

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

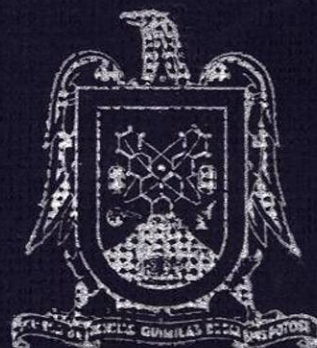
DETERMINACION DE LAS CINETICAS DE EXTRACCION DE LOS  
ACEITES DE SEMILLA DE CALABAZA (Cucurbita moschata),  
BASES DE SU INDUSTRIALIZACION.

TESIS PROFESIONAL

LAURA PATRICIA DE LA ROSA JOURDAN

SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

1985



F

HD9235

.S6

R6

c.1



1080075722



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS**

**DETERMINACION DE LAS CINETICAS DE EXTRACCION DE LOS  
ACEITES DE SEMILLA DE CALABAZA (Cucurbita moschata),  
BASES DE SU INDUSTRIALIZACION.**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO EN ALIMENTOS**

**P R E S E N T A :**

**LAURA PATRICIA DE LA ROSA JOURDAN**

**SAN LUIS POTOSI, S.L.P.**

**1985**



T  
H 9233  
56  
R6



A DIOS NUESTRO SEÑOR.

A MI MADRE, CON TODO MI CARIÑO.

CON PROFUNDO CARIÑO Y GRATITUD AL M.C.  
JORGE FERNANDO TORO VAZQUEZ, POR SU  
INTERVENCION Y APOYO PARA LA REALIZA-  
CION DE ESTE TRABAJO.



CON PROFUNDO AGRADECIMIENTO AL M.C.  
LUIS ALONSO GONZALEZ DE ALBA POR SU  
APOYO EN LA REALIZACION DE ESTE TRA-  
BAJO

GRACIAS POR SU APOYO DR. GERARDO MONTEJANO  
Y DR. ROBERTO LEYVA.

CON AGRADECIMIENTO Y CARIÑO PROFUNDO  
PARA CONCHITA, LIZ Y ERIKA, QUE SIEM-  
PRE ME APOYARON.

# I N D I C E

	Página
RESUMEN .....	1
INTRODUCCION .....	2
MATERIALES Y METODOS	
1.- MATERIALES .....	7
2.- METODOS .....	7
2.1.- Determinaciones de las ciné- ticas de extracción .....	7
2.2.- Análisis físicos, químicos y espectrofotométricos del a- ceite .....	8
2.3.- Obtención de la harina de la semilla desgrasada .....	9
2.4.- Análisis químicos de las ha- rinas desgrasadas.	9
RESULTADOS Y DISCUSION .....	10
Caracterización química .....	11
Rendimiento de Aceite .....	21
Propiedades físicas y químicas de los - aceites obtenidos. ....	23
Espectros de absorción en rango visible.	25
Espectros de absorción en rango ultra- violeta .....	26
Caracterización química y rendimientos de las harinas (HSED y HED). ....	28
Caracterización química y rendimientos de las harinas por tamaño de partícula.	29
Composición de la harina de semilla en- tera Desgr. obtenida por tamización - (HSED) .....	31
Composición de la harina de embrión des- grasado (HED) obtenida por tamización .	33



	Página
CONCLUSIONES .....	34
BIBLIOGRAFIA .....	36

## R E S U M E N

El cultivo de calabaza proporciona, además del fruto - una proporción de semilla, la cual poseé altas concentraciones de proteína [%32.4 p/p (Nx5.38)] y elevados niveles de aceite (35.87% p/p). El presente estudio plantea determinar las cinéticas y rendimientos extractivos de los aceites contenidos en la semilla de calabaza en 2 sistemas de extracción diferentes (percolación y contacto directo) y evaluar el efecto de diferentes relaciones materia prima:solvente (mp:s) y el de utilizar semilla entera o descascarada (embrión) como material a extraer. Los resultados obtenidos indican una menor inversión de tiempo de extracción al utilizar sistemas en contacto directo; la influencia de la relación mp:s afectó inversamente a la eficiencia extractiva. La utilización de semilla entera o descascarada (embrión) no mostró una diferencia significativa en los rendimientos extractivos (cantidad de aceite /lote de producción), si bien el aceite obtenido de la semilla entera mostró una mayor concentración de carotenoides. La caracterización fisicoquímica de estos aceites los sitúa a nivel de los aceites comestibles tradicionales.

