

95
2ci



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**EXTRACCION Y CARACTERIZACION DEL
ACEITE DE SALVADO DE
ARROZ TIPO MORELOS.**

TESIS MANCOMUNADA

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A N:**

**ILEANA MARIA MORALES PEÑA
IRMA GABRIELA RAMIREZ BECERRIL**



**FACULTAD DE
QUIMICA**

FALLA DE ORIGEN

México, D. F. 1990



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

	PAG
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
3. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS	4
I) CARACTERISTICAS GENERALES DEL ARROZ	4
II) PRODUCCION DE ARROZ	8
III) COMPOSICION QUIMICA DEL ARROZ	14
IV) MOLIENDA	16
V) SUBPRODUCTOS DE LA MOLIENDA DEL ARROZ	18
VI) LIPIDOS	20
VII) FUNCION DE LOS LIPIDOS	21
VIII) ACIDOS GRASOS EN LOS ALIMENTOS	21
IX) IDENTIFICACION DE LOS LIPIDOS	24
X) EXTRACCION DE ACEITE POR SOLVENTES	28
XI) REFINACION	29
XII) CARACTERISTICAS GENERALES DEL ACEITE DEL SALVADO DE ARROZ	33
4. DESARROLLO EXPERIMENTAL	39
5. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	47
6. CONCLUSIONES	60
7. RECOMENDACIONES	61
8. BIBLIOGRAFIA	62
9. APENDICE	66

1.- INTRODUCCION

1) INTRODUCCION.

Uno de los objetivos primordiales del país es la producción suficiente de los alimentos básicos de consumo popular, siendo el papel que desempeña la industria alimentaria determinante en el aprovechamiento y distribución de los mismos. Sin embargo la industrialización de alimentos en México trae consigo una serie de problemas a resolver, que van desde la producción de materias primas hasta la utilización de los subproductos que se generan durante el proceso.

Estos factores llevan consigo la necesidad de un aprovechamiento integral de las materias primas y los subproductos que se forman durante un proceso determinado.

Un ejemplo de este problema es el arroz. El arroz, junto con el maíz y el frijol son unos de los principales alimentos de la población mexicana.

La producción de arroz en México es importante a pesar de que en los últimos años se ha tenido la necesidad de importar arroz pulido para satisfacer las necesidades de la población. En el periodo de 1931 - 1935 la oferta creció en una tasa media de 7.9 %, alcanzando para 1936 las 798 mil toneladas aproximadamente. (1).

La industrialización del arroz lleva consigo un proceso de molienda, obteniendo como productos principales el arroz blanco o pulido y el salvado de arroz.

El salvado representa el 10 % del arroz entero, la cantidad de aceite que contiene este subproducto es del 10 al 22.5. (14). Tomando la producción de 1936, se tendría que el salvado obtenido fué de 80 mil toneladas aproximadamente (el 10 %) y de ese subproducto se obtendría de 8 000 a 17 000 toneladas aproximadamente de aceite.

El salvado de arroz es una fuente importante de aceite, proteínas y otros nutrientes; sin embargo, no es consumido por el hombre por contener un alto porcentaje de fibra que lo hace indigerible. Otro factor que inhibe su consumo es que presenta un deterioro rápido en sus grasas.

Para que el salvado de arroz pueda ser utilizado durante periodos mas prolongados es necesario involucrar los cambios recientes del deterioro de las grasas, pudiendose posteriormente proceder a la extraccion de aceites o obtencion de una pasta residual de alto contenido proteico para la alimentacion animal o para obtener concentrados proteicos.

2.- OBJETIVOS

2) OBJETIVOS.

- Extracción y caracterización del aceite (crudo y refinado) del salvado de arroz.
- Obtención de una pasta residual de mayor contenido proteico.

3.- ANTECEDENTES
BIBLIOGRAFICOS

3) ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICO.

1) CARACTERISTICAS GENERALES DEL ARROZ.

Se les nombra cereales a las plantas de la familia de las Gramíneas que se cultivan para aprovechar sus granos comestibles. Los mas importantes son el trigo, la cebada, maiz, la avena y el arroz. En general son alimentos energéticos y constituyen normalmente una tercera parte, o más, del ingreso calórico y proteínico del sujeto humano. (19, 41).

El cultivo del arroz surgió en el sudeste asiático y en Africa; los primeros datos del cultivo del arroz fueron alrededor del año 2800 a. C. en China. (41).

La clasificación del arroz es la siguiente:

Familia: Gramíneas.

Tribu: Cricetas.

Genero: Oryza.

Especie: Sativa.

(19).

Las variedades del arroz pertenecen a los siguientes grupos y razas geográficas:

- Grupo Indica: Crece en las regiones tropicales de la India, Indochina, Filipinas, parte de los Estados Unidos y México.
- Grupo Japónica: Es el arroz que se cultiva en las regiones subtropicales de Japón, Corea, zona del Mediterraneo, oeste de los Estados Unidos y parte de Sudamérica.
- Grupo Javánica: Es un grupo que se cultiva principalmente en Burma e Indonesia. (37).

El grano de cereal es un fruto en caritopide con una sola semilla, su cubierta exterior está constituida por el pericarpio y testa (tegmen). El pericarpio comprende entre otros epicarpio, mesocarpio y una capa de células transversales. En la testa el grano maduro solo se diferencia por una capa celular. El pericarpio es rico en celulosa y en la testa aparece una capa continua de sustancia grasa en la cual se encuentran los pigmentos que dan el color característico.

Subyacente a la testa se encuentra la capa de aleurina, que tiene una o varias estratos de células de periteloma, que contienen abundantes glóbulos de grasa y proteínas.

El endospermo está constituido por células de periteloma repletas de gránulos de almidón. Las células de la capa mas externa del endospermo son ricas en gránulos proteínicos.

El embrión está localizado en un extremo del grano, está formado por el escutelo, el coleoptilo, la coleotrina, el epiblasto, la radícula, la plúmula y el hipocotilo. Los

celulosa del germen son ricas en proteínas y lípidos. El germen está envuelto por el pericarpio, testa y aleurona. (41).

El arroz presenta además una cubierta lignocelulósica mas externa llamada cascarrilla, siendo muy rica en sílice. (19) El arroz con la cáscara de sílice, denominado arroz morano o sin pulir es inadecuado para el consumo humano; por lo que debe someterse a un proceso de molienda, en el cual se elimina la capa externa, el germen, la aleurona y algo del endospermo, constituyendo estas partes el salvado, quedando finalmente el arroz blanco o pulido.

Tabla No. 1.
Balance de materiales en el proceso de molienda del arroz.

PRODUCTO	PORCENTAJE EN PESO.
Arroz con cáscara	100
Arroz blanco	60 - 70
Cascarrilla	10 - 21
Salvado	5 - 10
Germen	1.5 - 2.5
Mediados	5 - 15

Fuente: Primo, Y.; Carrasco, J.; QUIMICA AGRICOLA, Vol. III, Alimentos, Primera edición, España, 1973.

El arroz puede encontrarse en el mercado nacional como arroz integral, arroz morano, arroz blanco y arroz partido o precocido.

El arroz blanco puede consumirse de varias formas, como harina para pasteles y galletas; usado en la industria cervecera junto con la malta, en la preparación de bebidas alcohólicas como el sake japonés, en la preparación de horchata, en dulces y como arroz entero.

El arroz integral se utiliza como semilla y es consumido por el hombre en menor cantidad.

II) PRODUCCION DEL ARROZ.

Las distintas variedades de arroz que se cultivan en el país son las siguientes:

VARIEDAD	ENTIDAD
(Siembra directa)	
CHICA 4	Sinaloa
CHICA 6	Sinaloa
CHICA 8	Sinaloa
Banca	Sinaloa
Culiacán A 80	Sinaloa
Navolato A 80	Sinaloa
Cárdenas A 80	Veracruz, Campeche, Tabasco
Champotón A 80	Veracruz, Campeche, Tabasco
Grijalba A 80	Veracruz, Campeche, Tabasco
Milagro Filipino	Veracruz, Campeche, Tabasco
Campeche A 80	Veracruz, Campeche, Tabasco
(Siembra indirecta)	
Morales A 70	Morales
Morales A 83	Morales

Fuente: SARN, Delegación en el estado de Tabasco, Programa Agrícola.

Producción.

Oferta: La oferta nacional del arroz se integra con los volúmenes procedentes de las cosechas nacionales y si estas son insuficientes, del mercado externo. Entre 1991 y 1996 esta oferta creció una tasa media anual de 7.9 %.

La producción Nacional se obtiene de las cosechas de los ciclos primavera - verano (P - V) y otoño - invierno (O - I).

La superficie total cosechada en el período 1993 - 1996 no presenta un perfil claramente definido, registrándose frecuentemente variaciones, siendo que los niveles mínimo y máximo se situaron en 122 mil y 133 mil hectáreas respectivamente.

En los últimos años se ha dado un fuerte impulso al cultivo del arroz en áreas temporales, principalmente en el sureste del país.

En lo que se refiere al rendimiento por hectarea, se observa que se ha ido incrementando; esto se debe en gran medida al adelanto de la tecnología en la agricultura.

Tabla No. 2.
Superficies cultivadas y rendimientos anuales.

AÑO	SUPERFICIE (Has)	RENDIMIENTO (tn/Has)
1975	156661	2.792
1976	159419	2.907
1977	180484	3.143
1978	121314	3.311
1979	150892	2.272
1980	132073	3.455
1981	179833	3.579
1982	175000	3.428
1983	166000	3.630
1984	167000	3.607
1985	210271	3.535
1986	116270	3.767
1987*	-	3.860
1988**	-	3.903

*: Estimado ciclo agrícola primavera-verano.

** : Estimado tasa crecimiento: 1.5 anual.

El Boletín No. 99 de información oportuna del INEGI, Enero de 1989, reporta: "Producción probable de los ciclos 87-87 y 88-88 respectivamente".

Por su participación en la producción nacional destacan Sinaloa, Campeche y Veracruz, teniendo en conjunto durante 1983 - 1985 el 60.3 - 79.6 % de la producción. Durante este periodo el 36.8 - 53.2 % de la producción total para el ciclo P - V le corresponde a Sinaloa, notándose un incremento en la producción del arroz; para Campeche se nota una baja en su producción, ya que del 20.3 % que aportaba en 1983, en 1985 se produce solo el 9.6 %.

Aun cuando la región suraste del país ha incrementado su participación dentro de la producción nacional, todavía está lejos de mostrar resultados satisfactoras a pesar del apoyo que ha recibido. (1)

Tabla No. 3.
Producción por ciclo agrícola según entidad federativa.
Ciclo primavera-verano.

ENTIDAD FEDERATIVA	83 - 83		84 - 84		85 - 85	
	VOL.	%	VOL.	%	VOL.	%
Campeche	32.8	20.5	72.4	15.1	75.4	9.6
Colima	13.4	3.3	17.1	3.6	17.7	2.2
Chiapas	6.0	1.5	5.3	1.1	7.9	1.0
Guerrero	5.5	1.4	5.4	1.1	6.7	0.9
Jalisco	3.7	0.9	3.3	0.8	2.7	0.3
México	0.5	0.1	1.3	0.3	1.1	0.1
Michoacán	15.6	3.9	16.2	3.3	33.4	4.3
Morales	25.0	6.2	25.6	5.4	20.8	2.7
Nayarit	10.2	3.0	11.3	2.4	22.9	2.9
Oaxaca	2.1	0.5	2.9	0.6	11.9	1.5
Puebla	2.3	0.5	4.5	0.9	3.1	0.4
Q. Roo	22.1	5.5	16.9	3.5	5.2	0.7
S.L.P.	1.3	0.3	-	-	-	-
Sinaloa	148.0	36.8	225.4	47.1	432.4	55.2
Tabasco	24.0	3.2	16.6	3.3	25.2	3.2
Tamaulipas	1.2	0.3	1.4	0.3	0.9	0.1
Veracruz	26.3	9.0	30.1	10.5	115.6	14.6
Yucatán	-	-	0.2	0.1	-	-
TOTAL:						
1984	402.7	100.0				
1985			478.7	100.0		
1986					782.3	100.0

VOLUMEN: MILES DE TONELADAS.

Fuente: Abastos y comercialización de productos básicos.
ARROZ. Instituto Nacional de Estadística
Geográfica e Informática.

En el ciclo O - I la producción nacional decrece. La superficie sujeta de riego se ubica, en su mayor proporción en Sinaloa, donde el agua almacenada en las presas se destina para el periodo O - I y los remanentes para el ciclo P - V. En Sinaloa el cultivo de la soya coincide con el del arroz, siendo una de las razones de los cambios bruscos en la producción. (1)

Tabla No. 4.
Producción por ciclo agrícola según entidad federativa.
Ciclo octo-invierno .

ENTIDAD FEDERATIVA	83 - 83		84 - 84		85 - 85	
	VOL.	%	VOL.	%	VOL.	%
Campeche	-	-	-	-	-	-
Colima	-	-	-	-	-	-
Chiapas	-	-	1.6	7.3	1.0	6.4
Guerrero	-	-	-	-	0.1	0.6
Jalisco	7.5	34.7	4.3	19.7	4.2	27.6
Michoacán	5.3	24.3	5.7	25.1	7.3	47.9
Morales	-	-	-	-	-	-
Nayarit	7.4	34.3	7.2	33.5	1.6	10.5
Oaxaca	-	-	-	-	0.3	1.9
S.L.P.	-	-	0.9	4.1	-	-
Sinaloa	-	-	-	-	-	-
Tabasco	-	-	-	-	-	-
Tamaulipas	1.3	5.8	1.7	7.9	0.4	2.8
Veracruz	0.2	0.9	0.3	1.4	0.5	3.8
Yucatán	-	-	-	-	-	-
TOTAL:						
1984	21.6	100				
1985			21.6	100		
1986					15.2	100

VOLUMEN: MILES DE TONELADAS.

