 30 de junio
CHIAPAS	Kent	1º de mayo a 30 de junio
CHIAPAS	Keltt	1º de mayo a 30 de junio
	Tommy A.	
CHIAPAS	Criollo	20 de enero a 15 de mayo
GUERRERO	Haden	5 de junio a 30 de julio
GUERRERO	Kent	15 de abril a 30 de junio
MICHOACAN	Haden	15 de mayo a 30 de julio
MICHOACAN	Kent	5 de junio a 30 de julio
NAYARIT	Haden	15 de junio a 15 de julio
	Tommy A.	
NAYARIT	Kent	15 de julio a 25 de agosto
NAYARIT	Keltt	10 de agosto a 15 de septiembre
OAXACA	Criollo	1º de febrero a 15 de abril
SINALOA	Haden	5 de junio a 20 de agosto
	Tommy A.	
SINALOA	Kent	20 de junio a 15 de septiembre
SINALOA	Keltt	1º de agosto a 15 de septiembre
VERACRUZ	Manila	15 de abril a 15 de julio

FUENTE : Programa Nacional de Mango, CONAFRUT. (4)

CALENDARIO DE PRODUCCION DE MANGO
EN LAS PRINCIPALES ZONAS DEL PAIS

ZONAS PRODUCTORAS	MES												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
VERACRUZ				///	///	///	///	///	///	///			
GUERRERO		///	///	///	///	///	///	///	///	///			
OAXACA		///	///	///	///	///	///	///	///	///			
SINALOA				///	///	///	///	///	///	///			
SN. LUIS POTOSI				///	///	///	///	///	///	///			
JALISCO				///	///	///	///	///	///	///			
CHIA PAS		///	///	///	///	///	///	///	///	///			

superficie ocupada con Mango pertenece a diferentes tipos de Manila (47%) y en el estado de Veracruz, principal productor en el país, un 99% del Mango existente es Manila. (4,24)

Posiblemente el Manila haya sido uno de los primeros tipos de mangos introducidos en México, desde la época de la colonización española, precedente de Filipinas.

Aún cuando sus características no son muy uniformes en general la fruta es de pequeña a mediana, con 9 a 15 cm de longitud y de 180 a 550 g de peso. Su forma es más bien elongada, con color generalmente amarillo o anaranjado uniforme, si acaso algunos presentan un débil chapeado rosado y lenticelas pequeñas.

La pulpa es dulce, de agradable sabor, sin o con poca fibra. Arbol muy vigoroso con menor alternancia, mayor producción en número de frutas por árbol pero menor en peso que variedades monoembrionicas comerciales, sin embargo hay registro de árboles en Veracruz que producen hasta 2 000 Kg. La época de cosecha es variada, aunque la mayor producción se presenta entre abril y agosto. (10)

Grupo Criollo de origen Mindú.- Al contrario de las Criollas poliembrionicas, los hindúes monoembrionicos — han experimentado intenso cambio motivado por su habilidad para cruzarse y autopolinizarse en forma natural. En este grupo existen frutas con excelente presentación, de diferentes tamaños, con atractivos chapeos y brillantes colores. (4,24)

Las mayores concentraciones de estos mangos se encuentran en los estados de Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca y Sinaloa.

Esta diversidad de Criollos propicia diversas denominaciones en ocasiones repetidas en diferentes regiones como "Bola", "Tranchete" y "Petacón"; nombres de otras - frutas como plátano, manzana, o nombres propios; todo lo cual provoca serias confusiones.

Haden. Proviene de un árbol de la variedad "Mulgeba" (originaria de la India), fruta grande, de 14 cm de largo y 650 g de peso, de forma ovalada, rolliza, con fondo de color amarillo, chapeo rojizo o carmesí, pulpa jugosa con o sin fibra, con sabor ligeramente ácido de buena calidad. Época de cosecha: junio y primera parte de julio. (27,17)

Kent. Originada a partir de la variedad "Brooks", - la que a su vez se originó de la variedad hindú "Sander-sha". Fruta grande, que llega a 13 cm o más de longitud, con un promedio de 580 g de peso. Forma ovalada, más - bien basta y rolliza, con fondo de color verde amarillento y chapeo rojo obscuro, lenticelas numerosas, pequeñas y amarillas. Pulpa jugosa, sin fibra, rica en dulce y calidad calificada de muy buena a excelente. El hueso representa el 9% del peso de la fruta. La época de cosecha es de julio a agosto y en ocasiones hasta los primeros días de septiembre. Ocupa la mayor parte de la superficie, -- dentro de las variedades comerciales cultivadas en nuestro país. (17)

Palmer. El peso de esta variedad es de 560 a 850 g. Su temporada de cosecha se presenta entre julio y agosto (con color superficial que varía de amarillo a rojo. La producción de esta variedad es alta. (27)

Zill. Se originó a partir de la variedad Haden, fruta de

forma ovalada, pequeña a mediana, de hasta 11 cm de largo y con un promedio de peso entre 180 y 270 g. Fondo de color amarillento, con chapeo color carmesí encendido a obscuro. Pulpa jugosa, sin fibra, rica en sabor y dulce, calidad de buena a muy buena. El hueso ocupa aproximadamente el 8% del peso total del fruto. Época de cosecha entre junio y julio. (27)

3.5. COSECHA Y CUIDADOS EN EL MANEJO DEL MANGO

El mayor problema en el corte de Mango es cómo determinar el correcto estado de madurez en el que la fruta debe de ser cosechada, tradicionalmente se determina este estado mediante el tamaño, forma y color superficial del fruto. Se han sugerido muchos parámetros para estandarizar el índice de madurez, tales como sólidos solubles totales, relación acidez-azúcar, contenido de almidón y color de la pulpa que cambia de blanco a amarillo al madurar, junto a los parámetros no destructivos ya mencionados anteriormente. Sin embargo las pruebas de tipo destructivo no han mostrado utilidad en el comercio. (7)

El Mango debe de ser cortado del árbol, dejando un pedacito de pecíolo en la fruta. Una vez cortada, los mangos deben de guardarse a la sombra para evitar que se asoleen. Esta fruta es muy susceptible a marchitarse después de cortarse, por lo tanto siempre se debe tener cuidado de su manejo. En particular se debe tener especial atención al quitar los vestigios de látex, el cual es exudado del corte de la superficie del pecíolo de la fruta, puesto que el daño se puede transmitir inmediata-

mente a la piel, manchándose de café las lenticelas y de sarrellándose la pudrición en los puntos dañados. Los mangos no deben ser lavados pues esto puede extender la enfermedad y quitar la cera natural de la cáscara de la fruta. Sin embargo, cuando se lave es necesario quitar el látex, esto debe de hacerse completamente y con mucha cuidado, puesto que cualquier rastro de látex acelera la maduración y causa flaccidez en determinados lugares del fruto. (7)

3.6 ALMACENAMIENTO

El almacenamiento a bajas temperaturas es uno de los más efectivos para prolongar, por períodos cortos, la vida post-cosecha del Mango. Sin embargo, por períodos de más de un mes, existen inconvenientes, dada la susceptibilidad del producto a las bajas temperaturas. En general la temperatura adecuada es de 13°C , con una humedad relativa de 85-90%, por un tiempo de dos a tres semanas, después del cual la fruta presenta notables alteraciones en sus características, principalmente en su textura, así como también inicios de pudrición.

En relación a la utilización de temperaturas más elevadas, con el fin de promover un estado de madurez comestible, se ha observado que entre $27-32^{\circ}\text{C}$ se favorece el desarrollo de sabores indeseables y superficies manchadas y por lo tanto la temperatura óptima de maduración para variedades mejoradas, a excepción de las variedades Kent y Keitt cuyas temperaturas óptimas se encuentran alrededor de 27°C , está comprendida entre 21 y 24°C . (17)

3.3. INDUSTRIALIZACION

Los usos que se le pueden dar al Mango son de consumo directo como fruta fresca y como materia prima para la industria. La fruta destinada a la industria es generalmente la que no cumple con los requisitos de calidad para consumo en fresco, esto es, de baja calidad. Sin embargo debido a la falta de normalización en la comercialización del Mango, fruta considerada desecho se lleva a centros de consumo en fresco.

El Mango dependiendo del producto a obtener se utiliza en diferentes estados de madurez dando como resultado de un campo bastante amplio y atractivo para su industrialización.

En México se ha trabajado poco con respecto al aprovechamiento integral de Mango y la diversificación de usos, a pesar de la gran existencia de fruta desperdiciada a causa de la falta de mercado e por coincidencia con épocas del año críticas en que el precio de la fruta se desploma.

En nuestro país se procesa entre un 20 y 25% de la producción de Mango, correspondiendo la mayor parte de este porcentaje a la variedad "Manila" debido a que el producto final es más uniforme en su calidad sensorial y se obtiene un mayor rendimiento. (4)

Se ha comprobado que el uso industrial de otras variedades tiene poca demanda, sin embargo es necesario pensar en el aprovechamiento de los tipos Criollos ya que para los próximos años se avisan producciones elevadas.

En la costa oeste del país principalmente Sinaloa, se han llevado a cabo proyectos de experimentación para u

tilizar Mango Criollo a nivel industrial llegándose a -- resultados bastante aceptables.

La capacidad instalada para producir derivados de - Mango se estima en 120 000 Ton. considerándose un tanto- flexible en cuanto a que cualquier enlatadora puede en - un momento dado, orientar sus acciones al beneficio de - este frutal. (4,7)

La mayoría de las empresas procesadoras de frutas - y/o diversas hortalizas integrantes de la oferta de ali- mentos industrializados, tienen la infraestructura nece- saria para la obtención de una gran variedad de productos de Mango, desde el común enlatado hasta la deshidratación y la congelación de bases para néctares, refrescos, pas- telería o nevería; sin embargo cualquiera que sea el pro- ducto final, tiene que pasar por un proceso general que- a continuación se describe.

- Pesado e inspección. Para el transporte de la fru- ta a la planta se emplean camiones rabones, camionetas y remolques, los cuales se pesan en una báscula de plata- * forma (cuando la capacidad de la industria exige esta in- versión), o bien con un báscula de 500 Kg ^o donde se pesan las cajas que se reciben. Es necesario llevar un muestre o de la calidad recibida para evitar un porcentaje eleva- do de Mango en mal estado (podrido, sobremaduro, tierno, etcétera) ya que la calidad de la materia prima influye- mucho y directamente en el rendimiento de la rebanada y- pulpa. Cuando el porcentaje de daños es elevado se recha

za la fruta.

En caso en que el volumen recibido sea mayor que la capacidad de procesamiento, es necesario descargar y estibar manualmente hasta una altura de 5 cajas que es la más apropiada y práctica.

La refrigeración a 13°C es recomendada para evitar la sobremaduración de la fruta, ya que está verde o madura, manteniéndola en buenas condiciones por un período de una semana. (7,11)

- Recepción. Toda fruta que llega a la planta industrial procedente de las empacadoras de Mango, es decir, aquella fruta que no cumpla con los requisitos de calidad de México 1 y México 2, puesto que estas son empacadas y comercializadas como fruta fresca. Sin embargo esto no implica que la fruta que se recibe es de mala calidad. Debe preverse que la planta cuente siempre con la cantidad de fruta necesaria para evitar que pare la línea de proceso (maquinaria y personal) por falta de ella. (7,11)

- Selección por grado de madurez. El Mango que entra a proceso debe tener un determinado grado de madurez óptimo para obtener el más alto rendimiento en cada variedad; puesto que se realiza una selección donde se separa el Mango inmaduro que se almacena hasta que alcanza su grado de maduración.

Puede utilizarse el Mango verde y sazón para la elaboración de ates y encurtidos. (4)

- Escalde. Se continúa el proceso con el escalde, que consiste en un tratamiento térmico con agua caliente a $80-90^{\circ}\text{C}$ durante aproximadamente 3 minutos, dependiendo del grado de madurez y tipo de cáscara; el objetivo del-

escalde es facilitar la separación de la cáscara y la inactivación de ~~enzimas~~ que pueden causar problemas durante el procesamiento. (7,11)

- Enfriamiento. Después del escalde se tiene que enfriar el Mango para poderse manejar manualmente. Esto se realiza en tanques de enfriamiento con agua corriente y transportadores para sacar la fruta o por simple aspersión en banda transportadora. (4,7)

- Mondado. Es un trabajo manual, que consiste en eliminar la cáscara y cortar en rebanadas la pulpa. Se pueden usar mesa de acero inoxidable, o bien bandas sanitarias en forma continua. Cuando se quiere pulpa y no rebanadas, el Mango puede ser mondado en forma mecánica. (11)

- Despulpado. Es una operación mecánica que consiste en la separación de la pulpa que contiene el hueso -- por medio de una máquina despulpadora, que está formada básicamente por una tolva de alimentación, una flecha de cepillos que golpean la fruta contra una malla de acero inoxidable, obteniendo por un lado la pulpa tamizada y -- por otro el hueso libre de pulpa. (7,11)

Una vez obtenida la rebanada seleccionada y la pulpa, se puede continuar el proceso hasta obtener el producto seleccionado.

Los cultivares tradicionalmente utilizados para el procesamiento en México son los llamados Manila. Las variedades de mangos Indostanos: Haden, Irwin, Sensation, etcétera, no se prestan para ser procesados debido a su textura ya que pierden mucho de su sabor, sin embargo,-

a causa de escasez de Manila en determinadas épocas del año se utiliza una pequeña cantidad de éstas, especialmente "Kent". (4)

Además es importante pensar en la utilización de -- los tipos Criolles y los del grupo Indochino, por lo que la investigación tecnológica tendiente a conseguir productos de calidad uniforme y constante por medio de adecuadas mezclas, adquiere mayor relevancia. (A, 7)

La industrialización del Mango tipo Indochino para obtención de rebanadas presenta algunos problemas.

- Con el Mango tierno e verde no es efectivo el escalde para separar la cáscara de la pulpa, ya que requiere un gran tiempo de cocimiento.

- Los mangos muy maduros de consistencia blanda no resisten el escalde, se revientan, y al pasar al tanque de enfriamiento y mesas de mondado se pierde mucha pulpa.

- La pulpa de Mango empieza a fermentarse entre una y dos horas, dependiendo del grado de madurez y temperatura ambiente.

- Debe tenerse cuidado de eliminar los mangos germinados con exceso de raíces en la pulpa, porque al tamizarlos pasan la malla del despulpador pequeñas partículas oscuras de la pulpa.

- Se recomienda envasar la rebanada en forma continua y no retardar su proceso porque se oxidan, oscureciéndose. O bien, pueden sumergirse en una solución de ácido cítrico al 1% para evitar este fenómeno.