La semilla desgrasada presentó altas concentraciones de proteína [%48.24 p/p (Nx5.38)]. Los resultados obtenidos proporcionan bases suficientes para considerar el producto final del desgrasado de la semilla de calabaza como fuente de obtención de harinas de altas concentraciones de proteína (a través de una clasificación por tamaño).

La utilización de este recurso como fuente de aceite y harinas proteínáceas vedría a beneficiar al agricultor a través de agroindustrias, con lo cual se amplían las posibilidades de utilización de este recurso regional.

## I N T R O D U C C I O N

La búsqueda de nuevas fuentes alimenticias es una realidad y una necesidad prioritaria en el País. Así lo reafirma el "Programa Indicativo de desarrollo Tecnológico de la Agroindustria", publicado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

La utilización de semillas oleaginosas como fuente de aceites y proteínas de consumo humano no es una innovación en el área extractiva, lo cual se manifiesta en un buen número de investigaciones llevadas a cabo. La demanda de oleaginosas y granos de consumo humano crece aproximadamente en la misma proporción que la población, no existiendo el mismo incremento para la producción, lo cual conduce a que el consumo mundial percapita de grasas y proteínas sea sólo una fracción de lo que debiera ser. Considerando que la población mundial alcanzará los 5000 millones para 1987, la disponibilidad de grasas necesaria para igualar los consumos per cápita de 1970, tendría que ser 9 millones de toneladas más. Estas, podrían lograrse si se cumplen los incrementos de producción esperados para Soya, Palma, Colza y Girasol.

Por lo anterior, se deben enfocar las investigaciones para la producción, desarrollo y utilización de granos y oleaginosas que no han sido explotadas convenientemente en la producción de grasas y aceites comestibles, que a la vez presentan alternativas interesantes y factibles en el aprovechamiento integral de los residuos, sobre todo si éstos pueden enfocarse a la obtención de harinas ó concentrados de proteínas de consumo humano.

Ya que la demanda de aceite comestible se encuentra en constante aumento (1,2), las tendencias actuales de la investigación se dirigen principalmente al estudio de nuevos métodos de extracción (3-10), búsqueda de nuevas fuentes alternas (1-4)

y a la caracterización física y química de los aceites obtenidos a través de los nuevos procesos de extracción o de la fuente de obtención estudiada (4,5,9,13,15,16).

Una de las alternativas investigadas son las semillas de la familia Cucurbitaceae debido a los elevados niveles que presentan de aceite; la especie más caracterizada es la conocida como Cucurbita foetidissima (13,14,18,22), la cuál crece principalmente en el centro de los Estados Unidos de Norteamérica y en el Norte y Centro de la República Mexicana. Los resultados obtenidos de estas investigaciones muestran a este cultivo como una excelente alternativa de obtención de aceite, ya que en términos aproximados la Cucurbita foetidissima produce 30 frutos/m<sup>2</sup> y cada fruta proporciona 10 gramos de semilla ocasionando un rendimiento de 3000 kg/Ha de semilla. Así, sobre la base de un contenido del 35% p/p de aceite, el rendimiento podría ser de 1050 kg de aceite por Hectárea; por otro lado Vasconcellos y Berry - han estudiado las propiedades del aceite y el efecto de las condiciones de refinación sobre las características del mismo (17).

La C. Foetidissima si bien crece en nuestro país, no es la única especie con potencialidad de utilización, así lo demuestran los estudios realizados en nuestro laboratorio sobre las especies C. moschata y C. pepo.