Fuente: Abastos y comercialización de productos básicos.
ARROZ. Instituto Nacional de Estadística Geográfica
e Informática.

Existen en la actualidad 70 establecimientos industriales en el país, orientados al beneficio del arroz, cuya ubicación está altamente concentrada en las principales zonas productoras del grano: siendo que en Sinaloa y Veracruz se localizan el 84 % de los establecimientos y solo el 10 % en la región surasta. (1)

Tabla No. 5.
Ubicación de los establecimientos industriales según Entidad Federativa. (1986)

ENTIDAD FEDERATIVA	ESTABLECIMIENTOS	PORCENTAJE
Total	70	100.0
Sinaloa	28	37.1
Veracruz	12	17.1
Navarro	4	5.7
Tlaxcala	3	4.3
Colima	3	4.3
Michoacán	3	4.3
Morales	3	4.3
Puebla	3	4.3
Campeche	1	1.4
Chiapas	1	1.4
Oaxaca	1	1.4
Guerrero	1	1.4
Otros*	5	7.0

* D.F., Estado de México, Jalisco, Quintana Roo y Tamaulipas con 1 establecimiento cada uno.

Fuente: Abastos y comercialización de productos básicos. ARROZ, Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática.

Consumo y demanda: En cuanto a lo que se refiere a la demanda nacional, el consumo se considera como el resultado de la producción del año, más la cantidad importada, menos la sumatoria de las exportaciones del año considerado.

En el periodo de 1975 - 1988 el consumo nacional del arroz presentó un comportamiento fluctuante, considerando los dos años extremos creció una tasa media anual de 8.2%. A partir de 1984 el consumo del arroz crece.

En lo que se refiere al consumo per cápita, se ha observado un ascenso constante desde el año 1982.

Tabla No. 6.
Consumo anual-total y per cápita.

ANO	NACIONAL (TCN)	PERCAPITA (Kg)
1975	472 983	7.98
1976	305 606	4.93
1977	371 323	5.82
1978	202 657	13.13
1979	362 175	5.37
1980	396 105	5.71
1981	517 999	7.28
1982	417 651	5.72
1983	464 000	6.19
1984	484 000	6.30
1985	506 000	6.42
1986	528 000	6.51
1987	552 000	6.60
1988	576 000	6.69

Fuente: INEGI. Boletín de información oportuna del sector alimenticio. No. 37. Programa Nacional del arroz. Gobierno de la República.

Aún cuando la producción nacional del arroz es importante, no es suficiente para satisfacer las necesidades en el mercado, por lo que ha sido necesario recurrir a las importaciones de arroz pulido.

Tabla No. 7.
Importaciones y exportaciones del arroz.

AÑO	PRODUCCION NACIONAL		COMERCIO EXTERIOR		DEFICIT	
	ARROZ PALAY	ARROZ PULIDO	IMPORTA- CION	EXPORTA- CION	ARROZ PALAY	ARROZ PULIDO
1975	716628	472974	9	0	14	9
1976	462432	305665	18	277	27	18
1977	567338	374443	92	3212	139	92
1978	401780	265175	112	59630	170	112
1979	494692	326497	35676	1	39059	35679
1980	456217	301103	95002	0	143942	95002
1981	643000	424743	93255	0	141295	93255
1982	600000	396000	21651	0	32804	21651
1983	586000	386600	72200	0	116970	72200
1984	602500	397700	66303	0	125756	66300
1985	619400	409800	97200	0	147273	97200
1986	636700	420200	107800	0	163333	107800
1987	654500	431900	120100	0	181970	120100
1988	672700	443900	132100	0	200151	132100

VOLUMEN: TONELADAS.

Fuente: INEGI. "Estatin de informaci3n oportuna del sector alimenticio", No. 37, Programa Nacional del arroz. Gobierno de la Rep3blica.

Mercado internacional: El arroz constituye el alimento b3sico de un tercio de la poblaci3n del mundo y su cultivo ocupa el segundo lugar en la superficie cosechada despu3s del trigo.

Tabla No. 8.
Producci3n mundial del arroz, vol. en millones de toneladas.

PAIS	1976-1977	1977-1978	1978-1979	1979-1980
China	127.5	126.3	137.0	140.5
India	62.9	79.1	80.8	165.1
Indonesia	23.2	23.3	25.8	26.3
Bangladesh	17.6	19.5	18.5	18.5
Tailandia	15.9	15.0	17.2	15.3
Jap3n	14.7	15.4	15.7	15.8
Otros	61.2	67.8	66.1	92.6
TOTAL	353.0	397.3	384.4	373.9

Debido al gran consumo de arroz, se puede observar un incremento en el total de las importaciones a nivel mundial.

Tabla No. 9.
Principales países importadores de arroz.

PAIS	V O L U M E N		
	1977	1978	1979
Indonesia	2.1	1.9	1.9
C.E.U	0.9	0.9	0.9
Bangladesh	0.8	0.3	0.1
Sri Lanka	0.6	0.2	0.2
Irán	0.3	0.3	0.3
Otros	5.5	6.5	7.7
TOTAL	10.0	10.2	11.4

VOLUMEN: MILLONES DE TONELADAS.

III) COMPOSICION QUIMICA DEL ARROZ.

Los constituyentes químicos del grano del arroz se distribuyen en forma heterogénea entre los tejidos del mismo. La celulosa se concentra en las capas del perispermo, la grasa en el germen, la testa y la aleurona, las proteínas abundan en el germen, en las células de la aleurona y en las capas celulares más externas del endospermo. Las vitaminas tienen una distribución heterogénea en el grano, habiendo sido demostrado por microdissección.

La cascarrilla es un subproducto rico en celulosa y sílice, siendo su valor nutritivo escaso.

El salvado y el germen son ricos en proteínas y en grasas; su contenido en fibra es alto siendo difícil su utilización en alimentos.

El arroz, al igual que otros cereales carece de vitaminas A, D y C, pero contiene tiamina, riboflavina y niacina. Estas vitaminas aparecen en mayor proporción en el arroz integral, ya que se encuentran en el germen.

Tabla No. 10.
Composición media del arroz.

CONSTITUYENTE	'ARROZ CASCA- RA (2).	'ARROZ CASCA- RA (1).
Agua	8.5	12.0
Proteínas	11.0	8.0
Grasas	0.5	1.9
Hidratos de carbono	84.0	82.7
Fibra cruda	16.1	8.0
Cenizas	3.8	5.3

Fuentes: ' Primo, Y.; Carrasco, J. QUIMICA AGRICOLA, Vol. III. Alimentos. Primera edición. España, 1973.
'' Jayne, A.; Rojo, K.; Tréjo, M. EL SISTEMA POSTCOSECHA DEL ARROZ EN MEXICO. U.N.A.M.

La eliminación de proteínas y micronutrientes producidas en el proceso de molienda del arroz es notable, quedando gran parte de estos en el salvado, no utilizados actualmente en la alimentación humana.

Tabla No. 11.
Composición química del arroz y los subproductos de la molienda.

PRODUCTO	COMPONENTE (POR 100. SUSTANCIA SECA)			
	PROTEINA	GRASA	FIBRA	CENIZAS
Arroz blanco	8.1- 9.4	0.3- 0.6	0.3- 0.5	0.5- 0.6
Cascarilla	2.2- 4.8	0.4- 0.6	47.3-53.4	15.3-20.3
Salvado	12.9-15.8	14.3-17.0	9.4-10.3	8.5- 9.9
Germen	19.2-28.4	19.9-23.8	2.0- 4.6	7.1-10.1
Medianos	7.2- 9.7	0.4- 2.8	1.2- 4.7	0.8- 3.3

Fuente: Primo, Y.; Carrasco, J. QUIMICA AGRICOLA. Vol. III.
Alimentos. Primera edición. España. 1973.

Tabla No. 12.
Distribución de vitaminas entre los tejidos del grano de arroz descascarillado.

TEJIDO O PARTE DEL GRANO	TIAMINA(%)	NIACINA(%)
Pericarpio, testa, aleurona.	34.5	82.0
Escutelo	47.3	2.0
Endospermo	8.0	15.0
Germen	10.3	1.0

* Excluido el escutelo.

Fuente: Primo, Y.; Carrasco, J. QUIMICA AGRICOLA. Vol. III.
Alimentos. Primera edición. España. 1973.

Tabla No. 13.
Cantidad de nutrientes del grano de arroz descascarillado retenidos en el arroz blanco del comercio.

NUTRIENTE	PORCENTAJE DEL TOTAL EN EL ARROZ BLANCO
Tiamina	20
Riboflavina	55
Niacina	38
Potasio	50
Fósforo	43
Magnesio	18
Hierro	15

Fuente: Primo, Y.; Carrasco, J. QUIMICA AGRICOLA. Vol. III.
Alimentos. Primera edición. España. 1973.

IV) MOLIENDA.

La finalidad de la molienda es quitar la cascavilla, el salvado y el germen, rompiendo lo menos posible el endospermo. El arroz en bruto se limpia, pasando por varios aparatos mecánicos y posteriormente se transporta a las descascarilladoras en donde se elimina la cascara, con la ayuda de aire. (18, 25).

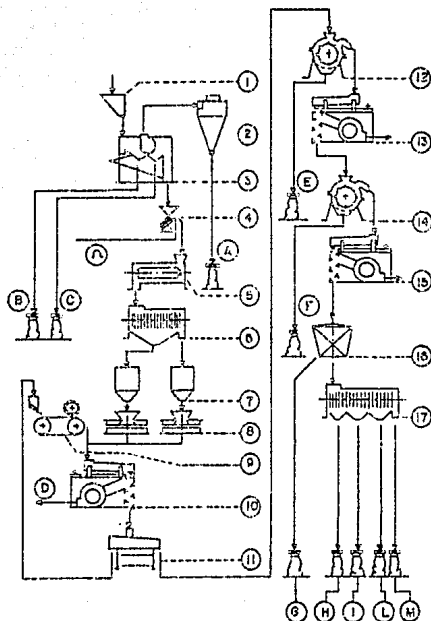
Los granos descascarillados y sin descascarillar son separados en una máquina llamada de palay. El arroz descascarillado o morano procedente de la máquina de palay es enviado a máquinas blanqueadoras en donde las capas externas del salvado y el germen, se separan por medio de acción abrasiva de los granos de arroz en movimiento contra los que están cerca de la superficie del cilindro perforado y que son retardados por la hoja. Un abrasivo que ayuda a remover el salvado del arroz entero es el carbonato de calcio. (25).

Después de pasar por una serie de máquinas blanqueadoras el arroz queda casi limpio de salvado y germen exterior. El proceso de limpieza se completa con el pulimiento en una máquina de cepillos. El arroz pulido contiene endospermos enteros y partículas de diversos tamaños, las cuales, por medio de discos separadores son clasificadas en arroz de cabeza (endospermos enteros), arroz de segunda cabeza (mitades y tres cuartos de grano), cribaduras (cuartos de grano y hasta medios de granos) y arroz de cerveteros (menos de un cuarto de grano). (40, 18, 25).

La cantidad de arroz blanco obtenido de la molienda varía entre 60 y 70 %, siendo el arroz de cabeza el que determina la calidad de la molienda del arroz. Es importante considerar que después de la trilla si el grano de arroz no es sacado deberá de ser descascarillado y pulido en un periodo no mayor de 48 días, ya que de no someterse a este proceso entra en descomposición rápidamente.

Existen en la actualidad 70 establecimientos industriales en el país, orientados al beneficio del arroz, cuya ubicación está altamente concentrada en las principales zonas productoras del grano: en Sinaloa y Veracruz se localizan el 34 % de los establecimientos y el 10 % en la zona sureste (Tabasco, Campeche y Chiapas), que establecen principalmente el mercado regional. (1).

Diagrama de molienda del arroz.



1) TOLVA. 2) DECOLÓN. 3) VENTILADOR Y SEPARADOR DE MALLAS.
 4) SEPARADOR MAGNÉTICO. 5) SEPARADOR DE ESPIGAS. 6) SEPARADOR DE DISCO INDENTADO. 7) TAMIZ.
 8) DEACASCARILLADOR DE DISCO. 9) DEACASCARILLADOR CON BANDA DE GULE. 10) SEPARADOR DE HOLLEJO. 11) MÁQUINA SEPARADORA.
 12) ELIMINADOR DE HOLLEJO. 13) SEPARADOR DE HOLLEJO.
 14) SEPARADOR DE HOLLEJO. 15) SEPARADOR DE HOLLEJO.
 16) CEPILLO. 17) SEPARADOR DE DISCO INDENTADO.
 A) POLVO. B) PASA. C) SEMILLAS EXTRANAS. D) HOLLEJOS.
 E) CASCARA. F) SALVADO. G) PULMENTO. H) ARROZ PARA CERVECERÍA. I) FINSE. L) ARROZ DE SEGUNDA. M) ARROZ DE PRIMERA.

V) SUBPRODUCTOS DE LA MOLINDEA DEL ARROZ.

Los subproductos de la molinenda del arroz son:

- Cascarrilla: Constituida fundamentalmente por las cubiertas que envuelven la cariopsida y estructuras asociadas, teniendo estas cubiertas pequeños fragmentos de pericarpio.
- Salvado: El salvado se define como el subproducto que se obtiene durante la industrialización, y consiste en las capas externas del grano. Junto con el germen, aleurona y parte del endospermo. (6)
- Germen: El germen se obtiene fundamentalmente íntegro, aunque puede llevar algo de germen fragmentado.
- Cilindros: Es un producto harinoso blanquecino, de tacto suave y algo fibroso, constituido en su mayor parte por endospermo almidonoso, por aleurona, rastros de pericarpio y pequeños fragmentos de granos de arroz y germen triturado.
- Arroz íntegro: Son fragmentos de arroz o arroz entero sin pulir o con cantidades variables de cascarrilla, paja, semillas e impurezas.
- Cus: Granos de arroz insuficientemente desarrollados, junto con granos verdes y yescos elaborados.
- Granos amarillos: Son los que han sufrido un proceso de fermentación, modificando su color normal en más de la mitad de la superficie.
- Granos cobrizos: Son los que se han fermentado en mayor grado tomando una coloración cobriza.
- Granos de lado: Granos y fragmentos del mismo.
- Mediños: Fragmentos del grano de tamaño inferior a tres cuartas partes del grano.
- Granos manchados: Granos que presentan en menos de la mitad de su superficie un color distinto al normal.
- Granos yescos: Son granos opacos y harinosos.
- Granos verdes: Son granos inmaduros por lo que presentan una superficie de color verdoso.