En caso de la industrialización del Mango Criollo -- los principales problemas son la cantidad de fibra, color y acidez, por lo que los productos varían en cuanto a --

sus características organolépticas.

Es importante mencionar que los análisis organolépticos en cuanto a color, olor, sabor y textura de las rebanadas en almíbar producidas con Mango Kent se considera superior a los de Mango Manila. (4)

3.3 ALTERNATIVAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS DESPERDICIOS DE UNA PLANTA PROCESADORA DE MANGO

Durante la industrialización de los productos de Mango, ya sea verdes o maduros, se genera una gran cantidad de desperdicios. Esto es cerca del 40 al 60%, dependiendo de la variedad y el estado de la fruta, se desperdicia en una planta procesadora de Mango. Los desperdicios provienen principalmente de la cáscara y hueso que constituyen el 15 y 18-20% respectivamente del frute. Además de este, el material fibroso de la pulpa, recuperada durante el tamizado del puré, es de particular interés en la manufactura de otros derivados. (8,11)

Hasta hoy día una de las formas más antiguas de aprovechamiento de los desperdicios es la elaboración de alimentos para ganado, es decir, para balancear el alimento o pienso. En el peor de los casos son considerados como desechos y lanzados en zonas periféricas a la planta, lo cual trae como consecuencia la creación de un foco de contaminación, al representar una fuente de nutrimento para roedores, insectos y microorganismos. (8)(9)

En la actualidad la utilización de los desperdicios merece una atención especial, ya que su aprovechamiento puede significar la economización de los costos de producción, así como también la reducción del precio de los

productos primarios que se obtienen del mango. (6,9)

3.8.1. USOS DE LA CÁSCARA Y PULPA FIBROSA

Diversas experimentaciones realizadas en la India han comprobado que la cáscara de mango es una fuente rica en pectina, por lo cual se ha industrializado. La calidad de una pectina depende del ácido anhidroutrónico y del grupo metoxilo, así como del grado de esterificación. El grado de esterificación y el rendimiento de la pectina obtenida de cáscara de Mango, es comparable en calidad a aquellas obtenidas de otras frutas como la manzana y naranja. (9)

La pulpa fibrosa obtenida de la tamización del puré y de la cáscara durante la operación del mondado junto con la cáscara son procesadas para obtención de jugo, pero debido a la presencia de taninos y pectinas se realiza un tratamiento especial. La pulpa fibrosa y cáscara son tratadas con enzimas pécticas para facilitar y aumentar la extracción; el jugo obtenido es bastante astringente debido a los taninos por lo que se coloca con una solución de gelatina al 1% para eliminarlos. (8)

La pulpa fibrosa y cáscara son utilizadas también para la elaboración de almíbar, vino y vinagre. Para cada uno de estos procesos se siguen caminos diferentes coincidiendo en la 1.ª etapa de los mismos, bajo lo cual se da un tratamiento con enzimas pécticas y una solución de gelatina al 1%, eliminando astringencia y aumentando extracción de jugo. En la producción de almíbar y vino se agrega carbonato de sodio para reducir la acidez. (8)

La cáscara de Mango verde, puede ser guardada, en una solución al 15% de sal y 3% de ácido acético por un mes, después de lo cual puede utilizarse en la preparación de Chutney, y Pickle, o bien deshidratarse para su conservación hasta un año y utilizarse después de su reconstitución en la elaboración de estos productos. (27)

3.8.2. USOS DEL HUESO

El hueso de Mango, al igual que la cáscara es importante desperdicio que constituye hasta un 25% del peso total que se procesa en una planta, dependiendo de la variedad y el estado de madurez del fruto. (4,11)

El hueso de Mango consiste en una cubierta externa, correa y tenaz, y de un núcleo interno. El contenido de humedad del hueso fresco varía de 25 a 40%, y el porcentaje que el hueso representa en la fruta varía del 9 al 23% con un promedio de 15% para 29 variedades. El núcleo, por su parte, representa el 9.5% del total de la fruta, y contiene cerca del 25% de agua, 11% de grasa, 5.5% de proteína y 2.1% de cenizas en base a peso húmedo. (20)

La harina del núcleo de Mango, es potencialmente una fuente rica de almidón de buena calidad, y también tiene proteínas de alto valor biológico. La composición química del núcleo del hueso de Mango se encuentra en la Tabla No. 10. El núcleo, es comparable a muchos cereales particularmente con respecto a los carbohidratos, grasa, proteínas, minerales, Calcio y Fósforo. (11)

La cubierta del hueso de Mango es utilizada en la -

India como combustible, y el núcleo puede usarse para la obtención de diferentes productos tales como: núcleos -- hervidos en agua, Pickle de núcleo en aceite, harina, al midón, pan y grasa.

El Pickle de núcleo en aceite es de fácil elaboración y conserva cualidades organolépticas muy semejantes a cualquier otro encurtido preparado de pulpa de Mango - verde. (26)

Es muy común la obtención de harina de semilla (núcleo), principalmente en Java, que mezclada con crema de coco es usada en forma de papilla. La molienda y lavado en agua contracorriente son los dos pasos más importantes en la elaboración de harina. El lavado se realiza para eliminar la astringencia debido a la presencia de taninos. (26) La harina obtenida en combinación con harina de trigo en proporción 1:4 es utilizada para la elaboración de pan relativamente bueno. (27)

Como se observará en la Tabla No. 10, la semilla de Mango, es muy buena fuente de almidón y a pesar de que es de fácil extracción, no es una práctica común el obtenerlo de la semilla de esta fruta. Considerando la gran escala del uso del almidón en la industria textil, del papel, de alimentos y otras, se enfatiza la necesidad de su extracción de esta fuente bastante económica. (26)

Se ha observado que el rendimiento de almidón de la semilla de Mango, es de aproximadamente el 21%. Las propiedades físicas y químicas de este almidón son similares a aquellos obtenidos de la papa y tapioca. La solubilidad es muy similar, pero la viscosidad es específica intrínseca es un poco inferior, así como su po-

TABLA N° 10

COMPOSICION QUIMICA DEL NUCLEO
DEL HUESO DE MANGO

CARACTERISTICAS FISICO - QUIMICAS (% en peso seco)	VARIEDAD	
	ALPHONSO	PAIRI
Humedad	3.58	4.12
Extracto etéreo	10.86	12.77
Fibra cruda	1.08	0.88
Proteína (N X 6.25)	5.67	4.64
Azúcares : Reductores	2.87	2.88
No reductores	4.84	4.61
Totales (como invertido)	7.96	7.74
Almidón	57.84	55.62
Pectina (como pectato de calcio)	0.83	0.52
Carbohidratos totales	66.60	63.88
Taninos totales	10.61	11.00
Cenizas totales	1.90	2.09
Cenizas insolubles en HCl	0.05	0.02
Calcio	0.11	0.09
Fósforo	0.23	0.22
Valor calórico	420	420

FUENTE: Pruthi, J.S. and Susheela, R.; Pb. Hort. J., 1963. 3 (27)

der de gelificación. Está formado por un polímero de glucosa con uniones α 1-4 constituyéndose de 39.9% de amilosa y 60.1% de amilopectina. (17)

La semilla del hueso de Mango puede procesarse para obtener grasa. La grasa es refinada y blanqueada utilizando álcali (16°Be, 16% máx.) y carbón activado (0.2%). La grasa obtenida es de color crema en estado sólido, es blanda, tiene plasticidad y está ausente de sustancias tóxicas, con lo cual se hace potencial la posibilidad de su uso en alimentos dulces y postres donde se requiere de grasas saturadas. (20)

3.9. METODOS DE EXTRACCION DE ACEITES Y GRASAS

La separación de los aceites y grasas, a partir de productos oleaginosos animales y vegetales, constituye una rama propia y especializada de la tecnología. La diversidad de características de los distintos productos grasos da lugar también a distintos procedimientos de extracción, tales como la fusión, el prensado y la extracción con disolvente. Sin embargo todos estos procedimientos atienden a los mismos fines, que son: primero, obtener el aceite sin alteraciones y desprovisto de impurezas; segundo, máximo rendimiento, de acuerdo con la economía del proceso; y tercero, conseguir un residuo o terta de máxima calidad. (10)

La extracción de los aceites vegetales presenta dificultades, ya que las plantas, y sobre todo, las semillas oleaginosas, contienen considerables cantidades de productos sólidos asociados con el aceite, lo que no sucede con

las grasas animales.

Los métodos de extracción de grasas y aceites vegetales más utilizados son: Prensado y Extracción por disolvente. Ambos métodos basados en principios diferentes, el primero realiza una separación física, y en el segundo, un tratamiento fisicoquímico. (10)

Estos métodos de extracción, con objeto de obtener un rendimiento adecuado, requieren de un paso preliminar llamado "acondicionamiento de las semillas".

Por acondicionamiento se entiende el índice de humedad y la temperatura que una semilla debe tener para considerar que se halla en las mejores condiciones para ser sometida al proceso de extracción de aceite. La experiencia y la investigación científica han establecido que una semilla oleaginosa con bajo contenido de agua, 1-2%, cede el aceite con mayor dificultad que cuando tiene una humedad mayor, por ejemplo, 10%. La mayor facilidad de extracción de aceite se debe al hecho de que el calentamiento de una semilla, acompañado de una humidificación, da lugar a la formación de una película de agua que, envolviendo las partes superficiales de las partículas que componen la semilla, ayuda al proceso de difusión del aceite de la masa hacia la parte externa; además facilita la rotura de una parte de las células. (10)

Se ha observado que si de una semilla se elimina completamente el agua se verifica un fenómeno de impermeabilización de la película que retiene el aceite, haciendo muy difícil la extracción. (10)

PRENSADO. El procedimiento más antiguo de extracción de aceite se basa en la aplicación de la presión sobre una masa de productos oleaginosos combinados en bolsas, telas, mallas u otros artificios adecuados.

Los métodos de prensado mecánico suelen dividirse en continuos y discontinuos. Las prensas accionadas mecánicamente tienen un empleo limitado, en usos especiales donde se requieran presiones ligeras.

Las prensas discontinuas se pueden dividir en dos tipos principales: las "abiertas" en las cuales el producto oleaginoso debe estar encerrado entre filtros de tela; y las "cerradas", que prescindan de estos filtros y en las cuales la materia oleagínea se introduce en una especie de jaula. Las prensas de tipo abierto pueden subdividirse en prensas de placa y prensas de cajetín, y las de tipo cerrado, en prensas de vaso y de jaula. (5)

Las prensas continuas, en su mayor parte, máquinas de alta presión, diseñadas para efectuar la obtención del aceite en un sólo paso y en las cuales se elimina el uso de telas filtrantes, lo que las hace ser diferentes a las discontinuas. Sin embargo la principal diferencia entre las prensas continuas y discontinuas se observa en su principio, por una parte, la presión desarrollada por una prensa continua es por medio de un eje rotatorio o tornillo sin fin, en vez de un pistón de acción intermitente, en caso de las discontinuas. (5)

Las prensas continuas se pueden dividir en dos tipos semejantes en principio, pero ligeramente diferentes en construcción. Uno de ellos, el "Expeller", emplea una jau

la que recibe la semilla y la prensa, obteniendo aproximadamente la mitad del aceite, después de lo cual la torta se traslada a otra jaula horizontal en la que se obtiene el resto del aceite bajo una presión superior. Los ejes de los tornillos sin fin están accionados por un motor eléctrico, provisto de reductor de velocidad. Para eliminación de la gran cantidad de calor generado por la fricción, la jaula se enfría, mientras la máquina trabaja. El tornillo sin fin principal puede estar también, - si se desea, refrigerado con agua, como sucede en el "duplex" en el que el eje vertical está accionado independientemente, por un motor, cuya velocidad varía según sea la materia cargada. Este dispositivo asegura la apropiada coordinación entre la acción prensante en las desjaulas, para una amplia gama de semillas de características diversas, lo cual es ventajoso si se manipula distintas clases de éstas. (10)

La extracción de aceites por presión de semillas oleaginosas se realiza hoy en día casi exclusivamente mediante prensas continuas llamadas "Expeller".

Los Expeller pueden ser utilizados para dos fines - distintos, por un lado, extraer la máxima cantidad posible de aceite de una semilla por métodos físicos, y por otra parte, formar un turtó que por medio de solventes - puede extraer más fácilmente la grasa residual. (10)

De la presión de las semillas oleaginosas se obtienen dos productos, aceite y turtó. El aceite de presión es siempre un producto rico en impurezas, y por lo tanto, no puede almacenarse en estas condiciones, por lo que de-

be tratarse para eliminar estas impurezas tanto como sea posible a fin de evitar graves inconvenientes en el almacenamiento y posteriores tratamientos. Las operaciones principales para eliminar estas impurezas son, la separación de las partículas sólidas mediante decantadores, tamices o centrifugas, y posteriormente, la separación de los finos que se encuentran en estado de suspensión en el aceite y que no se separan en la primera operación, con filtros prensa y filtros cerrados. (5)

La separación de las partículas sólidas del aceite proveniente de prensas continuas por medio de centrifugas, ha dado un resultado bastante aceptable, puesto que permite que la descarga de las sustancias sólidas se realice automáticamente. La expulsión de estos elementos se produce a intervalos y por la acción de la fuerza centrífuga, lo que permite una capacidad de carga suficiente para mantener en funcionamiento las prensas. (10)

Después de la eliminación del aceite de los fragmentos de semilla, es necesario eliminar también las partes finas (harinillas) que no ha sido posible separar, para ello se suele utilizar filtros cerrados, como los de algodón y nylon, los cuales tienen la ventaja de poder efectuar la limpieza del filtro en un tiempo más corto que los filtros prensa.

Amos métodos, centrifugación y filtros cerrados, son hoy día los más utilizados en la depuración de aceites provenientes de prensas.

EXTRACCION POR DISOLVENTE. La extracción del aceite

de una semilla oleaginosa por medio de disolventes es un procedimiento que se usa en la mayoría de las plantas -- que trabajan estos productos. El uso de las prensas continuas seguida de una extracción con disolvente es una práctica común y eficiente, que aumenta considerablemente el rendimiento.

La extracción con disolvente constituye el método-- más eficaz de obtención de aceite, de cualquier producto oleaginoso, es el que presenta mayores ventajas en la manipulación de semillas u otro material con bajo contenido de aceite. (5)

El contenido mínimo en aceite a que se puede llegar en la torta, por expresión mecánica, es el mismo para todas las semillas, esto es, del 4 al 5%. Por tanto, este aceite remanente de la expresión mecánica, en término de deporcentaje total de aceite, aumenta progresivamente a medida que disminuye el contenido de éste en la semilla.