Este trabajo se enfoca principalmente en la especie Cucurbita moschata ya que es la más abundante en el estado de San Luis Potosí y en el país. La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, no tiene censos ó datos confiables y actualizados que muestren los niveles de producción de ésta hortaliza. Sin embargo, es un hecho el que éste cultivo se siembra en muchos casos junto al maíz y frijol para agotar la tierra por el cultivo continuo de éstos ó como cultivo de relleno. No obstante, en estudios efectuados en la Facultad de Agronomía de esta Universidad, se encontró que en una hectárea cultivada de calabaza, se logran



900 a 1000 kg. de semilla con 12% de agua, de lo cual se pueden obtener de 750 a 850 kg. de embrión, y considerando que en el embrión los contenidos de aceite fluctúan de 40 a 50%, el rendimiento de aceite puede ser de 350 a 425 kg. y por si esto no bastara, la harina residual desgrasada puede contener de 240 a 350 kg. de proteína. Todo esto, aunado al hecho que la calabaza se usa sólo a nivel casero, artesanal, folklórico, nos conduce a pensar en la posibilidad de utilizar éste noble cultivo, mediante privias investigaciones de factibilidad, en tratar de mejorar las condiciones de consumo humano en las que se encuentran en el Estado y el País.

En estas investigaciones se resaltan las altas concentraciones que presenta de aceite (38-40% p/p b. h.) y proteína (20-21% p/p b. h.), la semilla de *C. moschata*; así mismo, se han comparado las constantes físicas y químicas del aceite con otros de calidad comestible presentando así su factibilidad de consumo.

El objetivo del presente estudio es el evaluar las cinéticas de extracción del aceite *C. moschata* bajo el efecto de diversas variables, con el objeto de obtener la mejor relación tiempo, mejor tiempo de extracción, etc., bajo el efecto de diversas variables que comprenden:

a).- Sistema de extracción:

- Decantación (Tipo Soxhlet)
- Contacto directo.

b . Diferentes relaciones materia prima: solvente.

c).- Condiciones de la materia prima:

- Semilla entera.
- Semilla descascarada (embrión)

y la caracterización física y química del producto residual antes de la extracción, y así mismo, el caracterizar las posibilidades de utilización de la semilla desgrasada, en relación con los aspectos relacionados con la obtención de harinas a través de una clasificación por tamaño.

Las grasas y los aceites se clasifican como lípidos simples (26) y son la clase de lípidos más abundantes en la naturaleza.

Los componentes mayores de las grasas son triglicéridos y en mucho menor proporción se encuentran fosfolípidos, alcoholes de cadena larga, esteroides, hidrocarburos, etc., que forman el residuo insaponificable, ceras y ácidos grasos libres.

Los valores habituales de éstos componentes se dan en la siguiente tabla:

COMPONENTES MAS IMPORTANTES DE LAS GRASAS VEGETALES

Glicéridos	-----	95 - 98%
Acidos Grasos Libres	-----	0.1 - 3%
Fosfátidos	-----	0.1 - 3%
Insaponificables	-----	0.2 - 2%

Las grasas son, fundamentalmente, alimentos calóricos y, en este aspecto, todas las grasas digeribles tienen, aproximadamente el mismo valor energético, 9.3 kcal/gr. Pero los ácidos grasos poliinsaturados que no pueden ser sintetizados por el organismo, deben estar presentes en la dieta, para evitar síntomas de carencia.

En la siguiente tabla se puede apreciar la proporción de ácidos saturados e insaturados en algunos aceites de origen vegetal.

PROPORCION DE ACIDOS GRASOS SATURADOS E INSATURADOS EN ACEITE DE  
ALGUNAS OLEAGINOSAS

	Acidos			
	Saturados	Oleico	Linoleico	Linolenico
	%	%	%	%
Lino	8	20	25	45
Girasol	10	30	60	4
Soya	14	22	55	8
Maíz	12	29	57	1
Algodón	27	20	50	1
Cacahuete	18	55	28	1

Las semillas oleaginosas son productos relativamente secos y con una proporción importante de proteínas, naturalmente el contenido en grasa es elevado en todos ellos.

Las semillas oleaginosas que más se producen en el mundo son la soya, cacahuate, algodón, lino, girasol y colza.