- Granos picados: Son los que tienen picaduras de insectos y que durante su maduración tienen una mancha circular penetrante de color oscuro. (36)

Los subproductos de mayor interés de la molienda del arroz son el salvado y la cascérilla.

El salvado, con o sin germen, por su valor nutritivo y valor potencial en la alimentación humana. (41)

La cascérilla se utiliza para la fabricación de adobes, para alimento de los animales, como cama para aves y lechos en los establos, en las artesanías, y también para la fabricación de sacos, cestos, papel y triplay. (37)

El germen es una fuente excelente de grasa y vitamina E, los mediantes son utilizados para la fabricación de harina de sémola y en la industria cervecera, una parte de los mediantes se mezcla con el arroz entero para su comercialización.

V1) LIPIDOS.

Lípido (según el diccionario Webster) es toda sustancia generalmente soluble en éter, cloroformo y demás disolventes de las grasas, pero escasamente soluble en agua. Con los hidratos de carbono, las proteínas, sus afines y compuestos y en algunos casos también los esteroides y carotenoides forman las estructuras celulares.

Los lípidos se pueden clasificar, según Bloer, en los siguientes grupos:

- 1) Lípidos sencillos o neutros: Son ésteres de ácidos grasos con alcoholes.
 - a) Grasas: Son ésteres de ácidos grasos con glicerol.
 - b) Ceras: Son ésteres de ácidos grasos con otros alcoholes.
- 2) Lípidos compuestos: Son compuestos que además del grupo éster de la unión del ácido graso y del alcohol, poseen otras funciones químicas.
 - a) Fosfolípidos o fosfatidos: Ésteres de ácidos grasos, ácido fosfórico y grupos generalmente nitrogenados.
 - b) Cerebrósidos o glucolípidos: Son compuestos que contienen ácidos grasos, nitrógeno y un carbohidrato, pero carecen de ácido fosfórico.
 - c) Otros lípidos compuestos: A este grupo pertenecen los esfingolípidos y los sulfolípidos.
- 2) Compuestos derivados de lípidos sencillos o de los compuestos que mantienen las propiedades generales del grupo.
 - a) Ácidos grasos.
 - b) Alcoholes de cadena larga y esteroides.
 - c) Hidrocarburos.

Se la denomina grasa a todos los triglicéridos, sin tener en cuenta su punto de fusión y generalmente son sólidas. Y un aceite son grasas líquidas que estrictamente son de origen vegetal. Por sus características se establecen cinco subgrupos de grasas y aceites, y son:

- a) Grasas lácteas.
- b) Grasas láuricas.
- c) Grasas ricas en ácido oleico y linoleico.
- d) Grasas ricas en ácido linoleico.
- e) Grasas de origen animal procedentes de tejido adiposo.

VII) FUNCION DE LOS LIPIDOS.

Las grasas y los aceites representan la fuente mas importante de la energia procedente de los alimentos, son el vehiculo de las vitaminas liposolubles, contribuyen al gusto y a la palatabilidad, a la sensación de saciedad despues de comer. Los lipidos realizan una función importante en la estructura, composición y permeabilidad de las membranas y paredes celulares; constituyen un depósito de energia en semillas y frutos, así como en los animales. Son los componentes mayoritarios del tejido adiposo y contribuyen a la configuración del cuerpo.

Las grasas y aceites se utilizan como reguladoras del intercambio calórico en los procesos de fritura y refrigeración, contribuyendo a mantener el color y el gusto. Son empleados como aditivo de emulsiones, coadyuvantes del sabor y como vehiculos a los componentes del gusto.

Otros compuestos de naturaleza lipídica y también determinados fosfolipidos son útiles como emulsionantes. Los mono y diglicéridos confieren la fragilidad de los pastales e inhiben el envejecimiento de los productos de panadería. (12).

VIII) ACIDOS GRASOS EN LOS ALIMENTOS.

Los lipidos en los alimentos contienen ácidos grasos de cadena lineal y de número par de átomos de carbono (salvo raras excepciones). Determinados ácidos grasos se encuentran siempre en las grasas, aceites y otros lipidos; estos generalmente son tres de carbono 18 (oleico, linoleico y aráidico) y dos de carbono 16 (palmitico y palmitoleico).

Algunos de estos ácidos son ramificados. Hidroxiácidos o de naturaleza escatilámica. Los ácidos grasos saturados de cadena superior a 24 carbonos muy raramente se dan en los triglicéridos de los alimentos, siendo estos componentes normales de las ceras. Los ácidos grasos de cadena corta (de carbono 4 a carbono 10) son característicos en las grasas lácteas, se encuentran junto a ácidos de cadena superior, siendo los más frecuentes de carbono 12 al 24.

Los ácidos grasos de número impar de carbonos, tienen un contenido en grasas animales de carbono 9 al 13, en aceites de pescado o en grasas vegetales de del 1 al 25 del total de las grasas. Los ácidos grasos saturados más comunes son: láurico, mirístico, palmítico y esteárico.

Los ácidos grasos insaturados de cadena lineal se diferencian entre sí por el número de átomos de carbonos y características del doble enlace. Los enlaces dobles varían en número, situación, configuración y conjugación. Los ácidos linoléico, linolénico y araquidónico son componentes usuales de las grasas de los alimentos; la posición de los enlaces dobles es prácticamente constante en casi todos los ácidos de las grasas de los alimentos. La insaturación es *cis* y frecuentemente en la posición C9.

El ácido oleico se encuentra en la mayoría de las grasas, éste se puede transformar en su isómero *trans*, denominado ácido eláidico, por la acción de los ácidos de níobígeno o el selenio durante los procesos de hidrogenación catalítica. El ácido palmítico se encuentra especialmente en el aceite de pescado y determinadas semillas.

Los distintos ácidos grasos poliinsaturados difieren según sea la longitud de la cadena y las características del doble enlace, la estructura normal es la *cis* y hay un grupo metileno entre los dobles enlaces. Muchas grasas y aceites tienen elevada cantidad de ácido linoléico de especial interés por ser un ácido graso esencial y el principal responsable de reacciones de oxidación, polimerización e interacciones lípido-proteína.

El ácido linolénico constituye el 30 - 60 % de ácidos grasos del aceite de linaza y del 8 - 10 % en el de soya, entorpeciendo su uso por su elevada insaturación.

El ácido araquidónico figura en organismos del reino animal, forma parte de los lípidos y constituye un elemento importante en las membranas celulares. (20)

Tabla No. 14.

Ácidos grasos saturados e insaturados más frecuentes en las grasas alimenticias.

No. ATOMOS CARBONO	NOMBRE COMUN	NOMBRE SISTEMÁTICO	PUNTO FUSION (°C)	PUNTO EBULL. (°C)
4	Butírico	Butanoico	- 5.3	164
6	Valeriánico	Pentanoico	-34.5	186
8	Capríco	Hexanoico	- 3.2	206
7	Enánico	Heptanoico	- 7.5	223
8	Caprílico	Octanoico	15.3	240
9	Palargónico	Nonanoico	12.5	256
10	Capríco	Decanoico	31.5	271
12	Laúrico	Dodecanoico	44.8	130
14	Mirístico	Tetradecanoico	54.4	149
14	Miristoleico	9-tetradeca--noico	-	-
16	Palmitico	Hexadecanoico	62.9	167
16	Palmitoleico	9-hexadeca--noico	0.0	-
17	Margarico	Heptadeca---noico	61.9	175
18	Estearico	Octadecanoi--co	70.1	184
18	Oleico	9-octadeca--noico	16.3	153 a 0.1 mmHg
18	Vaccénico	11-octadeca--noico	39.8	-
18	Linoleico	9,12-octadeca--dienoico	- 5.0	202 a 1.4 mmHg
18	Linoléico	9,12,13-octa--decatrienoico	-11.0	157 a 0.001mmHg
20	Araquídico	Eicosanoico	76.1	204
20	Araquidónico	5,8,11,14-tetra--cosatetra--noico	-49.5	-
22	Behénico	Docosanoico	80.3	-
24	Lignocérico	Tetracosaa--noico	84.1	-

Fuentes: Fennema. INTRODUCCION A LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS. Editorial Revarté. España. 1961.
 Jameison. G. VEGETABLE FATS AND OIL. Editorial Reinhold Publishing Co. U.S.A. 1943.

Las grasas vegetales, además de los ésteres de glicerol simples, contienen pequeñas porciones de otros compuestos como fosfolípidos, esteroides, vitaminas, antioxidantes y en algunas, hidrocarburos.

La grasa cruda (obtenida del vegetal) puede contener productos de hidrólisis de los triglicéridos simples como ácidos grasos libres, glicerol y los mono y diglicéridos resultantes de la hidrólisis parcial. (20).

IX) DETERIORO DE LOS LÍPIDOS.

Las grasas y los aceites son susceptibles a diferentes reacciones de deterioro que reducen el valor nutritivo del alimento y producen compuestos volátiles que imparten olores y sabores desagradables. Esto se debe a que el enlace éster de los acilglicéridos es susceptible a la hidrólisis química o enzimática y que los ácidos grasos insaturados son sensibles a reacciones de oxidación; los más susceptibles a estos cambios son los de origen marino, seguidos por los aceites vegetales y por último las grasas animales.

El deterioro de los lípidos se ha dividido en dos grupos: La rancidez hidrolítica en donde la acción de las lipasas libera ácidos grasos de los triacilglicéridos y la rancidez oxidativa en donde se refiere a la acción del oxígeno y de las lipooxigenasas sobre las insaturaciones de los ácidos grasos. Una tercera forma de deterioro es el fenómeno de reversión al cual se presenta en los lípidos cuando se almacenan bajo ciertas condiciones.

- Rancidez hidrolítica o lipólisis: Se debe a la acción de las lipasas sobre los enlaces éster de los triacilglicéridos de las grasas y es notable en alimentos que contengan altas concentraciones de ácidos volátiles de cadena corta.

Los ácidos grasos libres (desde el butírico hasta el láurico) contribuyen al desarrollo de sabores y olores rancios en las grasas. La mayoría de las grasas y aceites contienen ácidos grasos de cadena larga, siendo el problema de rancidez hidrolítica no tan grave.

Rancidez oxidativa: La principal reacción de oxidación de los lípidos es por la acción directa del oxígeno sobre las dobles ligaduras de los ácidos grasos insaturados con la producción de hidroperóxidos. Otro mecanismo es la acción enzimática de las lipooxigenasas y de la alcohol deshidrogenasa.

- a) Autooxidación (acción directa del oxígeno): Se presenta en los lípidos con alto contenido de ácidos grasos insaturados y son el deterioro más común de las grasas utilizadas en la industria alimentaria. La oxidación de los lípidos insaturados puede generar gran variedad de compuestos que van desde sustancias polimerizadas hasta moléculas volátiles de bajo peso molecular, que producen olores y sabores desagradables en el alimento. Los compuestos resultantes de los tratamientos térmico-oxidativo de las grasas son muy tóxicos para el humano.

La intensidad, la forma de oxidación y los compuestos formados dependen en gran parte de la temperatura, la presencia de catalizadores, el estado de dispersión de la grasa, las radiaciones electromagnéticas, el tipo de ácido graso, la distribución y geometría de la doble ligadura y de la cantidad de oxígeno disponible. Los envases al vacío o en gas inerte y la refrigeración ayudan a conservar las grasas por periodos de almacenamiento más prolongados. La oxidación de ácidos grasos poliinsaturados consta de tres etapas:

- i) Iniciación.
- ii) Propagación.
- iii) Terminación.

- b) Oxidación por lipooxigenasas: La enzima efectúa una oxidación en lugar de una oxidación y sus sustratos específicos son ácidos grasos insaturados que contienen como mínimo una unidad de cis-cis-1,1-pentadieno, siendo que los ácidos grasos indispensables contienen una o más de estas unidades. La acción de las lipooxigenasas producen hidroperóxidos. Las lipooxigenasas actúan adicionando dos átomos de oxígeno a cada molécula de ácido graso, formando hidroperóxidos cis-trans (puntos activos). Las lipooxigenasas son sensibles al calor, a pH ácido y alcalino, siendo fácil su inactivación.

- **Reversión:** Sucede a los aceites durante su almacenamiento y se distingue por una producción de olores desagradables, no está relacionada con la oxidación de las grasas. Los compuestos producidos durante este cambio son normalmente derivados aldehídicos y céticos. La temperatura, ciertos iones metálicos y algunas radiaciones electromagnéticas aceleran estos cambios. (7).

X) EXTRACCIÓN DE ACEITE POR SOLVENTES.

La extracción del aceite de una semilla oleaginosa por medio de solventes es un procedimiento que se usa en casi la totalidad de las plantas que trabajan estos productos. La mayor parte del aceite fácilmente extraíble proviene de las células que se rompen durante los procesos de trituración, molienda y presión o laminado, mientras que la fracción más difícil de extraer proviene de las células enteras o rotas parcialmente.

Se distinguen dos procesos de extracción, uno es por solución en el cual el aceite es obtenido de las células rotas, y la extracción por difusión en la cual se extrae el aceite de las células enteras.