Para lograr una eficiente separación es importante-- realizar una buena extracción examinando principalmente-- factores tales como: tiempo de extracción, tipo de disolvente y temperatura del disolvente. (10)

Tiempo de extracción. Tiene importancia fundamental sobre la cantidad de aceite extraído de una semilla, -- puesto que la mayor parte del aceite se extrae en los primeros treinta minutos y solamente se requiere un tiempo-- largo cuando se desea que la harina quede con un contenido

de aceite residual inferior al 1%.

Tipo de disolvente. Se han realizado diferentes - - pruebas con diversos disolventes para observar el poder extractivo, llegando a concluir que el tricloroetileno - tiene un poder casi el doble que del hexano y benceno, - el sulfuro de carbono tiene un poder de extracción mayor que del hexano y benceno, pero menor que el tricloroetileno.

Cantidad de disolvente. La cantidad de disolvente - tiene una gran influencia en la extracción, puesto que - llegando a una relación 1:18 (p/v) semilla-solvente se - alcanza el máximo rendimiento. A partir de esta relación el rendimiento aumenta muy poco, y cuando se alcanza la relación 1:88 (p/v) el rendimiento casi no aumenta.

La cantidad de disolvente utilizada para bajar el - contenido de aceite en diferentes semillas va a depender directamente de la composición de la semilla, esto es, - de la cantidad de aceite y la fibrosidad de la misma; -- por lo que una semilla de fibra leñosa requiere una mayor cantidad de disolvente para obtener los mismos rendimientos.

Temperatura del disolvente. El aumento de la temperatura del disolvente favorece la extracción del aceite, pero también sobrepasando la temperatura de 50°C se produce una disminución del poder extractivo del disolvente.

Bernardini E. demostró también que el mayor poder - solvente va acompañado de un empeoramiento en la calidad de los aceites extraídos, esto es, que el tricloroetile-

no además de extraer la grasa, extrae fosfátidos y oxidá- cidos. Por lo tanto, si se desea elegir el disolvente más adecuado para obtener la mejor calidad del aceite, la e- lección debe caer sobre el hexano o el benceno, dado que hoy casi todos los aceites vegetales van destinados a la alimentación humana, lo que exige que el producto sea lo más puro posible. (10) Hay que precisar, sin embargo, que no es solamente el factor de calidad lo que determina la elección de estos disolventes, sino que hay otros facto- res de caracter físico, que es necesario tener en cuenta. El benceno y el hexano tienen un calor latente de vaporiz- zación mucho más bajo que el sulfuro de carbono y que el tricloretileno, el sulfuro de carbono tiene una tempera- tura de ebullición demasiado baja y una tensión de vapor demasiado alta, por último, el tricloretileno, por te- - ner una tensión de vapor baja tiene una temperatura de ebullición demasiado alta.

La trituration o laminación de las semillas enteras constituye una operación fundamental en la extracción -- por disolvente, pues se ha demostrado que la extracción- del aceite de una semilla oleaginosa con disolvente, se- realiza mucho más rápidamente cuando la semilla se some- te a trituration previa.

La extracción por disolvente tiene ventajas sobre - el prensado mecánico, ya que por medio de éste se obtie- ne una harina libre de grasa en la que las proteínas no- se han alterado por el calor; se realiza de modo casi te- talmente automático, por lo que los costos de mano de o- bra se reducen considerablemente. (5,10)

Los métodos de extracción por disolvente, al igual-

que los de prensado, suelen dividirse en continuos y discontinuos. Los métodos de extracción discontinuos no suelen ser utilizados en la práctica por aumentar considerablemente los costos, lo que los hace prohibitivos. (10)

Los métodos de extracción continuos conforman la mayor parte de la tecnología de hoy en día y se clasifican

de acuerdo al tipo de extractor en: instalaciones por inmersión, instalaciones por percolación e instalaciones mixtas. (5)

El procedimiento de percolación se lleva a cabo mediante una lluvia del disolvente de manera tal que llegue a toda la masa, pero sin llenar todos los espacios vacíos existentes entre las semillas. En otras palabras se realiza una verdadera percolación cuando el disolvente envuelve a todas las partículas de la semilla con una película de líquido en continuo recambio.

El procedimiento de inmersión se realiza, por el contrario, cuando la masa de semilla va inmersa completamente en el disolvente, incluso si este está en movimiento.

En ambos procesos, el lavado de la semilla se debe realizar a contracorriente, es decir, la semilla más pobre en aceite se debe poner en contacto con el disolvente de menor concentración en aceite.

En los procesos de percolación, la velocidad del disolvente en contacto con la superficie de semilla es grande, ya que la película de líquido escurre velozmente sobre las partículas por efecto de la fuerza de gravedad. Dentro de estos procesos es necesario que las partículas de la semilla tengan un tamaño que permita un fácil dre-

naje del disolvente a través de la masa. En los procesos de inmersión, contrariamente a los de percolación, al encontrarse la semilla inmersa en el disolvente, la velocidad de recambio del disolvente sobre la superficie de las partículas es lenta.

El proceso por percolación, al trabajar con grandes velocidades de paso del disolvente, requiere, necesariamente, de varios reciclados del mismo, y por lo tanto, se deberá realizar varias etapas de lavado, con el fin de poner en contacto la semilla pobre en aceite con el disolvente de menor contenido de dicho producto y viceversa. - Se trata de una extracción en diversas etapas, aunque sea de modo continuo, y nunca podrá realizarse un perfecto lavado en contracorriente.

El proceso de inmersión, que trabaja, a velocidades de paso del disolvente, puede realizar una extracción continua con un perfecto lavado a contracorriente sin necesidad de recirculaciones. Este último concepto, que podría considerarse sin duda una ventaja del proceso por inmersión, está compensado por un otro elemento que, por el contrario, es ventajoso para el proceso de percolación, y que se refiere a la concentración de aceite en la micela de lavado, que en el proceso de percolación puede alcanzar valores muy altos, llegando al 35% por efecto del reciclado de la micela, mientras que el proceso por inmersión esta concentración difícilmente llega al 15%. (10) En base a ello se determina que el proceso más adecuado es el de percolación.

En Italia, recientemente se ha diseñado un interesan-

te extractor que ha encontrado rápidamente aplicación industrial y que está constituido por dos extractores en serie, de los cuales el primero trabaja por percolación, y el segundo por inmersión. La ventaja de este extractor ofrece una alta concentración de aceite en la micela, bajo contenido de aceite en la semilla residual y la posibilidad de trabajar con productos de alto contenido en grasa y pequeña granulometría. (10)

A nivel laboratorio el uso del Soxhlet, ha resuelto los problemas existentes entre ambos procesos, realizándose una extracción mixta percolación-inmersión con resultados muy buenos, y tanto es así que este aparato se utiliza para la determinación analítica del contenido en aceite de una sustancia grasa. (10)

De la extracción por disolvente de las semillas oleaginosas, se obtiene un aceite con gran cantidad de finas partículas, las que perjudican la calidad del aceite y hacen más difícil la separación del disolvente.

Al igual que el prensado, el uso de centrifugas y filtros cerrados, constituyéndose fases fundamentales en la depuración del aceite proveniente de una extracción por disolvente; por una parte el uso de centrifugas origina la separación de sólidos, y por otra parte la separación de finas partículas al usar filtros cerrados.

Sin embargo, el paso más importante en la depuración de este tipo de aceites, consiste en separar el disolvente por medio de una destilación, en la que la micela deberá alcanzar una temperatura no mayor a 110°C , procurando que permanezca el menor tiempo posible en los aparatos de destilación. La eliminación de las últimas tra-

zas del disolvente se logra mediante arrastre por vaporinyectado directamente en el aceite. Estas condiciones - se consiguen en equipos especiales de funcionamiento continuo. (16)

La desolventización de la harina se realiza con aparatos llamados "desolventizadores" consistiendo en separar el disolvente residual de la harina. Este paso trae consigo una economía en el consumo de disolvente y un efecto de seguridad para la industria. (10)

En los puntos anteriores se ha descrito los sistemas convencionales de extracción del aceite contenido en las semillas oleaginosas, llegando a la conclusión de -- que las semillas con un contenido en aceite menor al 20% pueden ser procesadas directamente en un extractor por disolvente, previa preparación; mientras que las semillas que contienen un porcentaje en aceite superior al 20% deben sufrir un pretratamiento de presión con el fin de llegar a obtener tortas con un contenido de aceite -- próximo al 15%. (5)

3.9.1. PROCESO DE REFINACION

Las grasas y aceites brutos obtenidos por fusión, prensado e extracción con disolvente, contienen cantidades variables de impurezas no glicéricas. En el caso de grasas animales de alta calidad y en ciertos aceites vegetales, estas impurezas consisten principalmente en resinas, peptonas, xantofilas, clorofilas, sustancias mucilaginosas, fosfátidos y ácidos grasos libres. Los esteroles son incoloros, estables al calor e inertes para todos

los usos prácticos, razón por la que pasan inadvertidos, a menos que estén presentes en cantidades excepcionalmente grandes. Los tocoferoles realizan la importante función de proteger el aceite contra la oxidación; por esta razón se pueden considerar como los oligocomponentes más importantes de la mayor parte de grasas y aceites. La mayoría de las restantes impurezas son perjudiciales, ya que tienden a intensificar el color del aceite, a producir espumas o humos y a precipitar, cuando el aceite se calienta, en las subsiguientes operaciones del proceso. (5,10)

El proceso de refinación de grasas y aceites consta de las siguientes etapas: desgomado, neutralización y lavado, secado, decoloración, deodorizado y filtrado. A continuación mencionaremos brevemente algunas características de cada uno de ellos.

Desgomado. Todos los aceites procedentes de semilla contienen impurezas en estado coloidal o en solución, tales como, mucílagos, fosfátidos y resinas, entre otros. Se realiza inmediatamente antes de la neutralización o al mismo tiempo. El desgomado se realiza muy bien en equipos de funcionamiento continuo usando como medio floculante agua hirviendo, soluciones de ácido fosfórico, oxálico, cítrico, etcétera. El uso de ácidos permite carbonizar las impurezas precipitándolas y separándolas por centrifugación; en tanto que el agua hirviendo provocaba la coagulación de los mucílagos separándolos por decantación o centrifugación. (10)

Neutralizado. La formación de ácidos grasos libres en un aceite se debe en general a los fenómenos de fermentación. Ciertas enzimas en determinadas condiciones de tem

peratura, desdoblan los glicéridos en glicerina y ácidos-grasos, y mientras la glicerina se descompone, los ácidos grasos libres quedan en solución en el aceite aumentando su grado de acidez. El aumento de acidez ha de evitarse -- tanto como sea posible porque los ácidos grasos libres -- son las causas de graves pérdidas de aceite neutro: primero porque los glicéridos que se desdoblan dan origen a ácidos grasos que deben ser eliminados en fase de neutralización; segundo porque durante la fase de neutralización un cierto porcentaje de aceite neutro se pierde en los -- productos de neutralización.

El método de neutralización de mayor importancia y + de práctica más extendida se efectúa generalmente saponificando los ácidos grasos libres con una solución de hidróxido de sodio y separando, por medios físicos, (decantación o centrifugación) los jabones insolubles precipitados en los aceites.

La operación de neutralización se efectúa calentando el aceite a 50-60°C, agitándolo al mismo tiempo; en esos momentos, se adiciona la cantidad estequiométrica de hidróxido de sodio con un exceso del 5%. El aceite deberá de -- mantenerse en agitación elevando la temperatura a 70-80°C esperando que los copos de jabón hayan flocculado adecuadamente parándose entonces la agitación. Se decanta o centrifuga. (10)

Lavado. Es necesario que el aceite obtenido después de la neutralización, bien por decantación o centrifugación se lave convenientemente para eliminar las trazas de jabón que siempre existen en estos aceites. El lavado se realiza mediante una ducha, de la masa de aceite con agua

a 90-95°C. El agua de lavado se decanta o centrifuga. (5)

Las plantas modernas están constituidas de una serie de equipos de dosificación, mezcla, centrifugación, que permiten efectuar de un modo continuo y controlado las operaciones de desgomado, neutralizado y lavado, con una mayor eficiencia, que en caso de realizarla de un modo dis continuo.

Decoloración. El procedimiento más usado es el de absorber las sustancias colorantes por tierras especiales o carbón activado, bajo particulares condiciones de trabajo, como son: temperatura, tiempo y superficie de contacto, y presión. La acción decolorante, en ambos casos, parece ser debida a la gran superficie que originan, cumpliendo un papel importante en la adsorción de los grupos cromóforos presentes en aceites y grasas.

Los aceites y grasas antes de someterse al proceso de decoloración deben estar libres de humedad ya que el agua es enemiga de las sustancias decolorantes. Bastan pequeñas cantidades de agua en una sustancia grasa para reducir sensiblemente la acción decolorante de las tierras y carbones. La deshidratación de un aceite o de una grasa es una operación que se efectúa calentando la sustancia grasa a 70-80°C y en vacío. En estas condiciones el agua se evapora y se condensa separadamente.

En la actualidad el secado y decoloración de la materia grasa se realiza en continuo dando resultados bastante aceptables. La cantidad de tierra o carbón activado agregado al aceite es en relación al 2% y 0.2%, respectiva

mente, en peso. (5,10)

Filtración. En la industria de aceites y grasas se presenta con mucha frecuencia el problema de la separación de un sólido en estado de suspensión en una solución o en disolvente. Entre los procedimientos que más frecuentemente se utilizan para la separación de sólidos y líquidos, la filtración es sin duda el más usado. Los procesos más usuales en donde se aplica la filtración son: depuración, decoloración, winterización e hidrogenación. (10)

Deodorización. Es el procedimiento más usual para eliminar las sustancias que proporcionan olores y sabores desagradables. En conjunto, son los hidratos de carbono saturados, ácidos grasos de peso molecular bajo, aldehídos y cetonas, los que encontrándose en pequeñas cantidades, del orden de 0.01% bastan para originar productos no comestibles.

Para determinar cuáles son las condiciones de trabajo más apropiadas es necesario tomar en cuenta algunos parámetros, tales como, temperatura, presión y cantidad de vapor inyectado. El aumento de temperatura, acompañado de la disminución de la presión, facilita el proceso. Es el caso específico de la deodorización la presión puede reducirse al mínimo posible, pero el incremento de temperatura está limitado, ya que se pueden producir fenómenos de destilación de una parte de los glicéridos, polimerización e hidrólisis parcial de los glicéridos. La cantidad de vapor requerido determinará, en gran parte, si la operación de deodorización se realizó completamente.