Existen una serie de constantes e índices que sirven para caracterizar tecnológicamente las grasas comerciales ( tabla V), donde el índice de iodo nos da el grado de insaturación de los ácidos grasos presentes en los gliceridos y por tanto, su utilización en el campo de la refinación, fraccionamiento e hidrogenación; el índice de saponificación es el peso en un mg. de KOH necesario para saponificar 1 gr. de grasa, el cuál es menor cuanto más largos son los ácidos grasos en los triglicéridos; el índice de acidez nos da los ácidos libres en la grasa, es un factor de mala calidad que indica hidrólisis previa por mal almacenamiento y acción de las lipasas o por fabricación defectuosa; el índice de refracción depende de su composición en ácidos grasos y aumenta con la insaturación y con la longitud de la cadena, todos éstos índices nos sirven para saber de que calidad es nstro aceite y poder compararlo con los aceites comerciales

## MATERIALES Y METODOS -

## 1).- Materiales.

- 1.1).- Semilla de calabaza: adquirida en el mercado local y caracterizada botanicamente en la Escuela de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- 1.2).- Los reactivos utilizados en las determinaciones químicas, marca Merck (grado analítico); hexano industrial, adquirido de Industrial Minera México (Planta Electrolítica de Zinc en San Luis Potosí).
- 1.3).- Los aparatos Utilizados
- Agitador KAFRAMO de propela. México.
  - Agitador Magnético, México.
  - Balanza Eléctrica SAUTER. Alemania.
  - Balanza granataria OHAUS. E.U.A.
  - Baño térmico. Modelo 3575. Lab. Line Instruments, Inc. E. U. A.
  - Espectrofotómetro Shimadzu UV-240
  - Estufa ROBERTS HAW. México por Aparatos, S. A.
  - Licuadora OSTERIZER. Modelo 105-2. México.
  - MABE Congelador-Refrigerador. Modelo 1139C. México.
  - Placa de Calentamiento y Agitación (Molda Agitherm.). Marca LINDBERG. México.
  - Rotavapor RE 120 BUCHI, CH-9230 Flawil/Schwiz. - Switzweland.
  - Unidad para Tamizar. Tamiz TYLER. México

## 2).- Métodos.

## 2.1).- Determinación de las técnicas de extracción

Se evaluaron dos sistemas de extracción diferentes.

Sistema de percolación + Las semillas se -  
descascararon manualmente en lotes de 250 gr.



en licuadora (Osterizer Mod. 150-2) a alta velocidad durante 3 minutos y se secaron a 80 C durante 4 horas (Estufa Robert Haw de Charolas). Las extracciones de aceite se realizaron en aparatos Soxhlet utilizando diferentes relaciones soluto:solvente (0.02, 0.04, 0.06 y 0.08 w/v ), determinando gravimetricamente el aceite extraído a diferentes intervalos de tiempo (2, 4, 6 y 8 horas).

Sistema en contacto directo: semilla entera o descascarada (molida y secada de acuerdo a las condiciones ya mencionadas anteriormente). Se extrajo a diferentes relaciones soluto:solvente (0.01, 0.04, 0.06, 0.10, 0.20 y 0.30; se escogió éstas relaciones ya que a relaciones mayores se tenía dificultad para tomar muestras, debido a que el sistema se hacía un poco pastoso) con hexano industrial [se escogió éste solvente ya que fue el mejor para solubilizar debido a su no polaridad y por ser el más económico entre varios solventes resultados obtenidos e estudios anteriores (29)] mediante agitación en matraces a velocidad moderada (Agitador Lindbergh), a diferentes intervalos de tiempo, se obtuvieron muestras que fueron filtradas rápidamente (en un tiempo no mayor de 15 segundos). Sobre alícuotas del filtrado se determinó gravimetricamente el aceite extraído.

## 2.2).- Análisis Físicos, Químicos y espectrofotométricos del aceite.

La determinación de carotenos se realizó de acuerdo a la técnica de Zscheile et al (24); los análisis restantes se hicieron de acuerdo a las técnicas A.O.A.C (25). Proteína se realizó por el método de Lowry y de Kjeldahl, grasa por el método Soxhlet, humedad por diferencia de pesos, fibra por el método para se-

millas, método de cenizas (peso perdido).