Los factores que se refieren directamente al solvente son:

- **Tiempo de extracción:** La mayor cantidad de aceite se extrae en los primeros 30 minutos; requiriéndose un tiempo muy largo para dejar la harina residual con un porcentaje inferior al 1%.
- **Cantidad de solvente:** Manteniendo el tiempo y la temperatura constantes la cantidad de solvente tiene una gran influencia en la extracción, hasta llegar a una relación semilla-solvente (peso/volumen) de 1:10. a partir de esta relación el rendimiento aumenta muy poco, y a partir de la relación 1:10 el rendimiento se mantiene constante. La cantidad de solvente varía según el tipo de semilla.
- **Temperatura del solvente:** El aumento de la temperatura favorece la extracción del aceite, sobrepasando los 50 °C hay una disminución del poder extractivo del solvente en algún tipo de semilla.

- Tipos de solventes: Los solventes mas utilizados son: Hexano comercial, benceno, tricloroetileno y sulfuro de carbono. El hexano y el benceno tienen practicamente el mismo poder solvente, el sulfuro de carbono tiene mayor poder que estos, y el tricloroetileno tiene un poder solvente casi del doble que el hexano y el benceno, debemos tomar en cuenta que a mayor poder solvente se refleja un emparramiento de la calidad de los aceites extraidos. Por lo que se tiene que los solventes mas aptos para la extracción del aceite en una semilla oleaginosa son el hexano y el benceno, el sulfuro de carbono se descarta por su peligrosidad y toxicidad, y el tricloroetileno podría usarse solo en los casos en donde es necesario usar productos no inflamables y cuando la calidad del aceite no es de primordial importancia. (12).

La extracción del aceite por medio de solventes puede realizarse de tres maneras:

- Percolación.
- Inmersión.
- Procedimiento mixto de percolación-inmersión.

Procedimiento de percolación.

Se lleva a cabo por una lluvia de solvente de tal manera que penetra en toda la masa, pero sin llenar todos los espacios vacíos existentes entre las semillas. Hoy verdadero percolación cuando el solvente envuelve a todas las partículas de las semillas con una película de líquido en continuo recambio. Es necesario que las partículas de las semillas tengan un tamaño adecuado que permitan un fácil drenaje del solvente a través de la masa.

El proceso de percolación se presta para extraer el aceite de la semilla que se encuentra en un estado libre por la acción de los tratamientos previos (extracción por solución). trabajos con grandes velocidades de paso del solvente, la concentración de aceite en la miscela de lavado puede alcanzar valores hasta de un 30 % por efecto del recambio de la miscela. Este proceso es adecuado para tratar semillas oleaginosas que han sido bien preparadas con bajos porcentajes de fines.

Procedimiento de inmersión.

Se realiza cuando la masa de la semilla va inmersa

completamente en el solvente. Incluso si éste está en movimiento, la velocidad de recambio del solvente sobre la superficie de las partículas es lenta por encontrarse la semilla inmersa en el solvente. Es adecuado, para extraer el aceite de las células enteras (extracción por difusión) la concentración de aceite en la micela llega difícilmente al 15 %, tiene buenos resultados cuando las semillas oleaginosas se presentan en pequeñas partículas y con altos porcentajes de finos.

Procedimiento mixto de percolación-inmersión.

El proceso de extracción da la ventaja de cada sistema, ofrece alta concentración de aceite en la micela, bajo contenido de aceite residual en la harina, y puede ser usado en productos de alto contenido de grasa y pequeña granulometría, siendo un ejemplo de éste proceso el aparato Soxhlet.

Para la extracción, el contenido de humedad de la semilla es muy importante, ya que un bajo contenido de agua, del 1 al 2 %, provoca que el aceite sea retenido por la semilla en mayor grado que con semillas con un contenido de humedad de aproximadamente del 13 %. Esto se debe a que el agua forma una película que envuelve las partes superficiales de las partículas de las semillas, ayudando al proceso de difusión del aceite hacia la parte externa de la misma. (12).

XI) REFINACION.

Las grasas y los aceites brutos contienen cantidades variables de impurezas no glicéricas. En ciertos aceites vegetales estas impurezas consisten principalmente en resinas, peptonas, xantófilas, clorofilas, sustancias mucilaginosas, fosfátidos y Ácidos grasos libres. (12).

El proceso de refinación de aceites es el siguiente:

- 1) DESGOMADO.
- 2) NEUTRALIZACION.
- 3) LAVADO.
- 4) SECADO.
- 5) DECOLORACION.
- 6) DEODORIZACION.
- 7) WINTERIZACION.

1) Desgomado.

Los mucilagos se encuentran en los aceites vegetales en estado de solución y emulsión estable. Para conseguir su eliminación se necesitan insolubilizarlos y poder separarlos por centrifugación. Los métodos mas utilizados son: floculación por adición de agua y adición de ácidos minerales y orgánicos. La operación de desgomado se efectúa generalmente entre 65 - 75 °C. ya que a bajas temperaturas la viscosidad del aceite es muy elevada, y a temperaturas superiores de 75 °C el desgomado es incompleto porque se solubilizan las gomas. (11,12,13).

2) Neutralización.

La eliminación de la acidez orgánica se efectúa saponificando los ácidos orgánicos con hidróxido de sodio. La separación puede efectuarse fácilmente porque los jabones resultantes son prácticamente insolubles en el aceite neutro. Normalmente la cantidad estequiométrica de solución de hidróxido de sodio no es suficiente para neutralizar toda la acidez orgánica presente en el aceite, porque parte de dicha solución se utiliza para extraer las gomas, que son sustancias colorantes

y de saponificación parcial de los triglicéridos, por esta razón se agrega una cantidad del 3 - 7 % extra de álcali para la total neutralización.

Para las acides menor del 1 % se utilizan soluciones diluidas de 2 a 12 g Ba, y para acides mas alta se utilizan concentraciones de aproximadamente 20 gBe. Solo para acides superior al 6 % se utilizan soluciones con concentraciones mayores de 20 gBe. La temperatura tiene una gran importancia en la neutralización para conseguir un buen rendimiento, normalmente la temperatura se mantiene entre 65 y 85 °C, temperaturas mas bajas pueden emplearse para los aceites de baja viscosidad y bajo punto de fusión.

El aceite neutro proveniente de la sección de neutralización puede contener cantidades de ácidos grasos libres e impurezas varias (fosfátidos, mucilago, etc.) que pueden ser eliminadas tratando este aceite con una solución diluida de hidróxido de sodio o carbonato de sodio. La finalidad de este tratamiento es eliminar de los aceites neutralizados las distintas traces de ácidos grasos, fosfátidos, etc.

Si esta operación se realiza convenientemente, se tienen ventajas como una mejor conservación de los aceites refinados, mayor facilidad de decoloración de los aceites neutros y mayor facilidad de decoloración.

El carbonato de sodio tiene la función de neutralizar la acidez y precipitar los compuestos de magnesio y calcio con la consiguiente ruptura de las emulsiones. La cantidad de solución que se utiliza es del 1 al 3 % a una temperatura de 60 a 80 °C. (12).

3) Lavado.

Para liberar los aceites neutros de los jabones se debe proceder a un enérgico lavado con agua caliente, ya que los jabones son siempre parcialmente solubles en los aceites neutros. Por lo general la cantidad de agua de lavado es aproximadamente el 10 % del peso del aceite. (12).

4) Secado.

Antes de someter las grasas y los aceites al proceso de decoloración deben de estar libres de humedad, ya que la presencia de agua reduce la acción decolorante de las tierras y carbónes utilizados para este fin. El secado se realiza calentando la grasa de 70 a 80 °C con vacío, en estos

condiciones el agua se evapora y se condensa separadamente.
(12).

5) Decoloración.

La decoloración de las grasas y aceites se efectúa manteniendo en contacto éstas con las sustancias decolorantes, tierras diatomáceas y carbón activado, en un intervalo de tiempo bajo condiciones de presión y temperaturas determinadas. 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 los aceites y grasas. La cantidad de tierra o carbón activado agregado al aceite es del 2 y 0.2 % del peso del aceite respectivamente, a una temperatura de 100 a 110 °C durante 30 minutos; una vez terminado este tiempo la suspensión aceite - tierra es filtrada para separar los componentes. (12,30,33,4).

6) Deodorización.

La finalidad de la deodorización es eliminar las sustancias que proporcionan los olores y sabores desagradables, estas sustancias se clasifican en tres grupos:

i) Carbohidratos no saturados.

ii) Ácidos grasos de bajo peso molecular.

iii) Aldehídos y cetonas.

Se encuentran en el orden de 0.001 a 0.01 % bastando para originar productos no comestibles. Entre los hidratos de carbono no saturados se encuentra el acroleína, especialmente en el aceite de soya; entre los ácidos grasos de bajo peso molecular dominan los ácidos butírico y caproico, mientras que en el grupo de los aldehídos y cetonas existe una gran variedad y se forman durante los diversos procesos de refinación.

La eliminación de las sustancias maloliantes de una grasa se realiza por el procedimiento de destilación, estando influenciado por factores como la temperatura, la presión y el tiempo. La temperatura no debe incrementarse demasiado porque se corre el peligro de destilar junto con las sustancias maloliantes parte de los glicéridos y de originar diversos procesos de polimerización. Cuanto mas baja

sea la presión mas baja será la temperatura de deodorización. La utilización de presiones bajas protege al aceite de oxidaciones atmosféricas. La calidad final del aceite será mejor si el tiempo de permanencia de la grasa en el deodorizador es mas corto; un tiempo de deodorización prolongado presenta los siguientes inconvenientes: Fenómenos de polimerización, sabor a cocido en los aceites y deterioro del color del aceite refinado.

Es importante eliminar el oxígeno en el sistema, y en algunos casos añadir ácido cítrico a las grasas para contrarrestar el efecto peroxidante de las tramas de metales. La deodorización con vapor es factible debido a las grandes diferencias que existen en la volatilidad de los triglicéridos y de sustancias que dan el sabor y olor desagradable a los aceites. (12.30.33.4).

7) Winterización.

Tiene por objeto separar los glicéridos de mas alto punto de fusión que originan enturbiamiento y aumento de viscosidad en los aceites al bajar la temperatura, y consiste en precipitar en forma de cristales, bajo determinadas condiciones de temperatura-tiempo los glicéridos saturados causantes del enturbiamiento.

El proceso es una cristalización fraccionada, donde para la formación de los cristales deberá tomarse en cuenta la temperatura, el tiempo y la agitación.

La cristalización se lleva a cabo manteniendo el aceite inmóvil en un lapso de 24 a 36 horas en tanques especiales a temperatura regulable, bajando la temperatura en este tiempo de 10 a 7 °C. En la winterización es importante trabajar con aceites de alto contenido de glicéridos saturados. Si se lleva a cabo la winterización antes de la deodorización se obtienen aceites de mejor calidad y el tiempo de deodorización se reduce. (12.30.32.4)

XII) CARACTERISTICAS GENERALES DEL ACEITE DEL SALVADO DE ARROZ.

El salvado de arroz es una fuente excelente de aceite comestible. de proteínas y otros nutrientes, la causa fundamental por la que el salvado de arroz no se consume como alimento humano es la inestabilidad de este subproducto y su deterioro gradual y rápido, desde el mismo instante de la obtención, originado por una actividad enzimática intensa, y por el alto contenido de fibra y sílice del salvado, causas de su baja digestibilidad. (41).

Las enzimas que causan el deterioro de los lípidos es debida principalmente, a lipasas y peroxidasas que hidrolizan sus glicéridos muy rápidamente y los oxidan, produciendo peróxidos y compuestos carbonílicos con fuertes sabores a rancio.

La alteración de los glicéridos del salvado de arroz va seguida de la destrucción de tocoferoles causada por los peróxidos y también disminuye la lisina disponible.

Las características químicas del salvado de arroz son las siguientes:

COMPONENTES	%	%
Proteína	13.9 - 16.9	12.90
Grasas	14.3 - 17.0	14.43
Fibra	9.4 - 10.3	9.40
Cenizas	8.6 - 9.9	8.65
Carbohidratos	47.4 - 52.9	47.40

Fuentes: ' Primo, Y.; Carrasco, J. QUIMICA AGRICOLA. Vol. III. Alimentos. Primera edición. España, 1973.

** Barber, S., Botey, T. PROBLEMAS QUE SE PLANTEAN EN LA TIPIFICACION DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ. A.T.A. Vol. 12, No. 1 (Marzo, 1972)

La estabilización del salvado de arroz después de la molición es importante porque previene el rancimiento de las moléculas de aceite ayudando a controlar el crecimiento de microorganismos y poblaciones de insectos. Además disminuye el nivel de inhibidores de tripsina y hemaglutininas presentes en el salvado de arroz.

Una solución para la utilización racional del potencial nutritivo del salvado del arroz es el proceso basado en un tratamiento hidrotérmico, suficiente para inactivar las enzimas responsables de la alteración de los lípidos y no perjudicar al valor biológico del cual se pueda extraer en forma rentable al aceite con gran potencial en la alimentación humana. (41).

Las alternativas para lograr la estabilización del salvado pueden ser:

- Tratamiento térmico.
- Tratamiento químico.
- Almacenamiento a baja temperatura.
- Control de humedad relativa durante el almacenamiento.
- Molienda y extracción simultáneas.

Se ha evaluado el efecto del calor a varias temperaturas, desde 70 °C hasta 100 °C, por periodos de 1 a 3 horas y posteriormente se midieron los cambios en el contenido de ácidos grasos libres durante el almacenamiento, obteniéndose los siguientes resultados:

TIEMPO DE TRATA- MIENTO (hr)	TEMPERATURA (° C)	% DE CONTENIDO AGL	
		25 DIAS	50 DIAS
0	-	24	22
1	70	12	15
3	70	6	9
1	85	15	26
3	85	4	5
1	100	5	6
3	100	4	4
1	110	4	7
3	110	4	4

Fuente: Cornelius, J. RICE BRAN OIL FOR EDIBLE PURPOSES.
Tropical Science. 22 : 1. 1960

El salvado pueda ser almacenado después de haber sido tratado térmicamente por períodos considerablemente largos. (16).