La deodorización con vapor es factible, debido a las grandes diferencias que existen entre la volatilidad de los triglicéridos y la de las sustancias que dan el sabor y olor indeseable a los aceites. Es un proceso de destilación, en corriente de vapor, en el cual las sustancias odoríferas y de mal sabor, relativamente volátiles, se separan del aceite relativamente no volátil.

Dentro de esta operación el enfriamiento del aceite juega un importante papel, ya que si este se realiza en contacto con el aire, el aceite vuelve a tomar el olor -- por formación de peróxidos. (10)

Los procesos de neutralización y deodorización pueden combinarse para crear una técnica nueva que en los últimos años se ha difundido notablemente principalmente en Italia. La refinación física -nombre del proceso- se basa en la teoría de la destilación de los ácidos grasos, y, por lo tanto, está condicionado por los siguientes parámetros: presión absoluta, temperatura y cantidad de vapor de inyección. Las instalaciones que se utilizan para la refinación física de las sustancias grasas, son, generalmente, iguales a las de deodorización continua con ciertas variantes, de las cuales la presión absoluta y la instalación de condensadores son las más importantes.

Hibernación. El proceso de hibernación tiene por objeto separar aquellos glicéridos de más alto punto de fusión que originan enturbiamiento y aumento de viscosidad en los aceites al bajar la temperatura, y consiste en pre

cipitay en forma de cristales, en determinadas condiciones de temperatura-tiempo, los glicéridos saturados causantes del enturbiamiento. (5,10)

3.9.2. EXTRACCION DE GRASA DE LA SEMILLA DE MANGO

Para la extracción de la grasa de la semilla de Mango, se requiere de equipo especial que comprende un descascarador mecánico adaptado al hueso de Mango, un molino mecánico, un expeller y un extractor de lecho fijo. (20)

Los huesos de Mango recién despulpados, son lavados en agua corriente para eliminar de ellos pulpa, material fibroso, adherencias, etc. Estos huesos son descascarados en un proceso seco o húmedo, en un descascarador mecánico. La semilla es separada de su cubierta externa usando mallas de orificios redondos lo suficientemente grandes para permitir el paso a través de ellos de la semilla, pero dejando la corteza o cubierta externa en forma de anillo sobre la malla que impide su paso. Las semillas son secadas al sol hasta una humedad del 10%. Es -- conveniente que el secado se realice directamente a la semilla y no al hueso, pues se ha observado que el -- tiempo que se toma en secar la parte externa del mismo permite que en la semilla se formen hongos que provocan un aumento de ácidos grasos libres y por tanto, una mala calidad de la grasa. (15) Las semillas secas pueden tratarse de dos formas distintas para la extracción de la grasa, en una las semillas pueden ser fragmentadas en partículas pequeñas en un molino mecánico, y se extrae con hexano; en la otra, son precocidas y pasadas --

por un expeller del cual se obtendrá una masa pastosa residual la cual es extraída con hexano. Este segundo método, tiene ventajas sobre el primero, puesto que la semilla al cocinarse, es a su vez esterilizada y al ser prensada es convertida en una pasta de más fácil extracción que las partículas duras de semilla.

Para la extracción, la pasta lechosa de semilla, es colocada en un recipiente cilíndrico de lecho fijo y el hexano es colado a través de dicho lecho hasta que las partículas de micelio que forman la pasta, no contengan más grasa. Los extractos son combinados, y el solvente es destilado. La grasa se seca y se calienta a 60°C bajo vacío parcial para eliminar las últimas trazas de solvente. (20)

La grasa cruda es refinada con álcali al 60% (16°Be) y blanqueada con tierra blanqueadora (2%) y carbón activado (0.2%).

El rendimiento de grasa en peso seco de semilla de Mango es cerca del 11%.

Otro método de extracción de la grasa de la semilla de Mango consiste en obtener la semilla y liofilizarla.- La semilla liofilizada se somete a una extracción con diétil éter anhidro por cuatro horas. Al término de este tiempo, se saca y muele con arena de mar por medio de un mortero, volviéndose a colocar durante cuatro horas más hasta una completa extracción. (30)

3.10. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS GRASAS Y PRUEBAS FISICOQUIMICAS DE CARACTERIZACION.

Los aceites y grasas son sustancias de origen vegetal o animal, que consisten predominantemente en mezclas de ésteres de glicerina con los ácidos grasos, es decir, triglicéridos. En general el término "grasa" se usa para referirse a los materiales sólidos o más bien, sólidos a la temperatura ordinaria; mientras que el término "aceite" se refiere a los que son líquidos bajo las mismas -- condiciones. Sin embargo no se puede hacer una distinción rígida entre ambos conceptos. (5)

Desde el punto de vista estructural, un triglicérido puede considerarse formado por la condensación de una molécula de glicerol con tres de ácidos grasos, para dar tres moléculas de agua y una de un triglicérido.

Si los tres ácidos grasos son idénticos, se obtiene un triglicérido simple y si son diferentes uno mixto. -- Cuando un triglicérido mixto contiene tres radicales ácidos diferentes, presenta tres formas isoméricas posibles según sea el radical ácido que ocupe la posición central (β) de la molécula y los que ocupen las posiciones extremas (α y α'). Y cuando tiene solamente dos radicales ácidos diferentes tendrá, en forma análoga, dos isómeros posibles. (5)

Los monoglicéridos y diglicéridos, contienen, solamente uno y dos radicales ácidos grasos respectivamente, y, por consiguiente, tienen grupos hidroxilos libres. Sólo se encuentran en la naturaleza en cantidades apreciables en las grasas que han sido parcialmente hidrolizadas.

das.

En general, las grasas son glicéridos mixtos. Los glicéridos simples aparecen solamente por excepción y se encuentran casi siempre en el relativamente escaso número de grasas, que contienen un sólo ácido graso en tal proporción que es inevitable la formación de este tipo de glicéridos.

Los ácidos grasos de una grasa tienden a repartirse tan uniformemente como sea posible, entre las diferentes moléculas de glicéridos. En consecuencia los ácidos grasos presentes en pequeñas cantidades tienden a aparecer individualmente en los glicéridos; los ácidos que comprenden más de una tercera parte del total de los ácidos grasos presentes, aparecerán, generalmente, en casi la totalidad de las moléculas de glicéridos; y un ácido deberá alcanzar las dos terceras partes del total de los ácidos grasos, para formar una cantidad considerable de glicéridos simples. (14, 5)

El peso de los átomos de la porción C_3H_5 de la molécula de un triglicérido es de 41 y la suma de los pesos de los átomos de los radicales de ácidos grasos ($R\cdot COO$) que comprenden el resto de la molécula, varía entre 650 y 970 en los diferentes aceites, es decir, que los ácidos grasos constituyen el 94-96% del peso total de la molécula.

Debido a esta ponderación y también por el hecho de que comprenden la parte activa de una molécula los ácidos grasos ejercen una marcada influencia sobre el carácter de los glicéridos. Por consiguiente, la química de los aceites y grasas es una extensión de la de los ácidos grasos. (5)

Los ácidos grasos en los que los átomos de carbono-- de su cadena están unidos a no menos de dos átomos de hidrógeno, se llaman saturados. Los que contienen dobles enlaces se llaman no saturados. El grado de insaturación \neq de un aceite depende del número medio de dobles enlaces - de sus ácidos grasos.

Los ácidos grasos más comunes se denominan por nom-- bres vulgares, tales como Láurico, Palmítico, etc. Otra - denominación es de acuerdo al número de átomos de carbono que se indica por medio de un prefijo griego. Los ácidos- saturados se distinguen por el sufijo-anoico y los no sa- turados por-enoico.

La gran mayoría de los ácidos grasos de los alimentos son lineales monocarboxilados, varían en la longitud de - su cadena y grado de insaturación y contiene normalmente- un número par de átomos de carbono ya que su metabolismo- y aprovechamiento biológico se lleva a cabo a través de - moléculas de carbonos pares, como es la acetyl CoA.

Los ácidos grasos se han dividido en dos grandes gru- pos: saturados e insaturados, dependiendo de la presencia o ausencia de dobles ligaduras en su molécula.

Todas las grasas y aceites comerciales contienen pe- queñas cantidades de varias sustancias de composición y - propiedades diferentes de los glicéridos. Algunas de es-- tas son total o prácticamente separadas en los procesos - de refinación del aceite bruto y de ahí que no aparezcan- en la mayor parte de los productos manufacturados. Como e- jemplo de esas sustancias tenemos los fosfolípidos, este- roles, tocoferoles, carotenoides, aldehídos, cetonas e hi

carburos.

Algunos de los parámetros relacionados con las propiedades fisicoquímicas de las grasas definen su caracterización. Las pruebas funcionales de las grasas, más comunes, son las que se describen a continuación. (6)(15)(12)

- Determinación de humedad y materia volátil. Se basa en el calentamiento de la grasa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta que la humedad y sustancias volátiles son eliminadas completamente. Determinar la pérdida en peso por diferencia.

- Determinación del punto de fusión. Este consiste en medir la temperatura de fusión, al ocurrir un cambio de estado en la muestra de grasa solidificada, debido a un incremento gradual de temperatura.

- Determinación de densidad relativa. Es la relación en peso de un volumen dado de grasa y el peso de un volumen igual de agua en las mismas condiciones de presión y temperatura.

- Determinación del índice de refracción. Es la relación que existe entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción, ángulos que se forman al pasar un rayo de luz del aire a otro medio, en que la luz se propaga con diferentes velocidades, a una longitud de onda definida.

- Determinación del índice de acidez. Se basa en medir el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para neutralizar los ácidos grasos libres en un gramo de muestra.

- Determinación del índice de saponificación. Consiste en medir el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para saponificar los ácidos grasos tota-

les en un gramo de muestra.

- Determinación del índice de yodo. Consiste en la adición de una solución de monobromuro de iodo en una mezcla de ácido acético y cloroformo a la muestra. Reducción del exceso de monobromuro de iodo después de un específico tiempo de reacción por la adición de ioduro de potasio en solución y agua, y titulación de la liberación del iodo con una solución estándar de tiosulfato de sodio. En función de éste se determina el grado de insaturación.

- Determinación del índice de peróxido. Consiste en tratar la muestra, en solución de ácido acético y cloroformo, por una solución de ioduro de potasio, seguida de la titulación de la liberación de iodo con una solución estándar de tiosulfato de sodio.

- Determinación del punto de solidificación de los ácidos grasos (Titer). Es la temperatura determinada como la subida máxima de una temperatura transitoria durante un proceso de enfriamiento de los ácidos grasos fundidos. Si el calor latente no es suficiente para causar una subida en la temperatura, la interrupción temporal del proceso de enfriamiento es considerado como punto de solidificación.

- Determinación del índice de Bellier (índice de turbiedad). Es la temperatura a la cual aparece la primera turbidez en forma de un precipitado definido o cristalización basada en la relativa insolubilidad del ácido gáurídico en alcohol de 70°. Es una medida aproximada del contenido en ácidos sólidos del aceite, influenciado, además, por el peso molecular de los mismos.

- Determinación de la materia insaponificable. Consiste en determinar aquellas sustancias solubles en la materia grasa, las cuales, después de efectuada la saponificación, son insolubles en el agua y solubles en determinados disolventes, efectuando su extracción y purificación en las condiciones establecidas en el procedimiento operatorio.

- Determinación de la estabilidad. Método del oxígeno-activo (A.O.M.). Se basa en medir el tiempo que tarda una grasa en formar peróxidos hasta un valor específico-provenientes de la oxidación de ácidos grasos insaturados.

- Determinación del índice dilatométrico (modificación del método "Determinación del índice de contenido sólido"). La dilatación de una sustancia se expresa como la diferencia de volumen de 100 g de muestra entre una temperatura de referencia y la temperatura a la que se está determinando el contenido de grasa sólida. (24)

- Cromatografía de gases. La Cromatografía es la separación física de dos o más compuestos, basada en las diferentes velocidades de migración de una sustancia.

En el cromatógrafo se utiliza un gas acarreador (fase móvil) que bajo presión mueve una muestra vaporizada a través de una columna (fase estacionaria), donde se efectúa la separación, luego pasa al detector donde se convierte en una señal eléctrica, la cual puede medirse con un graficador. Los gases acarreadores más comunes son: helio, hidrógeno, nitrógeno y argón.

El gas acarreador debe estar regulado para proveer una presión constante así como un flujo de masa constan-

te. Los controladores de flujo del instrumento requieren una diferencia de 10-15 psi , entre el cilindro del gas- y la entrada al sistema inyector/columna.

La columna es la parte más importante del cromató-- grafo de gases y consta de: un recipiente que es un tubo de metal o vidrio y de un soporte sólido.

La mayoría de las columnas de cromatografía de gases se hacen de acero inoxidable por su costo razonable y la combinación de propiedades deseables. Sin embargo no con- viene para análisis de trazas debido a su capacidad de - absorber cantidades significativas de algunos compuestos, particularmente materiales polares y especialmente agua.

El vidrio es un magnífico material pero presenta el- inconveniente de que es más frágil, se usa en investiga-- ción de pesticidas, esteroides, etc.

Los soportes cromatográficos están basados en tie--- rras diatomáceas que consisten principalmente en fósiles- de algas marinas microscópicas. Químicamente es casi todo de sílice con varias impurezas que deben eliminarse antes de usarlo como soporte. Para seleccionar un soporte se de- ben contemplar varios factores: naturaleza de la muestra- y fase líquida, uso que se le va a dar a la columna y pre- cio.

Algunas fases líquidas, tienen también un límite in- ferior de temperatura que normalmente corresponde a la -- temperatura de transición sólido/líquido. Por ejemplo: -- Carbowax 20 (65-70°C), EGS (99-101°C), E por 100 1 (100°C)

La determinación de la composición en ácidos grasos- de una materia grasa por cromatografía gaseosa se basa en

la formación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos liberados en presencia de una solución de metilato sódico; y su determinación cualitativa y cuantitativa. (22)

Para la realización de cada una de las pruebas mencionadas, es importante hacer una correcta toma y preparación de la muestra, pues en base a esta, giran la veracidad de los valores que se determinen.