Los espectros de absorción se realizaron en un espectrofotómetro Shimadzu UV-240.

2.3).- Obtención de la harina de la semilla desgrasada.

El producto desgrasado de la semilla entera o descascarada se tamizó (tyler) obteniéndose harinas de diferentes tamaños de partícula, las cuales fueron analizadas químicamente.

2.4).- Análisis químicos de las harinas.

Se siguió la metodología A. O. A. C. (25); las determinaciones de proteína verdadera se realizaron mediante la técnica de Lowry et al (27).

## RESULTADOS Y DISCUSION.-

La caracterización química de la semilla entera, embrión y cáscara (Tabla I), resalta los constituyentes principales de cada una de sus partes. Así, se puede observar que la separación de la cáscara del embrión afecta favorablemente la concentración de aceite en este último, sin embargo, la cáscara presentó aún una considerable concentración de aceite potencialmente extraíble - (quizá debido a porciones de embrión adheridas a la parte interna de la cáscara)

Sobre la base de los análisis químicos y la proporción en peso de cáscara y embrión en la semilla, se encontró que no hay diferencia significativa entre la concentración de aceite - (p/p b.s.) (calculados a partir de 100 partes de semilla entera) obtenida al utilizar semilla entera o descascarada (embrión) como material a extraer hasta el agotamiento (Tabla I). En ambos casos los rendimientos de aceite de 100 partes de semilla entera mostraron valores bastante altos, sin embargo, se evaluó la influencia de la cáscara sobre las cinéticas de extracción de aceite y los rendimientos esperados de extracción, así como las características de los aceites obtenidos.

Los resultados de las cinéticas de extracción en sistemas de percolación tipo Soxhlet, utilizando embrión como material a extraer, se esquematizan en la figura 1; en comparación, las cinéticas obtenidas en sistemas en contacto directo (embrión/solvente) (figura 2) mostraron una mayor velocidad y eficiencia de extracción; lo anterior se explica al considerar que el sistema en percolación presenta limitaciones al momento de la extracción, en la relación área de contacto del material:solvente, respecto al sistema en contacto directo.

Los resultados obtenidos al evaluar las cinéticas de extracción utilizando semilla entera como material a extraer (figura 3) no mostraron una diferencia significativa al compararlas

TABLA I.- Caracterización química y rendimientos de semilla entera (SE), cáscara (C) y embrión (L) de (. moschata; todos los datos están calculados en base seca a excepción de \* el cual está también expresados en base húmeda y están expresados en porcentaje pes/pes. Cada resultado es la media y desviación estándar de los análisis realizados por el licado en por los meses 7 lotes de semilla recolectada en diferentes zonas.

%	RENDIMIENTO	%H <sub>2</sub> O	FIBRA	%CENIZAS	%NITRÓGENO	N X 5 8	ITL	% p/p A P PARTES D E A NITRA	
								% ITL	EMBRIÓN A.
T	100*	7.02 (.185)	18.97 (2.79)	4.119 (.2073)	6. (0.45)	2.4	35.88 (0.2)	33. (.125)	57.10
C	31.3* (2.83)	12.24 (5.04)	45.60 (1.51)	1.214 (.0818)	2.69 (1.24)	14.43	10.83 (2.50)	2.97 (.611)	2.43
E	68.76* (2.84)	5.81 (0.42)	3.27 (2.85)	4.092 (.0149)	6.05 (0.17)	32.7	49.30 (.6)	1.93 (0.223)	3.8