Se han realizado otros estudios para determinar el tiempo y temperatura adecuados para la inactivación de la peroxidasa y de la lipasa. A partir de los resultados obtenidos por Cordery y Benedito de S. (1986) se proponen las siguientes condiciones de tratamiento para la estabilización del salvado de arroz: Temperatura de 100 a 110 °C en un período de diez minutos. En las muestras estabilizadas bajo estas condiciones se midió la actividad de la lipasa y la peroxidasa inmediatamente después del tratamiento y después de un mes de almacenaje. No se encontró regeneración enzimática en las muestras de salvado. (16).

El tratamiento químico y el almacenamiento en atmósferas inertes del salvado de arroz no son del todo efectivos. El almacenamiento a temperaturas bajas reduce la velocidad de oxidación de los ácidos grasos libres y resulta ser poco económica, además de que se presenta un restablecimiento de la velocidad de descomposición de los estiglicéridos. Se han diseñado procesos que efectúan el molido del arroz en presencia de solventes, obteniendo de esta modo un salvado desengrasado, una mezcla de aceites de salvado y solvente en una sola operación, siendo más viable para beneficios de arroz de gran escala de producción. (16).

El salvado contiene el 80 % de la grasa total del arroz, con porcentajes muy variables que oscilan entre el 10 y el 20 %, (9), esto representa a escala nacional un potencial de aproximadamente 14 000 toneladas de aceite, para el año 1986.

Título No. 18:

Características generales del aceite del salvado de arroz.

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Densidad a 25 °C	0.913 - 0.921
Índice de yodo	99 - 109
Índice de saponificación	151 - 139
Insolubles en acetona 5%	0.05
Estabilidad AOM (HR)	20.00
Materia insaponificable	2 - 5

AOM: Método del oxígeno activo. (Active Oxygen Method)

Fuente: Enciclopedia de Tecnología Química. Kirk: Scherer. Capítulo: ACEITES Y GRASAS. Nueva York, 1986.

La composición en ácidos grasos es muy variable y dispersa. El ácido graso más abundante es el ácido oleico, seguido por el linoleico y el palmítico. El contenido de ácido linoleico es alto en comparación con otros aceites. Considerando valores medios de composición, la proporción total de ácidos insaturados en el aceite del salvado de arroz es del 75 % más bajo que al de los aceites de soya, maíz, girasol y oliva, pero mayor que al de semillas de algodón y palma. (41).

Tabla No. 19.

Composición de los ácidos grasos del aceite del salvado de arroz.

ACIDO GRASO	CONTENIDO (%)
Laúrico	Traces.
Mirístico	Menos del 1
Palmítico	12 - 18
Palmíticooleico	Traces
Estearico	1 - 4
Oleico	40 - 50
Linoleico	18 - 30
Linolénico	Menos del 5
Araquidónico	Menos del 1

Fuente: Primo, Y.; Carrasco, J. QUIMICA AGRICOLA, Vol. III, Alimentos, Primera edición, España, 1970.

Alrededor del 30 % del aceite del salvado de arroz son lípidos apolaras, principalmente triglicéridos, el 5 % de glicolípidos y el 3 - 9 % de fosfolípidos. El insaponificable representa del 1 - 5 % y está constituido por hidrocarburos y alcoholes alifáticos, alcoholes triterpénicos, 4-metilsteroles y 4-desmetilsteroles. Un constituyente de interés en esta parte es el estuoleno, que integra casi la totalidad de la fracción de hidrocarburos. (41).

Tabla No. 17.
Composición del insaponificable.

COMPUESTO	COMPOSICION (%)
Hidrocarburos y alcoholes	19
Alcoholes triterpénicos	28
4-metilsteroles	10
4-desmetilsteroles	43

Fuente: Primo, Y., Carrasco, J. QUIMICA AGRICOLA. Vol. III.
Alimentos. Primera edición. España. 1973.

Los esteroides más abundantes en el aceite del salvado de arroz son el beta-sitosterol, el campesterol y el estigmasterol (41).

Tabla No. 18.
Esteroides presentes en el aceite del salvado de arroz.

ESTEROLES	COMPOSICION (%)
Cholesterol	Trazas
Braconsterol	Trazas
Campesterol	23
Estigmasterol	15
Beta-sitosterol	49
C 5-avenasterol	5
C 7-estigmasterol	1
C 7-avenasterol	2

Fuente: Tables, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
INSTITUTO DE LA GRASA. Sevilla, España

Tabla No. 19.
Distribución de esteroides individuales en la fracción de esteroides.

ESTEROIDES	COMPOSICION (%)
Coolesterol	1 mg de esterol por 100 g. de aceite.
Campesterol	14 - 33
Estigmasterol	3 - 5
Eta-sitosterol	55 - 62

Fuente: Tablas. Consejo superior de investigación científica.
INSTITUTO DE LA GRASA. Sevilla, España.

Los triglicéridos del aceite del salvado de arroz están constituidos en su mayor parte por los ésteres del ácido oleico y linoléico. (21).

Tabla No. 20.
Contenido de triglicéridos en el aceite de salvado de arroz.

TRIGLICERIDOS	g/100 g DE ACEITE
G (SO)	7.14
G (SOG)	8.92
G (SOD)	8.33
G (OOL)	7.81
S (OO)	1.73
G (SOL)	14.73
G (OOL)	17.13
G (SLO)	8.92
G (LOO)	13.33
G (LO)	1.43

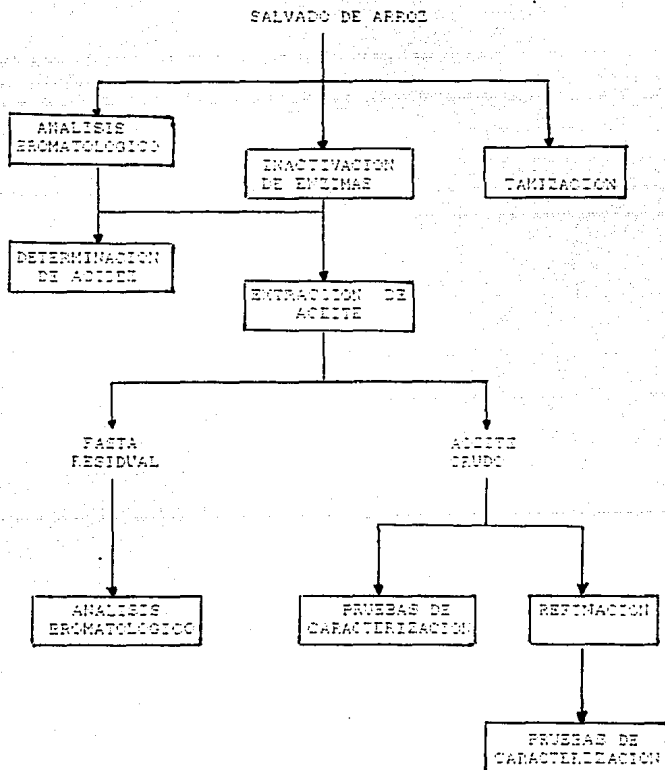
- G: GLICEROL
- S: ACIDOS GRASOS SATURADOS
- O: GRUPO OLEATO
- L: GRUPO LINOLEATO

Fuente: Gabriel, G.; Sedhia; Hegazi, M. TRIGLICERIDES AND FATTY ACIDS CONSTITUENTS OF SOME CEREAL OIL GERM PRODUCED AS BY-PRODUCTS OF MILLING IN EGYPT. Grasas y aceites, 34 : 3. (1982) 322 - 324.

4.- DESARROLLO
EXPERIMENTAL

4) DESARROLLO EXPERIMENTAL.

Diagrama de bloques del desarrollo experimental, para la obtención y caracterización del aceite del salvado de arroz y análisis bromatológico del salvado y la pasta residual.



1) PREPARACION DE LA MUESTRA.

El salvado utilizado, proviene de la variedad de arroz Morelos, fue recolectado en la beneficiadora de Puente de Ixtla Morelos perteneciente a la Arrocería Morelense S.A..

El salvado fue recolectado inmediatamente después de haber sido separado del arroz integral. Tres horas después, se sometió a un proceso de calentamiento de 100 - 110 °C, durante diez minutos (14) para lograr de esta manera la inactivación de lipasas y lipooxidasas responsables del deterioro de las grasas, y por consecuencia, del salvado de arroz.

Se determinó la acidez y la humedad del salvado antes y después del tratamiento térmico.

Se procedió a la tamización del salvado de arroz para tener una idea del tamaño de las partículas que lo constituyen.

Una vez que el salvado de arroz se sometió al tratamiento térmico, se mantuvo en congelación hasta su utilización para la extracción del aceite.

2) DETERMINACION DE LA RELACION OPTIMA DE SOLVENTE PARA LA EXTRACCION DEL ACEITE DEL SALVADO DE ARROZ.

En un matraz bajo temperatura, agitación y tiempo constantes, se varió el volumen de hexano sobre la muestra para determinar la relación óptima de peso/volumen (salvado:hexano). Transcurrido el tiempo se procede a filtrar en un matraz tapado para separar el hexano con el aceite de la parte residual.

La eliminación del solvente se realiza calentando el matraz hasta total evaporación del hexano, pesando el aceite extraído.

La eficiencia de la extracción en cuanto al aceite residual se determina por la diferencia del aceite total extraído por medio de hexano usando hexano como solvente y del aceite extraído bajo las condiciones anteriores.

Las condiciones de trabajo fueron las siguientes:

Temperatura:	40 °C.
Agitación:	200 rpm.
Tiempo:	1 hr.
Relación peso : volumen :	1 : 3
	1 : 7
	1 : 9
	1 : 11

2) DETERMINACION DEL ACEITE RESIDUAL DE LA PASTA EN LA EXTRACCION DEL ACEITE DEL SALVADO DE ARROZ.

Una vez encontrada la relación óptima del solvente para la extracción del aceite se procedió al agotamiento del aceite en el salvado de arroz, simulando un proceso industrial.

Se mantuvo la temperatura a 45 °C con una agitación constante de 150 rpm y utilizando la relación óptima de salvado : solvente determinada por la prueba anterior. (La extracción del aceite se efectúa igual que en el procedimiento anterior).

El solvente fue renovado cada 20 minutos, y la cantidad de salvado se mantuvo constante hasta realizar el agotado del aceite.

4) ANALISIS PROMATOLOGICO.

El análisis bromatológico se efectuó en el salvado recién obtenido de la mollienda del arroz, y también en la pasta residual.

- Determinación de humedad: La prueba definitiva se hace en la deshidratación de la muestra utilizando el método gravimétrico. En esta prueba se calienta la muestra de 100 a 102 gC. hasta que la humedad se ha perdido completamente. Método oficial del A.C.A.A. 14.002.
- Determinación de cenizas: Las cenizas son todos los compuestos inorgánicos de la muestra y de contaminantes son sales minerales que resisten el tratamiento térmico. Se determinó el contenido de cenizas por calcinación de la muestra y después se calentó a 600°C. Método oficial del A.C.A.A. 14.006.
- Determinación de proteína cruda. Se utilizó el método de Kjeldhal, al cual se hace en la oxidación de la materia orgánica y el nitrógeno proteico, fijándose éste como sulfato de amonio. Al hacer reaccionar este sal con una base fuerte, se desprende amoníaco que se destila y se recibe en un volumen conocido de ácido clorhídrico. Finalmente esta solución se titula con hidróxido de sodio 0.1 N. El porcentaje de nitrógeno se multiplica por el factor 6.7 para obtener proteínas. Método oficial del A.C.A.A. 14.049.

- Determinación de grasa cruda o extracto etéreo: Se basa en la solubilidad de las grasas y todos sus componentes normales en éter etílico anhidro durante 8 horas. Método oficial del A.O.A.C. 30.036.
- Determinación de fibra cruda: La muestra desengrasada se somete a un tratamiento con ácido sulfúrico, se filtra y se lava y posteriormente se somete a un tratamiento con hidróxido de sodio, ambos en una concentración de 1.25 % e hirvientes. El residuo se lava y se seca a 130 °C y se calcina a 600 °C. Método oficial del A.O.A.C. 7.054.
- Determinación de carbohidratos asimilables: Son carbohidratos no fibrosos como el almidón y los azúcares y se obtienen por diferencia con respecto a los demás componentes analizados.

5) PRUEBAS DE CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE CRUDO Y REFINADO.

a) Índice de acidez.

Representa el porcentaje de ácidos grasos libres que tiene un aceite o grasa. El índice de acidez expresa el peso en miligramos de hidróxido de potasio necesario para neutralizar un gramo de materia grasa. La muestra se disuelve en una mezcla de alcohol etílico absoluto - éter etílico 1 : 1 y se titula con hidróxido de potasio estándar 0.5 N. (39).

b) Índice de peróxido.

Se denomina índice de peróxido a los miliequivalentes de oxígeno activo contenido en un kilogramo de materia ensayada calculados a partir del yodo liberado por el yoduro de potasio. Las sustancias que oxidan al yoduro de potasio pueden ser peróxidos o otros compuestos similares de oxidación de las grasas, por lo que el índice obtenido puede tomarse como una expresión cuantitativa de los peróxidos. El yodo que se libera de dicha oxidación se titula con tiosulfato de sodio. Todos los reactivos deberán estar libres de oxígeno. (40).

c) Índice de saponificación.