3.10.1. CARACTERISTICAS GENERALES DE GRASA DE LA SEMILLA DE MANGO

La grasa de Mango se obtiene de las semillas de la planta tropical "Mangífera indica". Es sólida, de color crema y con olor y sabor poco característico a la semilla; es quebradiza a temperaturas inferiores a 22°C , pero un poco por encima de esta temperatura se reblandece y funde. El punto de fusión depende de la forma cristalina en que se haya solidificado; si se ha enfriado rápidamente, la hace en una forma inestable, que se licúa, si se calienta bruscamente a temperaturas tan bajas como $26-30^{\circ}\text{C}$; sin embargo si se enfría gradualmente, la grasa se transforma en otra forma más estable, cuyo punto de fusión más alto está comprendido en el margen $36-38^{\circ}\text{C}$. Por debajo de su punto de reblandecimiento, la grasa de semilla de Mango no es untuosa al tacto; la combinación de esta propiedad con su dureza a la temperatura ordinaria y el tener un punto de fusión inferior a la temperatura del cuerpo humano la hacen extraordinariamente apropiada para usarla como grasa envolvente para confituras y para mezclarla con el chocolate, en los cuales sustituye a la manteca de cacao. (18)

En comparación con las grasas y aceites ordinarios, la grasa de la semilla de Mango es extremadamente resistente a la oxidación y al desarrollo del enranciamiento. (20)

En la Tabla No. 11 damos la composición de la grasa de la semilla de Mango. Sus características medias son las siguientes: índice de iodo = 50; índice de saponificación = 190; índice de refracción a 40°C = 1.4570; gravedad específica a 30°C = 0.9010; punto de fusión = 36-38°C; punto titer = 51°C; materia insaponificable = 0.70%; y de índice de acidez = 0.3%. (20)

Los triglicéridos contenidos en la grasa de la semilla de Mango dependen fundamentalmente de la variedad; contienen principalmente el 32.4-44% de ácido esteárico y 43.7-54.5% de ácido oléico, juntos representan el 85% de los ácidos grasos, teniendo una razón esteárico/oléico de 0.56 a 0.97. Los ácidos grasos restantes son, en orden decreciente, palmítico y linoleico, que representan respectivamente, 5.9-9.1% y 3.6-6.7% de los ácidos grasos; linolénico y araquídico. (29,30)

La distribución de los ácidos grasos entre los tres grupos hidroxilo (OH^-) de la molécula de glicerol perteneciente a la molécula de triglicérido, se observa en la Tabla No. 12. (29)

Los ácidos oléico y linoléico son principalmente incorporados a la posición Sn-2. El ácido oléico y linoléico representan alrededor del 88 y 10% respectivamente de la incorporación en la posición Sn-2. El ácido oléico en la posición Sn-1 y Sn-3, muestra una preferencia por la posición Sn-1. El ácido linoléico puede principalmente es

TABLA N° II

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LA GRASA DE SEMILLA DE MANGO

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS	GRASA DE LA SEMILLA DEL MANGO	
	CRUDA	REFINADA
Punto de fusión, en °C	38	38
Humedad y materia volátil, en %	0.08	nll
Gravedad específica a 30 °C	0.901	-
Índice de refracción a 40 °C	1.4470	1.4570
Títer, en °C	51	-
Bellier, en °C	38.5	-
Valor de saponificación, en mg KOH/g de grasa	191	190
Valor de Iodo, (Wijs)	50	50
Valor de acidez, en mg KOH/g de grasa	6.0	0.3
Materia no saponificable, en %	1.5	0.7

FUENTE: NARASIMHA CH. B., REDDY B.R. AND THIRUMALARAO S.D., 1977 (20)

TABLA No. 12

DISTRIBUCION POSICIONAL DE LOS ACIDOS GRASOS EN LOS TRIGLICERIDOS DE LA SEMILLA DE MANGO

VARIEDAD	COMPOUND AND POSITION	ACIDOS GRASOS (mol %)					
		16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0
Amini	TG	6.7	44.0	43.7	3.6	0.5	1.5
	1	11.0	57.1	29.3	1.7	-	0.9
	2	0.6	1.1	89.8	8.0	0.5	-
	3	8.5	73.8	12.0	1.1	1.0	3.6
Gedong	TG	7.8	34.0	51.1	4.9	0.7	1.5
	1	12.8	48.7	33.7	2.7	0.5	1.6
	2	-	0.8	88.9	9.0	1.3	-
	3	10.6	52.5	30.7	3.0	0.3	2.9
GedongGillettii	TG	8.7	37.5	46.6	5.5	0.4	1.3
	1	11.9	53.6	30.2	3.1	-	1.2
	2	0.4	1.3	86.2	11.3	0.8	-
	3	13.8	57.6	23.4	2.1	0.4	2.7
Golock	TG	8.0	32.6	50.8	6.7	0.6	1.3
	1	13.3	44.4	36.8	4.3	0.4	2.7
	2	-	0.6	85.2	12.9	1.3	-
	3	10.5	52.9	31.2	2.9	-	2.5
Haden	TG	7.8	36.2	49.5	4.9	0.3	1.3
	1	12.9	49.6	34.2	2.6	-	0.7
	2	-	0.7	86.8	11.7	0.8	-
	3	10.2	58.5	27.7	0.4	-	3.2
M' Vuazi	TG	7.6	38.6	47.2	4.3	0.7	1.6
	1	11.1	57.6	28.5	1.7	-	1.1
	2	0.4	1.4	87.8	9.8	0.6	-
	3	11.3	56.8	25.3	1.4	1.5	3.7

terificarse en la posición Sn-2. (29)

Los ácidos grasos saturados, araquídico, esteárico y palmítico, son distribuidos igualmente entre las posiciones Sn-1 y Sn-3. El ácido araquídico se encuentra asimétricamente distribuido en las posiciones Sn-1 y Sn-3, se localiza un exceso en la posición Sn-3. Una muy similar incorporación del ácido araquídico en la posición Sn-3 es reportada en la manteca de cacao y aceite de cacahuete.

Las cantidades de ácidos grasos saturados (palmítico y esteárico) y ácido oleico en la posición Sn-1 y Sn-3, depende del contenido de éstos en el total del triglicérido. (29)

Debido a la gran similitud que existe entre la grasa de la semilla de Mango y la manteca de cacao, se mencionan algunas características fisicoquímicas de éstas. Se obtiene de bayas de la planta tropical Theobroma cacao. Es sólida, amarilla pálida y con olor y sabor característicos a las bayas. Su punto de fusión más alto está comprendido en el margen 35-36°C. Es quebradiza y dura a temperaturas inferiores a 26-27°C. Su uso más común es en la industria de confitería. Puesto que su sabor natural característico es deseable para confituras, la manteca de cacao sólo se somete a un proceso de neutralización y deodorización cuando se desea atenuar aquel, en el caso de grasas cuya calidad ha bajado, por vejez o por deterioro de las bayas originales. Es estable y resistente a la oxidación.

En la Tabla No 13 mencionaremos algunas características de la manteca típica de cacao. (21)

La mezcla de grasas extrañas con la manteca de cacao, se hace cada vez más común, por lo que es importante evidenciar ésta, utilizando diferentes técnicas de las cuales la más apropiada es por métodos dilatométricos. (6)

TABLA N° 13
CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LA MANTECA DE CACAO

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS	MANTECA DE CACAO	
	GRASA CRUDA	GRASA REFINADA
Punto de fusión, en °C	36	36
Humedad y materia volátil, en %	0.2	0.2
Gravedad específica a 60 °C	0.8825	-
Índice de saponificación, en mg de KOH/g de grasa	192	190
Impurezas insolubles, en %	0.05	0.05
Índice de Iodo (w/l)	43	43
Valor de acidez, mg de KOH/g de grasa	1.0	0.30
Índice de refracción a 40 °C	1.453	1.459
Materia insaponificable, en %	1.5	No mas de 1
Titer, en °C	49	-

FUENTE: NORMA ESPAÑOLA, 1975 (21)

3.11. PASTA RESIDUAL

En todo proceso de extracción de grasa, se observa que la materia residual es muy grande en relación con el

producto obtenido, por lo que se considera conveniente - conocer la composición de este subproducto, y así poder inferir algunos usos que permitieran plantear el aprovechamiento integral de la semilla.

Determinación de humedad. Se basa en el calentamiento de la muestra a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta que la humedad sea eliminada completamente. Determinar la pérdida de peso por diferencia.

- Determinación de cenizas. Se basa en la destrucción de la materia orgánica al someter la muestra a una temperatura de 550°C .

- Determinación de proteína. Las proteínas y demás materias orgánicas son oxidadas por el ácido sulfúrico, - el nitrógeno que se encuentra en forma orgánica se fija como sulfato de amonio. Al hacer reaccionar estas con una base fuerte se desprende amoníaco que se destila y - se recibe en un volumen conocido de ácido valorado. Por titulación del ácido no neutralizado se calcula la cantidad de amoníaco desprendido y así, la cantidad de nitrógeno de la muestra.

- Determinación de grasa cruda o extracto etéreo. - Se basa en la solubilidad de la materia grasa y de aquellos componentes normales de la grasa tales como hidrocarburos, ésteres, cetonas, alcoholes, aldehídos; en un disolvente orgánico polar.

- Determinación de fibra cruda. La muestra desengrasada, se somete a un tratamiento con ácido sulfúrico hirviente, se separa y lava el residuo insoluble; se hierve

este residuo con solución de hidróxido de sodio, se separa, lava, seca y pesa, determinándose la pérdida en peso al incinerarla.

3.12. USOS DE LA GRASA DE LA SEMILLA DE MANGO

Debido a su plasticidad y ausencia de sustancias tóxicas, la grasa de la semilla de Mango se utiliza en la fabricación de dulces, postres y sopas donde se requiere de grasas saturadas. (20)

Puede ser usada como sustituto de sebo en la preparación de jabones de alta calidad. (28)

Las papas rayadas y fritas en grasa de semilla de Mango tienen un buen sabor y una vida de anaquel de siete días. (28)

La principal aplicación de la grasa de semilla de Mango es en la industria de confitería como suplemento o sustituto parcial de la manteca de cacao. La fracción de ácido esteárico de la grasa de la semilla de Mango, cuando es incorporado a productos de chocolate, da un mejor establecimiento especialmente en climas cálidos. (20,30)

La grasa de la semilla de Mango puede ser convertida en una manteca "dura" de una calidad muy buena, en la preparación de coberturas o como sustituto de la manteca de cacao, mediante la total eliminación de los glicéridos que contengan más de un radical ácido graso insaturado. (20,30)

La pasta residual puede ser secada y empleada para alimentación de ganado, ya que contiene del 5 al 8% de proteínas. Además con objeto de tener un aprovechamiento integral de la semilla, es utilizada para la obtención de almidón de buena calidad (parecido al de la papa y tapioca) y de taninos de gran uso industrial. (26,30)

IV.- DESARROLLO EXPERIMENTAL

El desarrollo experimental del presente trabajo se dividió en tres etapas. La primera de ellas consistió en la obtención y acondicionamiento de la semilla. La siguiente fue la extracción y purificación de la grasa, y por último la caracterización de la misma, así como el análisis de materia prima y pasta residual. (ver diagrama)

Se trabajó con dos lotes de hueso de Mango de las variedades Manila y Kent que son las que mayor demanda tienen para la industrialización de la pulpa de este fruto en México.

Para conocer los rendimientos obtenidos de cada una de las fracciones hasta la obtención de la grasa purificada, se utilizó un pequeño lote de fruta con características similares a la empleada por la planta procesadora Herdez, S.A., determinándose peso de: fruta, desperdicios, hueso, semilla húmeda, semilla acondicionada y grasa.

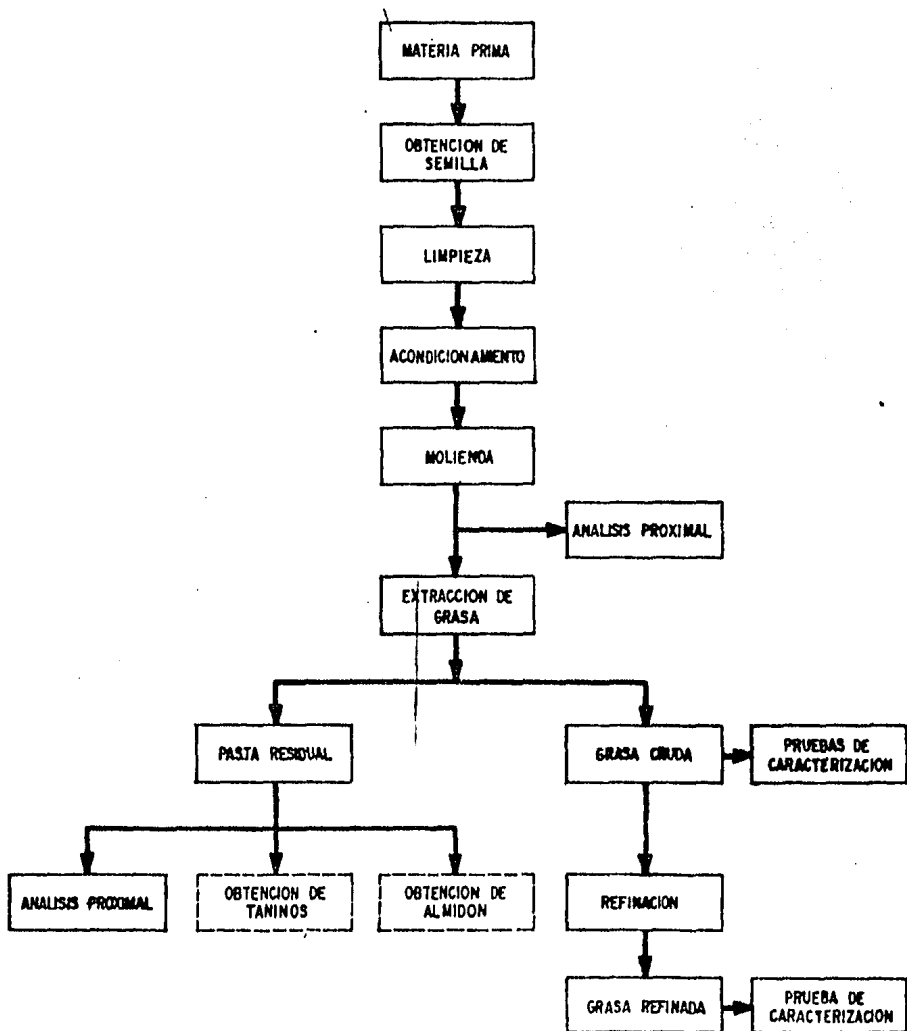
4.1. OBTENCION Y ACONDICIONAMIENTO DE LA SEMILLA

4.1.1. MATERIA PRIMA

Se partió de dos lotes de 95 Kg y 40 Kg de hueso de Mango (*Mangifera indica*) proporcionados por una planta procesadora de frutas de Herdez, S.A. localizada en Los Robles, Veracruz. El Mango utilizado por esta planta procedía de Tuxtepec, Oaxaca.