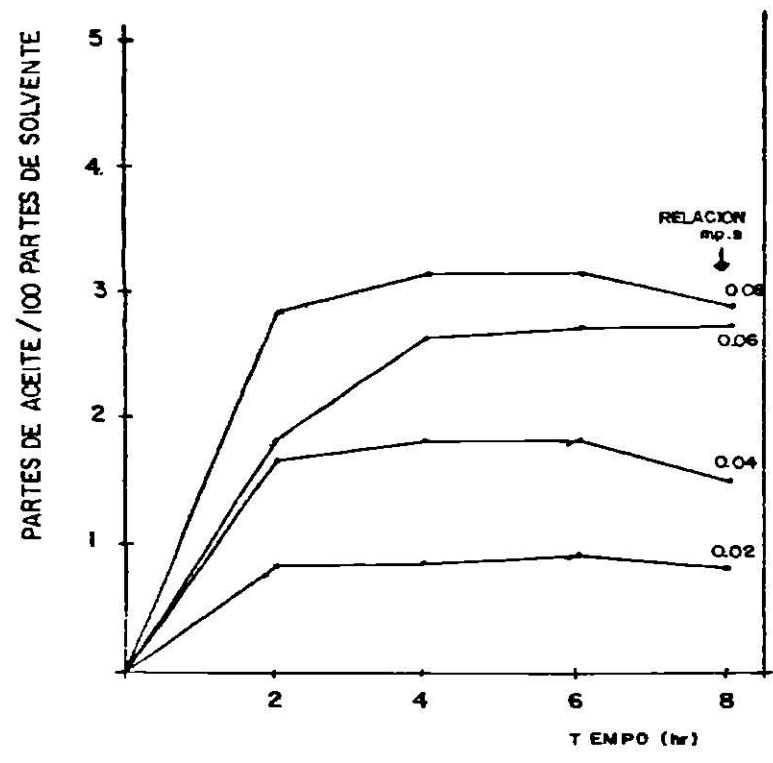


Figura 1.- Cinéticas de extrac ión en sistemas de percolación (tipo Soxhlet) utilizando embrión de C. moschata.

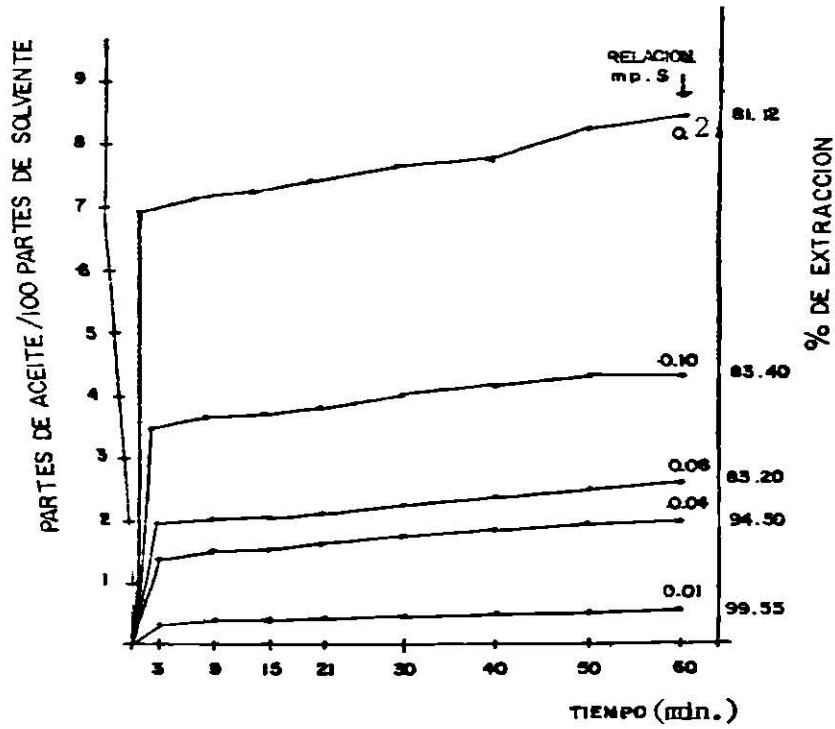


Figura 2.- Cinéticas de extracción en sistemas en contacto directo utilizando embrión de *C. moschata*.