Expresa el peso en miligramos de hidróxido de potasio necesarios para saponificar un gramo de grasa. La saponificación se lleva a cabo agregándole a la muestra un volumen conocido de hidróxido de potasio y manteniéndolo a ebullición durante 60 minutos en reflujo. Se titula en caliente con ácido clorhídrico 0.5 N. (39).

d) Materia insaponificable. (Método áter de petróleo).

Se entiende por materia insaponificable al peso en gramo de sustancias no saponificables insolubles en agua y solubles en el disolvente utilizado en la determinación, contenidos en 100 gramos de grasa.

La muestra se calienta a ebullición con hidróxido de potasio alcohólico durante una hora a reflujo. La solución anterior se separa en un embudo de separación, y se lava el equipo con éter de petróleo a 40 - 50 g/l; se agita el equipo y se extrae hasta la separación de los dos fases, se separa la fase jabonosa y se extrae de ésta dos veces más con éter de petróleo, se reúnen las fracciones éteres y se lavan con alcohol etílico al 50 N. se transfiere la solución de éter de petróleo a un matraz de cuello corto previamente tarado, se elimina el disolvente y finalmente se seca hasta peso constante a 100 g/l. (39).

e) Determinación de ácidos grasos totales por cromatografía gaseosa.

El método está basado en la separación y determinación por cromatografía gaseosa de los ésteres metílicos de los ácidos grasos; es aplicable a aceites y grasas que contengan ácidos grasos de 10 a 22 átomos de carbono. Si hay ácidos grasos insaturados hay interferencia en los resultados.

Primariamente se preparan los ésteres metílicos de la siguiente manera: Se le agrega a la muestra una solución de sodio metílico y se lleva a ebullición manteniéndolo en reflujo hasta obtener una sola fase (mínimo 5 minutos); el matraz se le agrega cloruro de hidrógeno en alcohol metílico y se mantiene a ebullición durante 5 minutos. Para la extracción de los ésteres metílicos se agrega hexano calentando sin llegar a ebullición, durante los minutos, y posteriormente se agrega una solución saturada de cloruro de sodio y se extrae la capa de hexano que contiene los ésteres metílicos, siendo ésta la que se invertirá al cromatógrafo. (39).

La cromatografía se realizó en un cromatógrafo Hewlett - Packard 5890, con detector de ionización de flama, siendo la fase móvil el hidrógeno.

Las condiciones de trabajo fueron las siguientes:

Columna: Carbowax 10 M.
Longitud de columna: 3 m.
Diámetro de columna: 0.32 mm.
Grosor de película: 0.33 micras.
Tiempo muerto: 0.28 minutos.
Temperatura del detector: 200 °C.
Temperatura del inyector: 200 °C.
Temperatura de columna: 200 °C.
Flujo auxiliar (make up) nitrógeno: 25 ml/min.
Flujo de hidrógeno: 1.5 ml/min.
Split: 40:1
Flujo de aire: 200 ml/min.

f) Determinación de ácidos grasos situados en posición beta de los triglicéridos por cromatografía gaseosa.

Se basa en someter a la muestra de aceite neutro, previamente purificado con alúmina activada, a una hidrólisis bajo la acción de la lipasa pancreática, evitando esta selectivamente dejando una acumulación de beta-monoglicéridos insaturados. Estos beta-monoglicéridos se separan por cromatografía de capa fina efectuándose la identificación de los ácidos por cromatografía en fase gaseosa de sus ácidos metílicos bajo las mismas condiciones de trabajo utilizadas para la identificación de los ácidos grasos totales. (39).

En la naturaleza los ácidos grasos más insaturados tienden a ocupar la posición central del triglicérido, pero en las grasas procesadas alimentables, durante la fracción y la reesterificación la distribución natural de los ácidos grasos en los triglicéridos pueden estar más al amor, aunque el perfil total de los ácidos grasos permanece inalterable.

g) Determinación de esteroides por cromatografía gaseosa.

La identificación de los esteroides nos va a dar al origen de las muestras de aceites y grasas. Los esteroides que están presentes en todos los aceites vegetales son el campesterol, el beta-sitosterol y el estigmasterol.

La muestra es sometida a una saponificación de la grasa y se extrae la materia insoluble con cloroformo. El

aislamiento de la fracción de esteroides se lleva a cabo por cromatografía en capa fina, usando para su identificación un patrón de colesterol al 1 %. La separación de los componentes de la fracción de esteroides se llevó a cabo en un cromatógrafo Hewlett-Packard 5990. (39).

Las condiciones de trabajo fueron las siguientes:

Columna: Metil silicón.
Longitud: 12 m.
Diámetro interno: 0.25 mm.
Grosor de la fase: 0.3 micras.
Tiempo muerto: 0.28 minutos.
Temperatura del detector: 290 °C.
Temperatura del inyector: 290 °C.
Temperatura de la columna: 290 °C.
Temperatura inicial: 250 °C.
Tiempo inicial: 0 minutos.
Velocidad de ascenso: 10 g/min.
Temperatura final: 290 °C.
Tiempo final: 5 minutos.
Split: 60:1
Velocidad lineal de hidrógeno: 5 ml/min.
Flujo auxiliar (make up) nitrógeno: 25 ml/min.
Flujo de hidrógeno: 1.5 ml/min.
Flujo de aire: 300 ml/min.

6) REFINACION.

Para lograr la refinación del aceite crudo se realizaron las siguientes operaciones:

- Desacidado: El desacidado se llevó a cabo en frío (4 °C), a esta temperatura las ceras precipitan, pudiéndose lograr su separación por medio de centrifugación a 2500 rpm por un tiempo de 5 minutos.
- Desgomado: Se llevó a cabo añadiendo del 3 al 5 % de agua con respecto al peso del aceite y calentando a 70 °C, con agitación y durante 10 minutos; una vez terminado este tiempo se separa el aceite por centrifugación a 2500 rpm durante 5 minutos.
- Neutralización: Se realizó con hidróxido de sodio en una relación estequiométrica con respecto a la acidez del

aceite, añadiendo un exceso del 5 % para lograr la neutralización total.

- Lavado: Se efectuó el lavado con agua a 80 °C. Con esta operación se elimina el jabón formado durante la neutralización; la separación de la fase oleosa y acuosa se logra por medio de la centrifugación a 2500 rpm durante 5 a 10 minutos.
- Decoloración: Se realizó agregando el 0.2 % de carbón activado con respecto al peso del aceite, separando las impurezas y el carbón activado del aceite mediante filtración.
Es importante que el aceite no contenga agua, ya que ésta le resta poder adsorbente al carbón activado.
Si el aceite contiene agua deberá eliminarse utilizando vacío a una temperatura de 60 °C, pudiéndose usar en esta operación el rotavapor.
- Deodorización: Se llevó a cabo con la utilización de vacío, a una temperatura de 60 °C durante 30 minutos.

5.- RESULTADOS Y DISCUSION

5) RESULTADOS Y DISCUSION
DE RESULTADOS.

1) DETERMINACION DE LA RELACION OPTIMA PARA LA EXTRACCION DEL ACEITE DEL SALVADO DE ARROZ.

Las condiciones en las que se efectuó la extracción del aceite del salvado de arroz fueron las siguientes:

- Temperatura: 45 °C.
- Agitación: 250 rpm.
- Tiempo: 1 hora.

Teniendo en cuenta que el contenido de grasa en la muestra es de 16.37%, realizada la determinación por Soxhlet, usando hexano como solvente, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

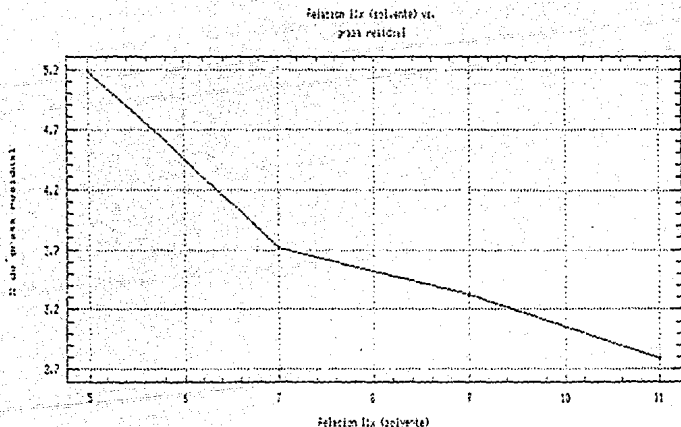
RELACION PESO:VOLUMEN	% DE GRASA EXTRAIDA.	% DE GRASA RESIDUAL.
1 : 5	11.19	5.18
1 : 7	12.65	3.72
1 : 9	13.05	3.32
1 : 11	13.56	2.79

Tomando el contenido de grasa de la muestra extraída por Soxhlet con hexano (16.37) como el 100%, los porcentajes de grasa extraída para las relaciones anteriores son los siguientes:

RELACION PESO:VOLUMEN	% DE GRASA EXTRAIDA.
1 : 5	68.35
1 : 7	77.27
1 : 9	79.71
1 : 11	81.95

Se pueda observar que la relación óptima para la extracción del aceite del salvado de arroz es de 1 : 11 por los resultados obtenidos en la determinación anterior.

Sin embargo, siendo muy poca la diferencia entre la relación 1 : 11 y 1 : 7, se optó por ésta última; siendo que el gasto de solvente es menor, con un rendimiento adecuado.



2) CINÉTICA DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DEL SALVADO DE ARROZ.

Las condiciones en las cuales se realizó la determinación fueron las siguientes:

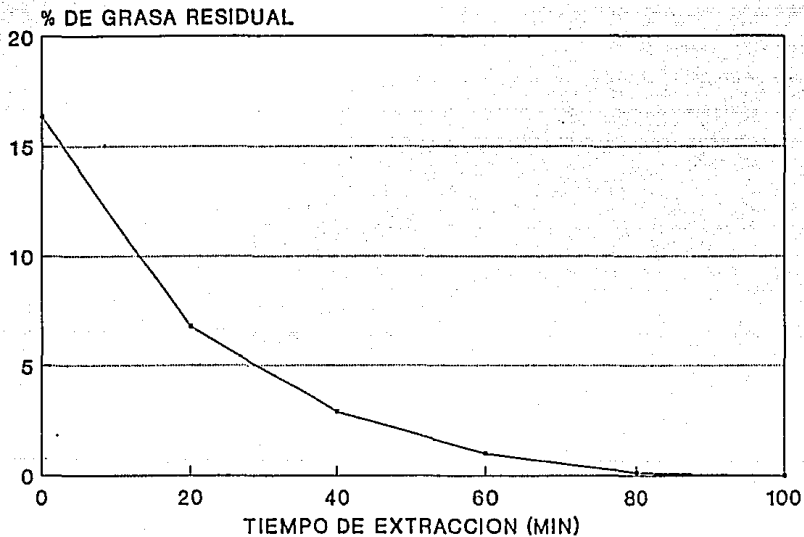
- Temperatura: 45 °C.
- Agitación: 250 rpm.
- Relación peso:volumen del solvente: 1 : 7
- Tiempo de renovación del solvente: Cada 30 minutos.

NUMERO DE EXTRACCIONES	TIEMPO (min)	% DE GRASA RESIDUAL	% DE GRASA EXTRAIDA
0	0	17.78	0.00
1	30	6.79	59.82
2	40	2.98	82.82
3	60	0.99	94.91
4	90	0.12	99.26
5	100	0.00	100.00

Se puede observar que a los primeros 40 minutos se extrae la mayor cantidad de grasa, que es de aproximadamente el 82 % del total de la grasa. Esto se debe a que la mayor parte del aceite fácilmente extraíble proviene de las células que se rompen durante el proceso de molienda (extracción por solución). (12).

Este proceso simula a un proceso tipo industrial, en donde se busca extraer el 100 % de la grasa de la materia prima con un continuo recambio de solvente.

TIEMPO DE EXTRACCION vs % DE GRASA RESIDUAL



3) DISTRIBUCION DE LAS PARTICULAS DEL SALVADO DE ARROZ.

Esta determinación nos puede dar una idea aproximada de la extracción del aceite, ya que con partículas más pequeñas, la extracción del aceite es más fácil en un tiempo más corto.

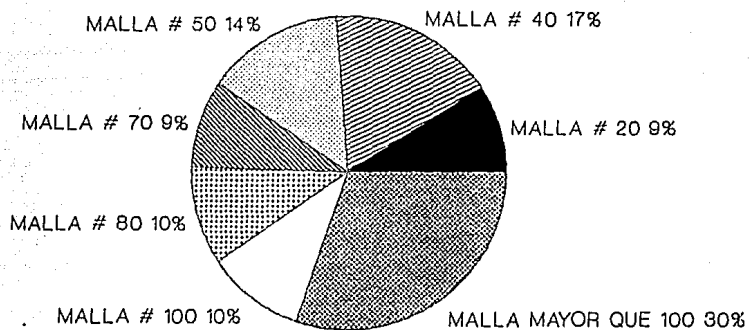
El salvado antes de proceder con la tamización se llevó a un secado a 100 °C por una hora, eliminando así la humedad y evitar la aglomeración de las partículas.

NUMERO DE MALLA.	ABERTURA (in)	% DE DISTRIBUCION.
20	0.03310	9.44
40	0.01665	17.23
50	0.01170	13.84
70	0.00820	8.96
80	0.00760	10.27
100	0.00590	10.26
Residuo	-	30.00

La heterogeneidad de la distribución de las partículas del salvado, se debe a la presencia de diversos subproductos de la molienda del arroz, como son los mediantes, granos vesosos y granos dañados.

El inconveniente de un porcentaje de residuo alto (30 %) es que la extracción se dificulta por un drenaje deficiente del disolvente.

DISTRIBUCION DE LAS PARTICULAS SALVADO DE ARROZ TIPO MORELOS



4) ANALISIS BROMATOLOGICO.

BASE SECA.