El primer lote fue de 40 Kg de hueso de Mango variedad Manila, utilizado para la realización de las prime--

DIAGRAMA DE BLOQUES



ras pruebas en el mes de abril de 1984, ya que era la --
fruta que se estaba industrializando en esa época.

El segundo lote fue de 95Kg de hueso de Mango de la
variedad Kent ya que había pasado la temporada de Manila.

El hueso de Mango se trasladó en ferrocarril a la --
Ciudad de México, en donde se recibió tres días después--
del embarque. Durante este período aproximadamente el --
10% del hueso se germinó y/o tuvo contaminación por hongos.

4.1.2. LIMPIEZA

Los huesos se lavaron con agua a contracorriente pa
ra eliminar completamente las adherencias de pulpa y, fa
cilitar la extracción de la semilla que se realiza manual
mente. Las semillas germinadas fueron separadas del lote.

4.1.3. ACONDICIONAMIENTO

La semilla limpia se parte por la mitad con objeto--
de acelerar el proceso de secado. El secado se realiza --
al sol hasta una humedad del 10%.

4.1.4. MOLIENDA

La semilla con un 10% de humedad se trituró en un --
mortero y, posteriormente se llevó a un molino CeCoCo; és
to con el fin de reducir el tamaño de la semillas evitan
do así que la temperatura interna del molino se vea au--
mentada. Se fijó un tamaño de partícula malla 20-30. De
la semilla molida se tomó una muestra para determinar su
composición.

4.2. EXTRACCION Y PURIFICACION DE LA GRASA

Una vez molida la semilla se procedió a extraer la-grasa por dos diferentes métodos.

4.2.1. EXTRACCION CON HEXANO POR MEDIO DE UN SOXHLET

Se utilizó un equipo Soxhlet de extracción de grasas, hexano como disolvente y semilla de variedad Manila.

Para determinar las condiciones óptimas de extracción, se realizaron ocho pruebas en las que se varió el tiempo y cantidad de disolvente, manteniendo constante la temperatura, la cual corresponde a la de ebullición del hexano (68°C). (TABLA No. 14)

TABLA No. 14

EXTRACCION DE LA GRASA POR SOXHLET

CONDICION	S (g)	V (ml)	t (h)
1	5	90	8
2	5	90	6
3	5	90	4
4	5	90	2
5	5	50	2
6	5	75	2
7	5	160	2
8	5	120	2

SIMBOLOGIA

S = Cantidad de semilla molida

V = Volumen de hexano, adicionado al matraz Soxhlet

t = Tiempo de extracción.

En las primeras cuatro condiciones se variaron los tiempos de extracción manteniendo constante la cantidad de disolvente en relación con la semilla. En las muestras restantes se varió la relación disolvente-semilla-manteniéndose constante el tiempo. Una vez determinada la condición óptima de extracción, se procedió a extraer la grasa obteniéndose varios extractos, los que se someten a una destilación para la eliminación del disolvente.

4.2.2. EXTRACCION CON HEXANO POR INMERSION

Se utilizó un matraz Erlenmeyer de 2 000 ml, un baño maría con termostato, hexano como disolvente y semilla variedad Manila.

Para determinar las condiciones óptimas de extracción, se realizaron seis pruebas variándose la relación de disolvente-semilla y temperatura de extracción manteniéndose constante el tiempo. El tiempo se mantuvo en - 2 horas tomando en cuenta las experiencias del método anterior. (TABLA No.15)

Una vez determinada la condición óptima de extracción se procedió a extraer la grasa obteniéndose varios extractos, los que se decantan y centrifugan a 2 000 rpm separándose residuos de semilla. Por último los extractos se colocan en un rotavapor a una presión de vacío de - - 200-300 mm de Hg y un baño maría a 60°C, con objeto de eliminar el disolvente.

TABLA No.15

EXTRACCION DE LA GRASA POR INMERSION

CONDICION	S (g)	V (ml)	T (°C)
1	50	900	30
2	50	1100	30
3	50	900	40
4	50	1100	40
5	50	900	50
6	50	1100	50

SIMBOLOGIA

S = Cantidad de semilla molida

V = Volumen de hexano , adicionado al matraz Soxhlet

T = Temperatura de experimentación del solvente.

4.2.3. PURIFICACION DE LA GRASA

La grasa obtenida por cualquiera de los métodos -- mencionados se sometió a un proceso de refinación, constando de las siguientes etapas. Neutralizado, el cual - se llevó a cabo con hidróxido de sodio 0.1 N, agregándose se éste en exceso de un 5-10%. La cantidad de hidróxido de sodio utilizada se determinó estequiométricamente de acuerdo al grado de acidez y cantidad de la grasa. El - lavado se realizó en un embudo de separación con agua - destilada y caliente, por medio de una ducha y agitación

frecuente, formándose una emulsión la cual se destruye - colocando una solución sobresaturada de sal. El extracto graso se lleva a centrifugación con objeto de separar aquellas impurezas de la grasa neutra que no se lograron extraer en el embudo de separación. La centrifugación se realizó a 1 500 rpm durante 10 minutos. Una vez neutralizada y lavada la grasa se somete a una deodorización para eliminar todas aquellas sustancias que proporcionan - olores y sabores desagradables, para ello se utilizó un rotavapor con una presión de vacío de 200-300 mm de Hg y un baño maría a 60^oC durante dos horas. Por último se -- realiza unfiltrado utilizando un papel filtro de poro cerrado, en el cual se separan pequeños porcentajes de harinillas y sustancias no grasas.

El proceso de refinación se llevó a cabo a la grasa cruda de la semilla variedad Kent, no efectuándose para la grasa cruda variedad Manila por falta de ésta.

4.3. CARACTERIZACION DE LA GRASA Y ANALISIS DE MATERIA - PRIMA Y PASTA RESIDUAL

4.3.1. ANALISIS PROXIMAL

La realización de un análisis proximal es importante, pues en base a esto se podrá determinar el contenido de grasa presente en la semilla y el rendimiento de la - misma en cuanto a su extracción. Asimismo y por otra parte, permite el conocimiento de sus demás componentes que ^{2o}comparación con lo que reporta la Literatura nos podrá -

dar pauta para utilizar la pasta residual y así tener un aprovechamiento integral de la semilla.

Se manejaron dos tipos de muestras: semilla fresca, es decir la semilla que no ha tenido ningún tratamiento y la semilla (pasta residual) después de la extracción de grasa. Todas las muestras se trabajaron por triplicado, corriéndose al mismo tiempo blancos con los reactivos utilizados en laboratorio para disminuir los errores por manejo de material y reactivos. Los análisis realizados fueron los siguientes:

- Determinación de humedad. Se siguió el método oficial del A.O.A.C. 14.003.

- Determinación de cenizas. Se realizó en base al método descrito en el A.O.A.C. 14.006.

- Determinación de proteínas. Se realizó siguiendo el método del A.O.A.C. 2.057.

- Determinación de grasa cruda o extracto etéreo. La determinación se realizó en base al método descrito en el A.O.A.C. 30.036

- Determinación de fibra cruda. Se realizó en base al método descrito en el A.O.A.C. 7.061.

4.3.2. CARACTERIZACION DE LA GRASA

Las pruebas fisicoquímicas que a continuación se mencionan se realizaron por quintuplicado corriéndose al mismo tiempo blancos con los reactivos utilizados en aquellas

pruebas que lo requieran. Las muestras utilizadas para estos análisis son la grasa cruda de la semilla de Mango variedad Manila y la grasa cruda y refinada de la semilla de Mango variedad Kent.

- Determinación de humedad y materia volátil. La pérdida en peso se determinó a $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$, siguiéndose el método descrito en el A.O.A.C. 28.002

- Determinación del punto de fusión. Se determinó -- por medio de un capilar siguiéndose el método descrito en el A.O.A.C. 28.011

- Determinación de la densidad relativa. Se determinó por medio de un picnómetro en base al método descrito en el A.O.A.C. 28.003

- Índice de refracción. El índice de refracción se -- determinó por medio de un refractómetro de Abbé a 40°C siguiéndose el método descrito en el A.O.A.C. 28.007

- Índice de acidez. Se realizó en base al método del A.O.A.C. 28.029

- Índice de saponificación. Se realizó en base al método descrito en el A.O.A.C. 28.025

- Índice de iodo. Se siguió el método de Hanus descrito en el A.O.A.C. 28.018

- Índice de peróxidos. Se realizó en base al método descrito en el A.O.A.C. 28.022

- Determinación del punto de solidificación de los ácidos grasos (Título). La temperatura determinada se realizó en base al método descrito en el A.O.A.C. 28.012

- Determinación del punto Bellier. La temperatura de terminada se realizó en base al método descrito en el --

A.O.A.C. 28.114

- Determinación de materia insaponificable. La diferencia en peso determina la materia insaponificable, dándose en por ciento y siguiéndose el método descrito en el - A.O.A.C. 28.081

- Determinación de la estabilidad por el método del oxígeno activo (A.O.M.). El método que se utilizó es el oficial de la A.O.C.S. "Método de oxígeno activo, - - - BFM-ob-15". La prueba se realizó en Gamesa, S.A., efectuándose por triplicado corriéndose la muestra de grasa refinada de la semilla variedad Kent.

Se basa en medir el tiempo requerido de una grasa - para alcanzar un valor de peróxidos específico. La rancidez de la grasa se acelera considerablemente al llevarla a una temperatura de $97.8 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ y hacerle pasar una corriente de aire a un flujo constante de 2.33 cc/seg/tubo, lo que permite la formación de peróxidos producto de la formación de ácidos grasos insaturados.

La prueba se realiza agregando 20 ml de grasa problema a cada tubo de una serie de tres, calentando uno - de los tubos a $97.8 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ sumergiéndolo en baño de aceite. En esos momentos se conecta y abre el flujo de aire - tomándose el tiempo, exactamente una hora después de comenzar la primera porción se comienza la segunda porción en la misma manera. Una hora después se inicia la tercera porción. A intervalos regulares de 1 hora se inspecciona el olor de la primera porción hasta aparición de - un olor rancio, en ese momento se agitan los tres tubos - tomándose 5 g de grasa de cada uno y se determina el nú-

mero de peróxidos.

Se continúa la prueba hasta obtener el índice de pe
róxido especificado registrando el número de horas que -
tardó.

- Determinación del índice dilatométrico. El método
que se utilizó es una modificación al método oficial de-
la A.O.C.S. "Determinación del índice de contenido sólido,
BPM-ob-13". La simplificación consiste en estandarizar
las condiciones en las que son congeladas las mues-
tras y los pasos en los que se incrementa la temperatura
para definir su curva dilatométrica.

La determinación consistió en agregar a cada dilató-
metro 1.5 ml de colorante y se pesan. Se llena el bulbo-
con la muestra fundida cuidando que no queden burbujas -
de aire dentro del dilatómetro. Se cierra introduciendo-
lentamente la tapa, de manera que la columna del líquido
indicador quede entre 600 y 700 mm³ en la escala del tu-
bo capilar. Se limpia perfectamente el exterior del dila-
tómetro y se pesa. La cantidad de muestra que contiene el
dilatómetro se obtiene por la diferencia de pesos.

La muestra se coloca primero en un baño de agua ca-
liente de manera que la grasa se funda completamente, se
toma entonces la lectura de la columna indicadora, que -
servirá como lectura de referencia. Después se enfría rá-
pidamente introduciendo los dilatómetros en un baño de -
hielo con agua, y permanecen en este baño el tiempo sufi-
ciente para que las muestras estén completamente solidi-
ficadas. Los dilatómetros se pasan a otro baño a la tem-
peratura que se desea determinar el contenido de grasa -

sólida. Para obtener la curva dilatométrica es necesario tomar las lecturas a varias temperaturas, empezando por la temperatura más baja e ir aumentándola gradualmente - para evitar cambios en la estructura cristalina. Se dejan las muestras en el baño el tiempo necesario para que alcancen la misma temperatura, con el tipo de dilatómetros usados requiere 20 a 30 minutos. Se toma la lectura del volumen de la muestra una vez que se ha alcanzado el equilibrio de fases (cuando no hay cambios en la lectura de la columna).

La prueba se realizó en "Marga de México, S.A." efectuándose por triplicado corriendo dos muestras, la grasa cruda y refinada de la semilla variedad Kent.

- Cromatografía de gases. La prueba fue realizada en el Departamento de Química Analítica, laboratorio de Cromatografía de gases de la División de Estudios Superiores de la Facultad de Química de la U.N.A.M.

Se corrieron cuatro muestras, por una parte la muestra estándar de ésteres metílicos de ácidos grasos, y por la otra, la grasa cruda y refinada. La grasa cruda proviene de semilla de variedad Manila y Kent.

Las condiciones de trabajo fueron las siguientes:

0.8 microlitros de muestra esterificada

columna: Carbowax 20M chrom WHP 80/100

6'X'8''a . i

gas: Nitrógeno 25 ml/min

temperaturas:

columna: inicial 100°C

programación: velocidad de 10°/min a 190°C

detector: 185°C

inyector: 185°C

Debido a la gran similitud que existe entre la grasa de la semilla de Mango y la manteca de cacao, en los cuadros de resultados se efectúa una comparación entre valores fisicoquímicos de la manteca de cacao obtenidos bibliográficamente y los valores fisicoquímicos de la grasa de la semilla de Mango obtenidos experimentalmente.

V. RESULTADOS
 OBTENCION DE RENDIMIENTOS
 TABLA N° 16

FRACCIONES DEL FRUTO VARIEDAD KENT

	PESO (g)	PORCENTAJE DEL TOTAL DEL FRUTO
FRUTO	400	100.00
	450	100.00
	475	100.00
	600	100.00
CASCARA	50	12.50
	48	10.66
	59	12.42
	53	8.83
HUESO	48	12.00
	45	10.00
	50	10.52
	53	8.83
DESPERDICIO TOTAL (CASCARA / HUESO)	98	24.50
	93	20.66
	109	22.95
	106	17.65

TABLA N° 17
 FRACCIONES DEL HUESO DEL FRUTO VARIEDAD KENT
 Y PORCIENTO DE GRASA

	PESO (g)	PORCIENTO DEL TOTAL DEL HUESO	PORCIENTO DE GRASA
HUESO	48	100.0	3.0
	45	100.0	3.0
	50	100.0	3.2
	53	100.0	2.9
CASCARA DE HUESO	20	41.6	-
	19	42.2	-
	19	38.0	-
	23	43.3	-
SEMILLA HUMEDA (48% HUMEDAD)	28	58.3	5.1
	26	57.7	5.1
	31	61.9	5.2
	30	56.6	5.2
SEMILLA SECA (10.85% HUMEDAD)	17.5	36.4	8.2
	16.34	36.3	8.2
	19.48	38.9	8.2
	18.85	35.5	8.2

Del análisis proximal realizado en la semilla fresca se obtuvieron los siguientes porcentajes, mostrados en la Tabla N° 18

TABLA N° 18
ANÁLISIS PROXIMAL DE SEMILLA FRESCA

DETERMINACION	BASE HUMEDA		BASE SECA	
	MANILA	KENT	MANILA	KENT
HUMEDAD	10.85	9.58	-	-
CENIZAS	2.29	2.02	2.57	2.23
PROTEINAS	7.60	6.26	8.53	6.91
FIBRA CRUDA	2.44	2.69	2.74	2.96
GRASA	9.19	8.29	10.32	9.16
CARBOHIDRATOS	67.63	71.16	75.84	78.74

Las condiciones de trabajo y los rendimientos obtenidos de la extracción de grasa por medio de un Soxhlet se muestran en la Tabla N° 19

TABLA N° 19
EXTRACCION DE LA GRASA POR SOXHLET

CONDICION	S (g)	V (ml)	t (h)	R (%)
1	5	90	8	9.19
2	5	90	6	9.17
3	5	90	4	8.58
4	5	90	2	8.30
5	5	50	2	6.50
6	5	75	2	7.80
7	5	110	2	8.30
8	5	120	2	8.35

SIMBOLOGIA

- S = Cantidad de semilla molida variedad manila
- V = Volumen de hexano, adicionado al matraz Soxhlet
- t = Tiempo de extracción
- R = Rendimiento de la extracción (base húmeda)

En las primeras cuatro condiciones el rendimiento de la extracción de la grasa aumenta ligeramente con el tiempo, observándose que una extracción con hexano durante dos horas permite extraer el 90% de la grasa total. En las determinaciones restantes la disminución de la relación semilla-disolvente baja notablemente el rendimiento, contrariamente a lo que sucede cuando se aumenta. Sin embargo, un aumento en la relación semilla-disolvente no trae consigo un incremento proporcional en el rendimiento, por lo que la relación más apropiada es 1:18 (p/v).

Las condiciones de trabajo y los rendimientos obtenidos de la extracción de la grasa por inmersión se muestran en la tabla No. 20.

TABLA N° 20

EXTRACCION DE LA GRASA POR INMERSION

S (g)	V (ml)	T (°C)	R (%)
50	900	30	7.40
50	1100	30	7.50
50	900	40	8.30
50	1100	40	8.35
50	900	50	8.00
50	1100	50	8.40

SIMBOLOGIA

- S = Cantidad de semilla molida variedad manila
- V = Volumen de hexano, adicionado al matraz Erlenmeyer
- T = Temperatura de experimentación del disolvente
- R = Rendimiento de la extracción (base húmeda)

En las dos primeras condiciones aun cuando se varía la relación peso-volumen el rendimiento es muy bajo debiéndose principalmente a la temperatura del disolvente. En las siguientes dos determinaciones el aumento de temperatura del disolvente permite una extracción con un 90% de rendimiento, observándose que aun aumentando la relación peso-volumen, el rendimiento aumenta muy poco. En la siguiente determinación se conserva la relación semilla-disolvente y aumenta la temperatura, obteniendo una disminución en el rendimiento debiéndose principalmente a la pérdida de disolvente. Por último, con un aumento en la relación semilla-disolvente manteniendo constante la temperatura, se logra un rendimiento mayor, pero debido a la gran cantidad de disolvente que se pierde es inadecuada.

Del análisis proximal realizado a la pasta residual se obtuvieron los siguientes porcentajes, mostrados en la tabla No. 21.

TABLE N° 21
ANALISIS PROXIMAL DE LA PASTA RESIDUAL

DETERMINACION	BASE HUMEDA		BASE SECA	
	MANILA	KENT	MANILA	KENT
HUMEDAD	8.88	8.85	-	-
CENIZAS	2.47	2.25	2.71	2.47
PROTEINAS	8.27	6.64	9.08	7.28
FIBRA CRUDA	2.65	2.88	2.91	3.16
GRASA	0.56	0.46	0.61	0.50
CARBOHIDRATOS	77.17	78.92	84.69	86.59

De la grasa cruda y refinada, se tomó una muestra y se le realizó un análisis fisicoquímico, cuyos valores - obtenidos se detallan en la tabla No.2A, donde se efectúa una comparación con los valores teóricos de la grasa de cacao.

TABLA N° 22
ANALISIS FISICOQUIMICO DE LA GRASA

PRUEBAS FISICOQUIMICAS	GRASAS				
	CRUDA MANILA	CRUDA KENT	REFINADA KENT	CRUDA CACAO	REFINADA CACAO
Humedad y material volátil, en %	0.16	0.16	0.07	0.20	nil
Punto de fusión, °C	34-36	35-36	35-36	35-36	35-36
Gravedad específica a 60 °C	0.8973	0.8992	0.8997	0.8825	-
Índice de refracción a 40 °C	1.4600	1.4585	1.4590	1.453	1.459
Índice de acidez, % Ac. oleico	3.47	1.94	0.33	0.50	0.15
Índice de acidez (mg KOH/g de grasa)	6.90	3.87	0.60	1.0	0.30
Índice de peróxidos (meq. de peróxido/kg de muestra)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Punto de solidificación (Título °C)	49.3	49.5	49.2	49	-
Punto Bellier, °C	37.8	38.0	38.0	-	-
Material insaponificable, en %	1.54	1.92	0.81	1.5	no más de 1.0
Índice de iodo (Hanus) (g de I ₂ absorbido/ 100 g grasa)	50	50	50	43	43
Índice de saponificación (mg KOH/g de muestra)	194	196	195	195	194

Los índices dilatométricos determinados se muestran en la tabla No.23; observándose que el volumen de dilatación, así como el porcentaje de sólidos grasos disminuyen conforme aumenta la temperatura hasta llegar a un valor en el cual estos últimos tienden a cero y que corresponderían al punto de fusión más probable de la muestra.

TABLA N° 23
INDICES DILATOMETRICOS

GRASA CRUDA			GRASA REFINADA			MANTECA DE CACAO	
T(°C)	VOL. DE DILATACION (mm ³ /25g)	ISG	T(°C)	VOL. DE DILATACION mm ³ /25g	ISG	T(°C)	ISG
15	1345	65	15	1420	72	15	74
20	1230	56	20	1340	61	20	72
25	1170	48	25	1170	48	25	54
30	720	27	30	910	34	30	46
35	170	5	35	100	3	35	2
40	145	4	40	80	2	40	0

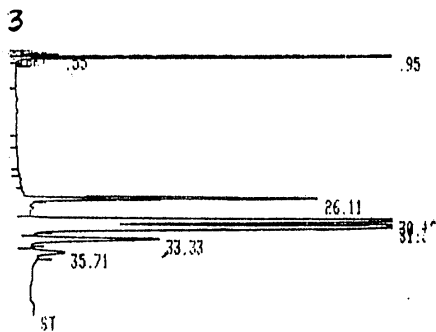
De los cromatogramas obtenidos para la grasa de semilla de Mango cruda y refinada, y una muestra de ésteres metílicos de los ácidos grasos puros, se observó que existen tiempos de retención similares en la mayoría de los picos desarrollados bajo las mismas condiciones, encontrándose que los más grandes corresponden a los ácidos grasos principales como son el oleico, esteárico, palmítico y linoleico. (Ver gráficas anexas)

En las gráficas de la grasa de semilla de Mango se observa un tiempo de retención significativo correspondiente a un ácido graso no identificado.

En la tabla No. 24 se muestra el porciento en peso de los principales ácidos grasos de la grasa de semilla de Mango obtenidos experimentalmente en comparación con el porciento en peso teórico de los ácidos grasos de la manteca de cacao.

TABLA N° 24
COMPOSICION DE LA FRACCION DE ACIDOS GRASOS

ESTER METILICO CORRESP. AL AC. GRASO	MUESTRAS (% en peso)			
	GRASA CRUDA MANILA	GRASA CRUDA KENT	GRASA REF. KENT	MANTECA CACAO
LAURICO C 12	-	-	-	0.1
MIRISTICO C 14	-	-	-	0.2
PALMITICO C 16	8.80	7.66	6.84	23-30
PALMITOLEICO C 16:1	-	-	-	0.1
NO IDENTIFICADO	5.75	6.15	6.17	-
ESTEARICO C 18	40.37	35.62	37.35	31-37
OLEICO C 18:1	42.06	48.75	47.73	31-38
LINOLEICO C 18:2	3.13	1.79	1.93	1.5-4.2
ARAQUIDICO C 20	-	-	-	0.0-1.5
LINOLENICO C 18:3	-	-	-	0.0-0.3

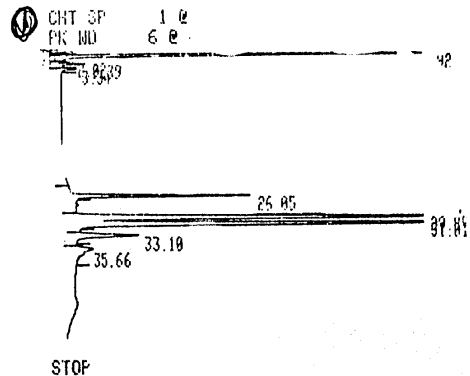


RUN # 3

AREA%	AREA TYPE	AR/HT	AREA%
RT			
0.55	4199 D.BP	0.089	0.185
0.95	620110 O.PB	0.102	27.357
-26.11	125920 PR	0.325	5.555
-39.18	585100 PV	0.610	25.812
-31.37	800810 VB	0.562	35.329
-33.33	101020 BB	0.597	4.460
-35.71	29527 PB	0.705	1.363

TOTAL AREA= 2266700
MUL FACTOR= 1.0000E+00

GRASA CRUDA DE SEMILLA DE MANGO
VARIEDAD KENT

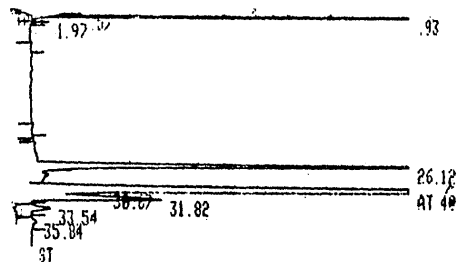


RUN #

AREA%	AREA TYPE	AR/HT	AREA%
RT			
0.92	000300 PV	0.110	53.289
2.02	1426 PV	0.171	0.076
2.39	5848 VB	0.233	0.365
3.34	5546 PB	0.305	0.296
-26.05	75968 PB	0.324	4.047
-29.89	347320 PV	0.507	18.503
-31.01	362980 VB	0.521	19.337
-33.10	49674 BB	0.605	2.646
-35.66	27054 BR	1.107	1.441

TOTAL AREA= 1877100
MUL FACTOR= 1.0000E+00

GRASA CRUDA DE SEMILLA DE MANGO
VARIEDAD MANILA

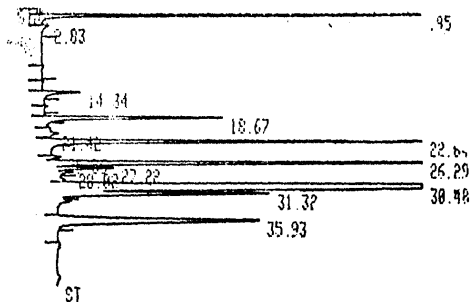


RUN # 3

AREA%	RT	AREA TYPE	AR/HT	AREA%
0.57	7071	PP	0.109	0.165
0.93	439610	D PB	0.100	10.265
1.97	3733	BB	0.179	0.087
<i>C16</i> 26.12	262260	PB	0.364	6.124
<i>C18</i> 30.67	1431600	PV	0.939	33.426
<i>C18</i> 31.82	1829500	VB	0.690	42.718
33.54	235000	BB	0.602	5.487
<i>C18</i> 35.84	74015	PB	0.749	1.728

TOTAL AREA= 4282800
MUL FACTOR= 1.0000E+00

GRASA PURIFICADA DE SEMILLA DE MANGO
VARIEDAD KENT



RUN # 2

AREA%	RT	AREA TYPE	AR/HT	AREA%
0.95	1409600	PB	0.125	39.582
2.83	5676	PB	0.603	0.159
<i>C16</i> 14.34	19724	PB	0.425	0.554
<i>C12</i> 18.67	81404	PB	0.366	2.286
<i>C14</i> 21.42	18266	BP	0.960	0.513
22.64	181910	PH	0.347	5.108
25.36	4058	PP	1.338	0.114
<i>C11</i> 26.29	257220	PV	0.348	7.223
27.22	25720	VV	0.367	0.722
28.02	6296	VB	0.382	0.177
<i>C18</i> 30.48	1225500	3V	0.593	34.414
<i>C15</i> 31.32	128370	VB	0.491	3.605
<i>C18</i> 35.93	197410	PB	0.775	5.544

TOTAL AREA= 3561200
MUL FACTOR= 1.0000E+00

ESTERES METILICOS
DE ACIDOS GRASOS PUROS

De la grasa refinada se tomó una muestra y se le realizó la prueba de estabilidad, cuyos valores obtenidos se detallan en la tabla No.25