DETERMINACION	SALVADO INTE- GRO (R)	PASTA RESI- DUAL (R)
Cenizas	10.90	12.51
Fibra	10.29	14.81
Proteinas*	12.57	16.22
Grasa	10.50	0.00
Carbohidratos asimilables.	45.84	36.66

*Proteinas = N X 6.70

Este análisis bromatológico da una idea de la composición medio del salvado de arroz.

En el análisis bromatológico del salvado íntegro se encontró que el porcentaje de proteínas, fibra y carbohidratos asimilables caen dentro de los rangos reportados en la bibliografía (41, 2 %), los cuales son 12.9-16.9%, 9.4-10.3% y 47.4-51.9% respectivamente. La grasa que fue del 10.8 % en la bibliografía anterior es alta según este rango (14.3-17%) pero tomando en cuenta el rango del 11 al 12 %, según Yokushi, 1977 (13), está dentro de los límites establecidos.

El porcentaje de cenizas es alto según los parámetros de composición, que es del 9.8-9.9% (41.8)

En lo que se refiere al análisis bromatológico realizado al salvado de arroz en donde se ha extraído la totalidad de la grasa, se puede observar que todos los componentes aumentan su porcentaje.

El componente de mayor interés en esta pasta residual es la proteína, que se ve aumentada de un 12.57 % a un 16.22 % (base seca). Esta gascosa residual se podría utilizar como un suplemento para la alimentación animal y para la obtención de concentrados proteicos.

5) CARACTERISTICAS DEL ACEITE DEL SALVADO DE ARROZ.

CARACTERISTICA	ACEITE CRUDO.	ACEITE REFINADO.
Indice de acidez. (% de ácido oleico)	3.34	0.51
Indice de peróxido	0.17	5.56
mEq peróxido/Kg grasa	3.34	11.12
Indice de saponificación (mg de KOH /g grasa)	177.55	182.79
Materia insaponificable (éter de petróleo)	3.72	3.01
ESTERES DE ACIDOS GRASOS*	%	%
Mirístico	0.24	0.46
Palmitico	10.53	10.47
Estearico	1.73	1.39
Oleico	42.08	56.13
Linoleico	35.79	28.78
Linoléico	1.22	1.59
Aracídico	1.81	0.88
ESTERES DE ACIDOS GRASOS EN POSICIÓN BETA.*	%	%
Oleico	43.03	47.69
Linoleico	56.92	56.31
ESTEROLES.*	%	%
Estigmasterol	41.73	0.00
Beta-sitosterol	38.26	100.00
7-avenasterol	20.01	0.00

*VER APENDICE PARA LOS RESPECTIVOS CROMATOGRAMAS.

A) Índice de ácidos.

Se puede observar que el índice de ácidos, expresado como el porcentaje de ácido oleico en el aceite crudo es de 0.24 (no variando la ácidos después del tratamiento térmico); este ácido expresa los ácidos grasos libres presentes en el aceite, dichos ácidos grasos se pueden liberar por la acción de las lipasas que hidrolizaron los triglicéridos antes de su inactivación.

El índice de ácidos recomendado para aceites y grasas vírgenes es del 4 % de ácido oleico como máximo, (19), y el valor encontrado en el aceite del salvado de arroz es más bajo que el valor máximo.

En cuanto al aceite refinado se tiene un valor de 0.51 y el reportado en la bibliografía como máximo es de 0.8 % de ácido oleico (19).

El valor obtenido puede ser resultado de una neutralización incompleta, ya que el hidróxido de sodio usado para este fin, se usa una parte para extracción de gomas, sustancias colorantes y saponificación parcial de los triglicéridos (12).

B) Índice de peróxido.

El índice de peróxido es una medida de los peróxidos contenidos en el aceite. Los aceites recién obtenidos tienen usualmente índices de peróxidos muy bajos, inferiores a 10 mEq/Kg. (19).

Para el aceite crudo se puede observar un índice de peróxido de 0.14 mEq/Kg, esto se deba a que la prueba se practicó de inmediato a su obtención y que se mantuvo el aceite sin contacto a la luz y a baja temperatura, impidiendo con esto la formación de peróxidos.

En el aceite refinado, el índice de peróxido subió notablemente (de 0.14 a 11.12 mEq/Kg), estando un poco alto del máximo permitido (10 mEq/Kg).

Una de las causas a las que se debe este incremento es que el aceite se sometió a procesos de calentamiento para su refinación, en éste, el aceite está en contacto directo con la luz y el oxígeno en las diferentes etapas.

C) Índice de saponificación.

El índice de saponificación es el peso en miligramos de hidróxido de potasio que se requieren para saponificar un gramo de muestra (19). Los ácidos de los ácidos grasos de masa molecular baja requieren mayor cantidad de álcali para su saponificación, de modo que el índice de saponificación es inversamente proporcional al promedio de las masas moleculares de los ácidos grasos de los glicéridos presentes. (16).

El índice de saponificación para el aceite de salvado de arroz es del rango de 181 a 189. Se observa que para el aceite crudo es de 177.05 y para el aceite refinado es de 182.79 estando alrededor de los valores teóricos.

El aceite de salvado de arroz tiene uno de los índices de saponificación mas bajos (180.1), junto con la grasa de testar (181.1), el aceite de germen de maiz (184.7) y el aceite de semillas de colza (179.0), y entre los índices de saponificación mas altos podemos contar con el del aceite de coco (196.4), el aceite de semillas de palma (241.4) y el aceite de palma de Indonesia (200.0). (45)

Siendo que a menor índice de saponificación se encuentran los ácidos grasos de mayor peso molecular, se podría pensar en la presencia de los ácidos grasos esenciales (linoleico, linoléico y araquidónico).

D) Materia insaponificable.

El material insaponificable comprende hidrocarburos, alcoholes superiores y esteroides. La mayor parte de los aceites y grasas de pureza normal contienen menos del 2% de material insaponificable. Una de las adulteraciones que se les realizan a los aceites y grasas es la adición de hidrocarburos parafínicos, apreciando éstos en el material insaponificable.

El índice de insaponificación para el aceite de salvado de arroz reportado es del 1 al 3 (19), estando los valores experimentales del aceite crudo (2.72) y del refinado (3.01) dentro de este rango.

Comparando el índice de insaponificación de diferentes aceites, podemos observar que el índice para el aceite de salvado de arroz es uno de los mas altos (4.1) junto con el aceite de café (3.4) y el aceite de germen de maiz (3.2); entre los valores de índice de insaponificación mas bajos encontramos al de la manteca de caca (0.4), el aceite de coco (0.4), manteca de cacahuate (0.4), el aceite de semilla de palma (0.4) y el aceite de palma (0.4). (45).

E) Acidos grasos totales.

Dos de los ácidos grasos que no se identificaron en el cromatograma fueron el láurico y el palmítico, que se encuentran en el aceite de salvado de arroz en traces, todos los demás ácidos estan en las proporciones reportadas en la bibliografía. (41).

En el aceite crudo, el ácido que se encuentra en mayor proporción es el oleico, seguido del linoleico y palmítico. En el aceite refinado se encuentran en el orden de linoleico, oleico y palmítico. (la diferencia entre el linoleico y el oleico es del 0.2% aproximadamente).

Los ácidos grasos mas abundantes en el aceite de salvado de arroz son insaturados (oleico y linoleico), por lo que tienen mayor reactividad química, el punto de fusión del aceite disminuye y la sensibilidad a las reacciones de oxidación es mayor.

Otros ácidos grasos importantes identificados en el aceite son el linoleico, linoléico y araquidónico, por ser ácidos grasos esenciales.

Otros aceites que tienen porcentajes altos de oleico, linoleico y palmítico son los siguientes: el aceite de oliva (61-83, 2-18, 7-18); el aceite de colza (50-65, 15-16, 2-7); y el de cacahuata (18-63, 13-42, 8-13) respectivamente.

F) Acidos grasos en posición beta del triglicérido.

Los aceites y grasas naturales pueden variar en la distribución específica de los ácidos grasos en sus triglicéridos correspondientes. En la naturaleza, los ácidos grasos con mas insaturaciones tienden a ocupar la posición central, pero durante el proceso de fabricación de aceites comestibles (como la fraccionación y reesterificación), la distribución natural de los ácidos grasos en los triglicéridos pueden ser mas al azar aunque el perfil total permanezca inalterado. (18).

Los ácidos grasos identificados en la posición beta fueron, en ambos caso (aceite crudo y refinado) el oleico y linoleico, encontrándose en mayor proporción al linoleico.

G) Esteroles.

Los esteroles se presentan en pequeñas cantidades en las grasas y aceites en forma libre como ésteres de ácidos grasos y como glucósidos. Los esteroles de origen vegetal se conocen como fitoesteroles y comprenden al beta-sitosterol, estigmasterol y al brassicasterol. La determinación de esteroles en los alimentos es de importancia fisiológica y la identificación de éstos sirve para indicar el origen de la muestra (vegetal o animal). (41).

En el aceite crudo se identificaron el estigmasterol, beta-sitosterol y C7-avenasterol; en el refinado solo se pudo identificar al beta-sitosterol.

El esterol mas abundante en la fracción de esteroles es el beta-sitosterol (55 - 63 %), seguido del campesterol (14 - 33 %) y del estigmasterol (3 - 4 %).

Otros esteroles reportados en la bibliografía son los siguientes: colesterol (traza), C5-avenasterol (3 %), C7-estigmasterol (1 %).

Los esteroles pueden ser recuperados en la etapa de decoloración de la refinación.

5) REFINACION.

Las pérdidas que se sufrieron durante la refinación son las siguientes:

OPERACION.	g DE PERDIDA.
Desperdado	4.95
Desagradado	9.32
Neutralización y lavado	27.43
Decoloración	9.25
Desodorización	-
TOTAL	50.97

Teniendo en el aceite de salvado de arroz un promedio de ceras del 1 - 2 % (41 %), la pérdida en esta operación es congruente.

En cuanto al desagradado en la bibliografía se reporta el 9 % de gomas presentes en el aceite, que es aproximadamente la pérdida sufrida en esta operación.

Durante la neutralización y el lavado se presenta una gran pérdida, esto se debe en primer lugar a los sólidos gruesos libres presentes, especiamente de glicéridos neutros, a las pérdidas por formación de emulsión y a la especiamente de restos de mucilagos, sustancias colorantes y otras impurezas.

En la decoloración se pueda observar una pérdida alta, debido a que las sustancias colorantes son eliminadas, y a que parte del aceite se queda en el carbón activado impregnado y en el papel filtro en donde se llevó a cabo la operación, no pudiéndose recuperar el aceite del papel filtro.

En la desodorización no se reportan pérdidas, ya que estas fueron muy pequeñas y no se pudieron cuantificar.

Se debe de considerar que no es el objetivo de este trabajo el realizar un estudio cuantitativo de las pérdidas que se presentan durante el proceso de refinación del aceite crudo, sino que es sólo un complemento del trabajo experimental realizado.

Nota: Para esta prueba de cuantificación de las pérdidas durante el refinado, se partió de 10 g. de aceite.

6.- C O N C L U S I O N E S

6) CONCLUSIONES.

- Siendo el salvado de arroz un subproducto de la molienda del arroz, tiene un costo bajo en el mercado. Debido a su poca comercialización, la extracción del aceite de esta materia prima podría resultar rentable, ya que su contenido de aceite es relativamente alto.
- La pasta residual, conteniendo el 16 % de proteínas aproximadamente, podría utilizarse como un suplemento en la alimentación animal y para la elaboración de concentrados proteínicos.
- Los esteroides, encontrados en la materia insaponificable, pueden ser utilizados como materia prima para la fabricación de hormonas, vitaminas y esteroides.
- El aceite tiene como ácidos grasos mayoritarios al ácido oleico, linoleico y palmítico, presentando un perfil parecido al aceite de colza y olivo.

7.- RECOMENDACIONES

7) RECOMENDACIONES.

- 1) Durante el proceso de refinación, es recomendable trabajar con cantidades altas de aceite crudo, para poder cuantificar mejor las pérdidas que se tienen durante las diferentes etapas de este proceso.
- 2) Para evitar la formación de la emulsión durante la etapa de neutralización del proceso de refinación, es necesario utilizar una concentración de 10-20 gBA, ya que de utilizarse una concentración menor se favorece la formación de emulsión, dando como consecuencia una pérdida mayor durante esta etapa.
- 3) Para la refinación del aceite del salvado de arroz, se recomienda la realización de un trabajo para optimizar la etapa de neutralización y lavado que es donde se sufrieron las mayores pérdidas.
- 4) Es recomendable realizar un estudio toxicológico del aceite extraído del salvado de arroz, para su posible utilización en la alimentación humana.
- 5) Realizar un estudio de extracción sobre diferentes variedades de salvado de arroz (de preferencia de las variedades de mayor cultivo de arroz) y proceder a su caracterización para ver posibles cambios en la composición del aceite dependiendo de la procedencia del salvado.
- 6) Se recomienda realizar un estudio de la calidad de la proteína resultante de la pasta residual del salvado de arroz, con el fin de saber su posible utilización.

8. BIBLIOGRAFIA

3) BIBLIOGRAFIA.

- 1) Abastos y comercialización de productos básicos. ARROZ. Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática.
- 2) Adhikari, S.; Adhikari, J. INDIAN RICE BRAN LECITHIN. Journal of the American Oil Chemists' Society. 63 No. 10 (Oct. 1986).
- 3) Alvarez, M. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD COMERCIAL DE LOS ACEITES COMESTIBLES VEGETALES. Tesis. Universidad La Salle. 1985.
- 4) Andersen, A.; Fri: MSc. REFINING OF OIL AND FATS FOR EDIBLE PURPOSES. Pergamon Press LTD. London 1963.
- 5) A.O.A.C. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1980.
- 6) Padui, S. DICCIONARIO DE TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS. Editorial Alhambra Mexicana. México D. F. 1983.
- 7) Idem. QUIMICA DE LOS ALIMENTOS. Editorial Alhambra Mexicana. México D.F. 1961.
- 8) Barber, S.; Botav, T. PROBLEMAS QUE SE PLANTEAN EN LA TIPIFICACION DE LOS SUBPRODUCTOS DEL ARROZ. A.T.A. Vol. 12. No. 1 (Marzo 1972).
- 9) Bhattacharyya, A.; Majumder, S.; Bhattacharyya, D. EDIBLE QUALITY RICE BRAN OIL FROM HIGH FFA. RICE BRAN OIL BY MISCELA REFINING. Journal of the American Oil Chemists' Society. Vol. 63. No. 9 (Sept. 1986)
- 10) Idem. VARIATION IN THE FATTY ACID COMPOSITION OF INDIAN RICE BRAN OIL. Journal of the Oil Technologist Association of India. 1983. 17 (1) 2-3.
- 11) Belavardi, V.; Showmick, O. AN INVESTIGATION OF RICE BRAN OIL TANK SETTLING. Journal of the American Oil Chemists' Society. Vol. 65. No. 2. (Feb. 1968).
- 12) Bernardini. TECNOLOGIA DE ACEITES Y GRASAS. Editorial Alhambra. España. 1981.

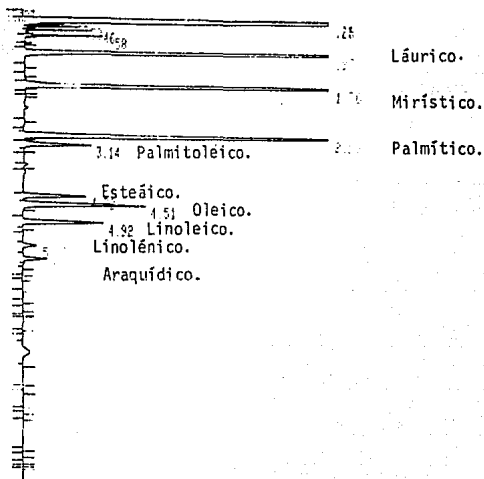
- 12) Carr, R. REFINING AND DEUMING FOR EDIBLE FATS AND OILS. Journal of the American Oil Chemists' Society, 55:76. (1978).
- 14) Cordero, V.; Barber de, B.; Clemente, G.; Primo, E. INACTIVACION ENZIMATICA DEL SALVADO DE ARROZ. RELACION ENTRE LOS PARAMETROS DEL PROCESO Y LA INACTIVACION DE LA LIPASA. Rev. Agroquímica Tecnología de Alimentos, 26 (2) 1986.
- 15) Idem. INACTIVACION ENZIMATICA DEL SALVADO DE ARROZ. RELACION ENTRE LOS PARAMETROS DEL PROCESO Y LA ACTIVIDAD DE LA PEROXIDASA. Rev. Agroquímica, Tecnología de Alimentos, 26 (2) 1986.
- 16) Cornelius, J. RICE BRAN OIL FOR EDIBLE PURPOSES. Tropical Science, 22 : 1. 1980.
- 17) Eckey, E.W. VEGETABLE FATS AND OILS. American Chemical Society. Monograph Series. Reinhold Publishing Co. U.S.A. 1964.
- 18) Egan, H.; Kirk, R.; Sawyer, R. ANALISIS QUIMICO DE LOS ALIMENTOS DE PEARSON. Editorial C.E.C.S.A. México 1980.
- 19) Enciclopedia de Tecnología Química. Kirk; Othmar. Capítulos: GRASAS Y ACEITES y CEREALES. Nueva York, 1966.
- 20) Fennema. INTRODUCCION A LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS. Editorial Revarté. España. 1982.
- 21) Gabriel, G.; Sedkia ; Haganis, M. TRIGLICERIDOS AND FATTY ACIDS CONSTITUENTS OF SOME CEREAL OIL GERM PRODUCED AS BY-PRODUCTS OF MILLING IN EGIPT. Grasas y Aceites, 34 : 5. (1983) 332-334.
- 22) Gavin, A. EDIBLE DEODORIZATION. Journal of the American Oil Chemists' Society, 55 : 783. (1978).
- 23) Gavdou, E. ; Kazimafi ; Niranaka, R. QUANTITATIVA ANALYSIS OF FATTY ACIDS AND STEROLS IN MALAGASY RICE BRAN OILS. Journal of the American Oil Chemists' Society, April 1980. 141 - 142.
- 24) Hilditch, T. THE CHEMICAL CONSTITUTION OF NATURAL FATS. Chapman and Hall. 1933. 214 - 276.
- 25) Hosney, R. PRINCIPLES OF CEREAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. Editorial American Association of Cereal Chemist INC. U.S.A. 1966.

- 25) Hunter, J. NUTRITIONAL CONSEQUENCES OF PROCESSING SOYBEAN OIL. Journal of the American Oil Chemists' Society. 58 : 223. (1981).
- 27) INEGI. ASASTOS Y COMERCIALIZACION DE PRODUCTOS BASICOS DEL ARROZ.
- 28) INEGI. Boletín de información oportuna del sector alimenticio. No. 37. PROGRAMA NACIONAL DEL ARROZ. Gobierno de la República.
- 29) INEGI. Boletín de información oportuna del sector alimenticio. No. 49. PRODUCCION PROBABLE DE LOS CICLOS 87 - 87 y 88 - 88 DEL ARROZ. Gobierno de la República.
- 30) Jamieson, G. VEGETABLE FATS AND OIL. Editorial Reinhold Publishing Co. U.S.A. 1943.
- 31) Kent, N. TECHNOLOGY OF CEREALS. Editorial Pergamon Press. Gran Bretaña. 1975.
- 32) Kim, J.; Byun, S.; Cheigh, H. COMPARATION OF SOLVENT EXTRACTION CHARACTERISTICS OF RICE BRAN PRETREATED BY HOT AIR DRYING STEAM-COOKING AND EXTRUSION. Journal of the American Oil Chemists' Society. 64 : 4 (April 1987).
- 33) Wirschenbauer, M. FATS AND OILS. AN OUTLINE OF THEIR CHEMISTRY AND TECHNOLOGY. Reinhold Publishing, Co. U.S.A. 1930.
- 34) Krawlan, H. FRACCIONATION AND WINTERIZATION OF EDIBLE FATS AND OILS. Journal of American Oil Chemists' Society. 53 : 193 (1976).
- 35) Kumaravel, S.; Vasan, B.; Singaravadival, K. STABILIZATION AND STORAGE OF RICE GERM. Journal of Food Science and Technology. 22: may - Jun. 1985.
- 36) Manual de legislación para la inspección de calidad de alimentos cereales. Cap. XXVII. Ministerio de Agricultura pesca y alimentación. Dirección General de Política Alimentaria.
- 37) Manuales para educación agropecuaria. ARROZ. Editorial: Trillas. Segunda reimpresión. México, 1985.
- 38) Ortiz, V. EXTRACCION Y CARACTERIZACION DE LA GRASA DE LA SEMILLA DE MANGO. (TIPO MANILA). Tesis U.N.A.M. 1985.

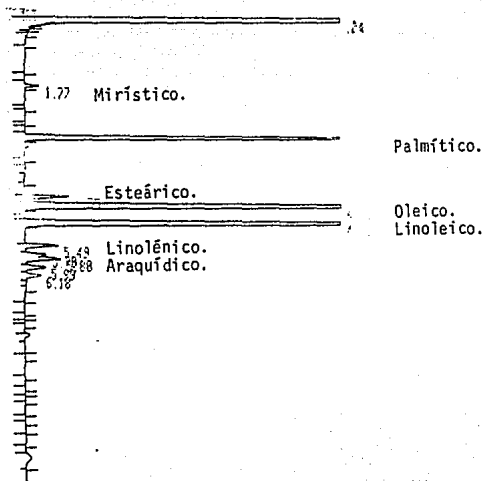
- 39) PANREAC. METODOS ANALITICOS EN ALIMENTARIA. ACEITES Y GRASAS. Montplát and Esteban S. A. España, 1987.
- 40) Pottar, N. LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS. Editorial: Centro Regional de Ayuda Técnica, EDUTEM S. A. México, 1973.
- 41) Primo, Y.; Carresco, J. QUIMICA AGRICOLA. Vol. III. Alimentos. Primera edición. España, 1973.
- 42) Randall; Savre, R.; Schultz, W. RICE BRAN STABILIZATION BY EXTRUSION COOKING FOR EXTRACTION OF EDIBLE OIL. Journal of Food Science, 50 : (1985).
- 43) Sayre, R. ; Saunders, R. REVIEW OF RICE BRAN STABILIZATION SYSTEM FOR FOOD PROCESSING. Cereal Food World, 31 (8) 413 - 416, 1982.
- 44) SARM. Delegación en el Estado de Tabasco. Programa Agrícola.
- 45) Tablas. Consejo superior de la investigación científica. INSTITUTO DE LA GRASA. Sevilla, España.

9.- A P E N D I C E

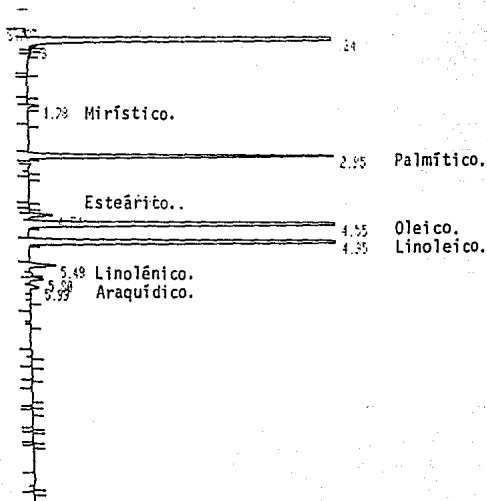
ESTANDARES DE ESTERES METILICOS DE ACIDOS GRASOS TOTALES.



IDENTIFICACION DE ESTERES METILICOS DE ACIDOS GRASOS TOTALES
EN EL ACEITE CRUDO DEL SALVADO DE ARROZ.

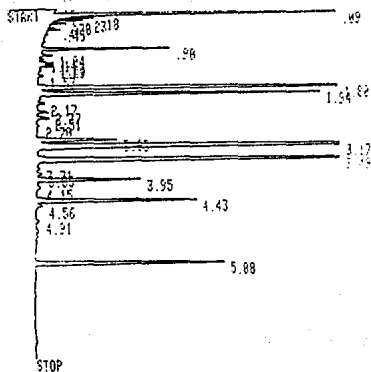


IDENTIFICACION DE ESTERES METILICOS DE ACIDOS GRASOS EN EL ACEITE REFINADO DEL SALVADO DE ARROZ.



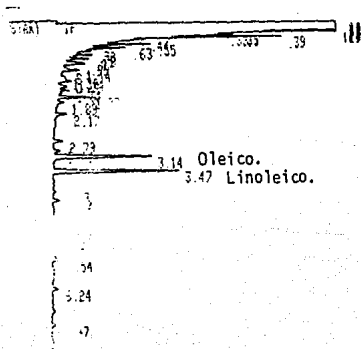
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ESTANDARES DE ESTERES METILICOS DE ACIDOS GRASOS.

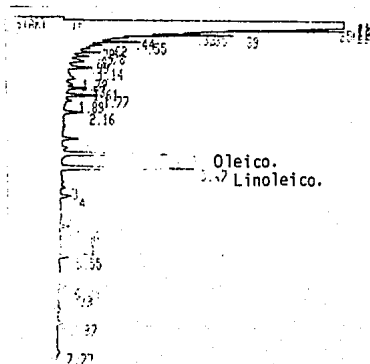


Oleico.
Linoleico.

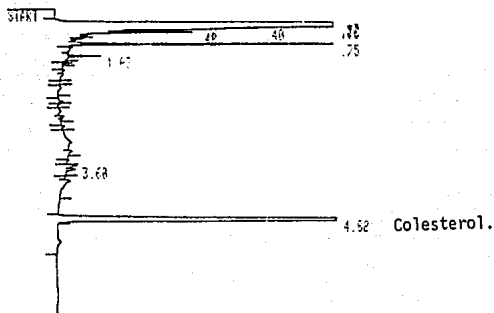
IDENTIFICACION DE LOS ESTERES METILICOS DE LOS ACIDOS GRASOS
SITUADOS EN LA POSICION BETA DEL TRIGLICERIDO EN EL ACEITE
CRUDO DEL SALVADO DE ARROZ.



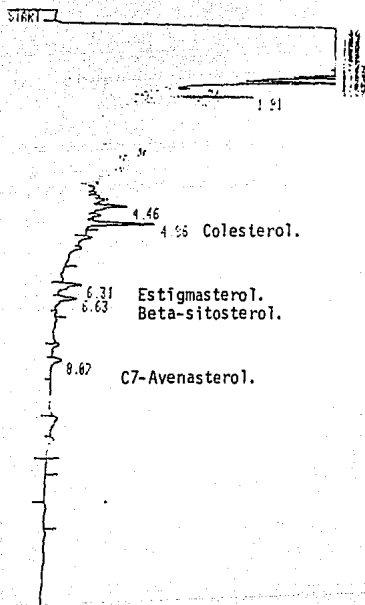
IDENTIFICACION DE LOS ESTERES METILICOS DE LOS ACIDOS GRASOS
SITUADOS EN POSICION BETA DEL TRIGLICERIDO EN EL ACEITE
REFINADO DEL SALVADO DE ARROZ.



ESTANDAR DE COLESTEROL.



IDENTIFICACION DE ESTEROLES DEL ACEITE CRUDO DEL SALVADO DE ARROZ.
PATRON INTERNO DE COLESTEROL.



IDENTIFICACION DE ESTEROLES DEL ACEITE REFINADO DEL SALVADO DE ARROZ.
PATRON INTERNO DE COLESTEROL.