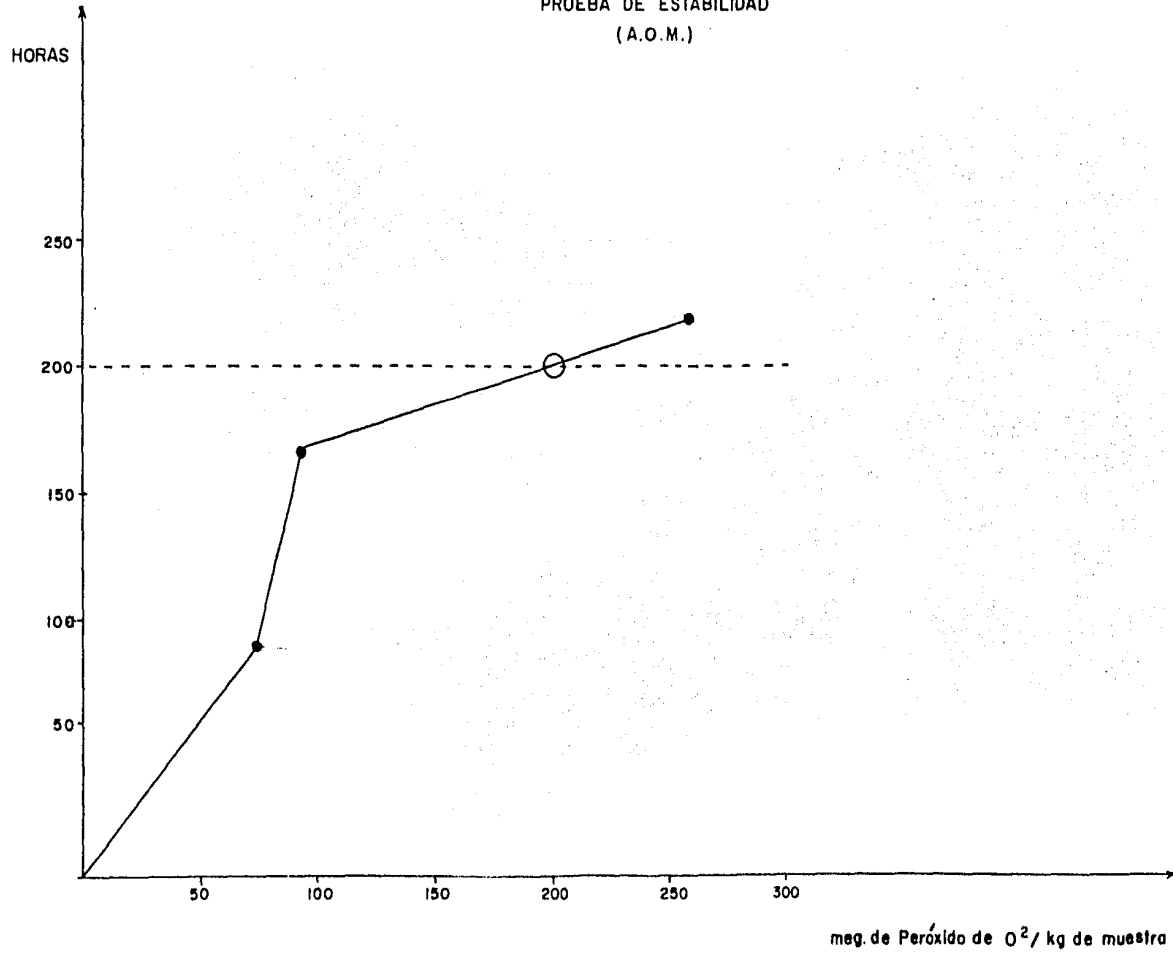
TABLA N° 25

PRUEBA DE ESTABILIDAD
(A.O.M.)

GRASA DE SEMILLA DE MANGO VARIEDAD KENT	
HORAS	Meq. de peróxido/Kg.muestra
90	72.90
168	92.72
218	258.00

La grafica de estos permite conocer de un modo genéral algunas aplicaciones de la grasa, pues la experiencia indica que una grasa con 100 horas en reflujo y un valor de peróxido de 100 Meq/ Kg. de muestra es utilizada en la elaboración de galletas, en cambio una grasa que llega a alcanzar un valor de 200 Meq/ Kg. de muestra de peróxido en 200 horas es utilizada en rellenos, siendo este el caso de la grasa de la semilla de Mango.

PRUEBA DE ESTABILIDAD
(A.O.M.)



CONCLUSIONES

México es el segundo país productor de Mango (Mangifera indica). Esta producción ha alcanzado altos niveles que paralelamente con su industrialización dan origen a grandes volúmenes de desperdicio, por lo que el suministro de materia prima sería suficiente para poder establecer una industria que canalice su producción en la obtención de grasa de la semilla de Mango en nuestro país.

Tomando como base que el 25% de la producción de Mango se industrializa y sabiendo que el hueso y contenido de grasa representan el 12 y 0.36% en peso del fruto total respectivamente, nos da una idea de la importancia de este proceso.

Comparativamente, de acuerdo a los métodos de extracción utilizados, podríamos establecer que ambos son adecuados con la diferencia de que en el de inmersión se maneja una cantidad de semilla mayor. Las condiciones más adecuadas para la extracción fueron las siguientes: relación semilla-disolvente (1:18), temperatura del disolvente 40 y 68 °C dependiendo del método seguido y tiempo de extracción de 2 horas.

El rendimiento de extracción de grasa de la semilla de Mango se ve afectado por los factores siguientes: tamaño de partícula, humedad y madurez de la semilla, así como la eficiencia del sistema. El máximo rendimiento obtenido en el presente trabajo fue del 90%. El tamaño de par

tícula óptimo fue de 20-30 con una humedad del 10%. El -- grado de madurez depende del momento en que el fruto es - industrializado, por lo que no se efectuó control sobre - este parámetro.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análi-- sis fisicoquímicos, no se encontró una gran diferencia en tre la grasa de la semilla de Mango obtenida experimental mente y la manteca de cacao.

El valor de Iodo de la grasa de la semilla de Mango- es mayor al de manteca de cacao por contener un porcenta- je de ácido oleico superior, sin embargo este último no - lleva a afectar la estabilidad de la grasa.

En base al índice de sólidos grasos determinado a di- ferentes temperaturas se infiere que grasas con comporta- miento similar son muy semejantes en sus propiedades, las cuales caracterizan y diferencian a una grasa plástica. - Estas propiedades conjuntamente con el punto de fusión ha cen posible que la grasa de la semilla de Mango pueda sus tituir parcialmente a la manteca de cacao en la industria de chocolates.

Los cromatogramas desarrollados nos indican que los- principales ácidos grasos constituyentes de la grasa de - la semilla de Mango son oleico, esteárico, palmítico y li moleico, en un porcentaje en peso muy similar a los de -- manteca de cacao. La distribución posicional de éstos en- la molécula de triglicérido le imparte propiedades que la

hacen ser análoga a la manteca de cacao.

Por lo que respecta a la prueba de estabilidad se puede indicar que la grasa de la semilla de Mango es bastante estable, lo que la diferencia de otros tipos de grasas vegetales. Esta característica es una propiedad de gran uso a nivel industrial sobre todo cuando se requiere de grasas muy estables para aumentar la vida de anaquel, dar buen sabor y alta calidad al producto.

De los análisis proximales realizados a la semilla fresca y pasta residual se denota en primer término que el contenido de grasa disminuye en un 90% permaneciendo constantes los demás parámetros, y en segundo término se observa que tanto las proteínas como los carbohidratos de la harina residual se encuentran en un porcentaje tal que le da ciertas características que podrían hacerla aprovechable para alimentación animal.

En el aspecto económico se puede concluir que los gastos de producción a nivel laboratorio son bajos, considerando que los reactivos que se necesitan son hexano (que es recuperado) e hidróxido de sodio. El medio de calentamiento se realiza por medio de un baño maría. La materia prima utilizada no constituye gasto alguno por considerarse un desecho industrial.

R E C O M E N D A C I O N E S

Realizar un amplio estudio de la variedad y cantidad real de Mango industrializado hoy día, determinando el volumen de desperdicio con que se pueda contar para que de esta manera se infiera su potencial real.

Encontrar el rendimiento máximo en la extracción de la grasa de semilla de Mango mediante un tratamiento enzimático.

Se sugiere evaluar la calidad de las proteínas en la pasta residual para determinar la factibilidad de que sea empleada en la elaboración de alimentos balanceados.

Efectuar la extracción y análisis del almidón de la pasta residual.

Llevar a cabo la extracción de taninos por su elevado contenido en la pasta residual.

VIII.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- ANUARIOS ESTADISTICOS DE COMERCIO EXTERIOR DE LA SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, 1982-83.
- 2.- ANUARIOS ESTADISTICOS DE PRODUCCION: F.A.O., 1982-83
- 3.- ANUARIOS ESTADISTICOS DE PRODUCCION AGRICOLA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, S.A.R.H., DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA, 1979-1983.
- 4.- ASPECTOS GENERALES DE LA COMERCIALIZACION DEL MANGO, SUBDIRECCION COMERCIAL, CONAFRUT, MEXICO 1981, 176 pp.
- 5.- BAILEY E. ALTON; ACEITES Y GRASAS INDUSTRIALES; Ed. REVERTE, BARCELONA, ESPAÑA; 1a. ed., MEXICO, 1970.
- 6.- BADUI D. SALVADOR; QUIMICA DE LOS ALIMENTOS; Ed. ALHAMBRA; 1a. ed., MEXICO, 1983, pp. 176-178.
- 7.- BECERRA I. FELIX; EMPAQUE E INDUSTRIALIZACION DEL MANGO EN MEXICO; CONAFRUT; SERIE ESPECIAL, FOLLETO No. 32, MEXICO, 1973; 131 pp.
- 8.- BEER O. P., RAGHURAMARAH B., KRISHNAMURTHY G. & GIRI DAHR N.; UTILIZATION OF MANGO WASTE: RECOVERY OF JUICE FROM WASTE PULP & PEEL; JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, VOL. 13, No. 3, 1976. pp. 138-141.
- 9.- BEER O. P., RAGHURAMARAH B., KRISHNAMURTHY G. & GIRI DHAR N.; UTILIZATION OF MANGO WASTE: PEEL AS A SOURCE OF PECTIN; JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, VOL. 13, No. 3, 1976. pp. 96-97.

- 10.- BERNARDINI E.; TECNOLOGIA DE ACEITES Y GRASAS; Ed. - ALHAMBRA, MEXICO, 1981. 380 pp.
- 11.- BHATNAGAR H. C. AND SUBRAMAYAM H.; SOME ASPECTS OF - PRESERVATION, PROCCESING AND EXPERT OF MANGO AND -- ITS PRODUCTS; INDIAN FOOD PCKER, VOL. 27(4), 1973. - pp. 33-52.
- 12.- BRITISH STANDARDS INSTITUTION "METHOD OF ANALYSIS OF OILS AND FATS"; BRITISH STANDARD 684, LONDON, 1950.
- 13.- GOPALAN C., SASTRY B. V. R. AND BALASUBRAMANIAN S. C.; NUTRITIVE VALUE OF INDIAN FOODS; NATIONAL INSTITUTE- NUTRITIVE; INDIAN COUNC. MED. RES., 1977. HYDERABAD, INDIA.
- 14.- HART F. LESLIE Y JOUNSTONE F. HARRY; ANALISIS MODER- EOS DE LOS ALIMENTOS; Ed. ACRIBIA, ZARAGOZA, ESPAÑA; MEXICO, 1966. pp. 343-373.
- 15.- HEMAVATHY J., PRABHAKAR J. V. AND GEN D. P.; INFLUEN- CE OF DELAY IN HANDLING MANGO STONES ON QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CHANGES IN THE KERNEL FAT; CENT. FOOD TECH. RES. INST., MYSORE, INDIA, VOL. 9.10, 1979. -- pp. 101-102.
- 16.- HERNANDEZ M., CHAVEZ A., BOURGES H. Y MENDOZA E.; VA- LOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS; INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICION, MEXICO, 1971.
- 17.- LEON F. MARCO; TESIS. INDUSTRIALIZACION DE VARIEDA-- DES MEJORADAS DE MANGO KENT Y KEITT; 1979, UNAM. ME- XICO. pp. 18-60.

- 18.- MARCIA GUTCHO; EDIBLE OILS AND FATS. RECENT DEVELOPMENTS; NOYES DATA CORPORATION; NOYES BUILDING, PARK RIDGE, NEW JERSEY, USA, 1979. pp. 216-218.
- 19.- NAGY S. & SHAW P.; TROPICAL AND SUBTROPICAL FRUITS; AVI PUBLISHING Co. INC, WESPORT, CONNECTICUT, 1980.
- 20.- NARASIMHA CHAR B. L., REDDY B. R. AND THIRUMALARAO S. D.; PROCESSING MANGO STONES FOR FAT. JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, NOV. 1977, VOL. 54(11), pp. 494-495.
- 21.- NORMA ESPAÑOLA. MATERIAS GRASAS- MANTECA DE CACAO. UNE 55-113-75.
- 22.- NORMA ESPAÑOLA. MATERIAS GRASAS- DETERMINACION DE ACIDOS GRASOS POR CROMATOGRAFIA GASEOSA. UNE 55-037-73.
- 23.- OFFICIAL METHODS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST; HORWITZ WILLIAM ED.; 13a. ed., - WASHINGTON, D.C. USA, 1980.
- 24.- OFFICIAL AND TENTATIVE METHODS "AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY"; CHAMPAIGN ED.; 1973 AND REVISIONS.
- 25.- SCHMIDT H. HERMAN; QUIMICA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS; Ed. SALESIANA, SANTIAGO DE CHILE; 1a. ed.; - SANTIAGO DE CHILE. pp. 142-178.
- 26.- SINGH L. B.; "MANGO" LEONARD HILL (BOOKS) LIMITED; - LONDON, 1960. pp. 380-394.

- 27.- SOLE S. CATALINA; TESIS. ALTERNATIVAS PARA EL AFRO-
VECHAMIENTO INTEGRAL DEL MANGO; 1984 UNAM. MEXICO.
149 pp.
- 28.- TISCONIA B., PAGANUZZI V. AND LEONI E.; LA SOSTANZA
GRASSA DEL SEME DI MANGO: CARATTERISTICHE ANALITICHE
E POSSIBILITA' D'IMPIEGO NELL'INDUSTRIA DOLCIFICARIA; LA
REVISTA ITALIANA DELLE SOSTANZE GRASSE, VOLI. 56, SETT
1979. pp. 332-338.
- 29.- VAN PEE W., BONI L., FOMA M., HOYLAERTS M. AND HENDRIKX
A.; POSITIONAL DISTRIBUTION OF THE FATTY ACIDS IN THE
TRIGLYCERIDES OF MANGO (MANGIFERA INDICA) KERNEL FAT.
JOURNAL OF THE AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY, VOL. -
57(8), 1980. pp. 243-245.
- 30.- VAN PEE W., BONI L., FOMA., HOYLAERTS M. AND HENDRIKS
A.; FATTY ACID COMPOSITION AND CHARACTERISTICS OF THE
KERNEL FAT OF DIFFERENT MANGO (MANGIFERA INDICA) VARIET-
TIES. JOURNAL OF SCIENCE OF FOOD AND AGRICULTURE, VOL.
32(5), 1981; pp. 485-488.