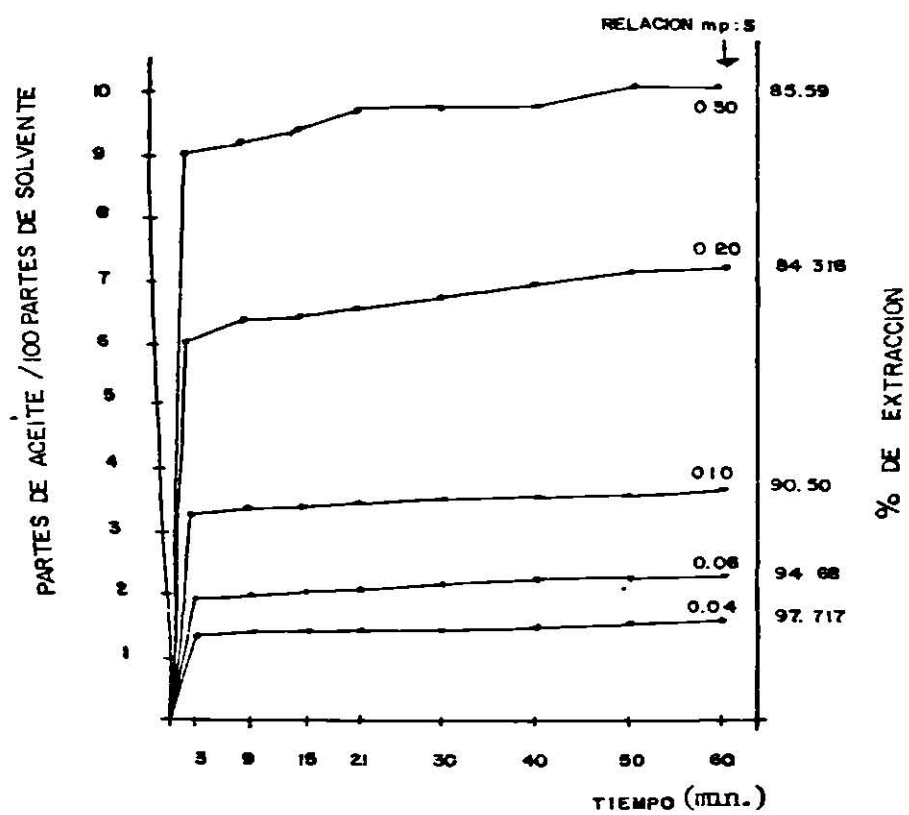


Figura 3.- Cinéticas de extracción en sistemas en contacto directo ut lizando semilla entera de C. moschata

con las cinéticas en las que se utilizó embrión, si bien existió una tendencia a obtenerse valores menores.

En las figuras 4 y 5 se muestra el efecto, que sobre el porcentaje de extracción, tiene el incremento de la relación mp:s en función del tiempo; tanto al utilizar embrión como al usar semilla entera, se encontró una relación inversa entre el porcentaje de extracción y la relación mp:s. Es de importancia el señalar que el mayor porcentaje de aceite se extrae dentro de los primeros 3 minutos.

En las relaciones mp:s utilizadas (tanto con embrión - como con semilla entera) no se llegó a alcanzar la capacidad de extracción del solvente, ya que conforme se aumentó la relación mp:s se incrementó proporcionalmente la concentración del aceite en el solvente (Parte de aceite/100 partes de solvente) (figuras 6 y 7). Este aumento es mayor cuando se utiliza embrión como material a extraer, ya que, al utilizar semilla entera la concentración de material no graso (inerte) es mayor.

La figura 8 nos muestra la relación entre las fracciones porcentuales de aceite extraído y retenido en la carga (materia prima), para un tiempo de 60 minutos y a una temperatura de 20 C, tanto al utilizar embrión como semilla entera. Se observa que la isoterma extractiva de la semilla entera deja a la carga con una fracción de aceite menor que al utilizar embrión, teniendo esto su explicación sobre la base del efecto de una mayor concentración de inerte al utilizar semilla entera como material a extraer.

Sobre la base de estos resultados, fué necesario considerar si el descascarillado sería una parte del posible proceso de tratamiento de la semilla, así como también el efecto sobre la calidad física y química del aceite de semilla entera con respecto al obtenido de embrión.

La Tabla II muestra los rendimientos de extracción de aceite calculados en base a 100 partes de semilla entera, después



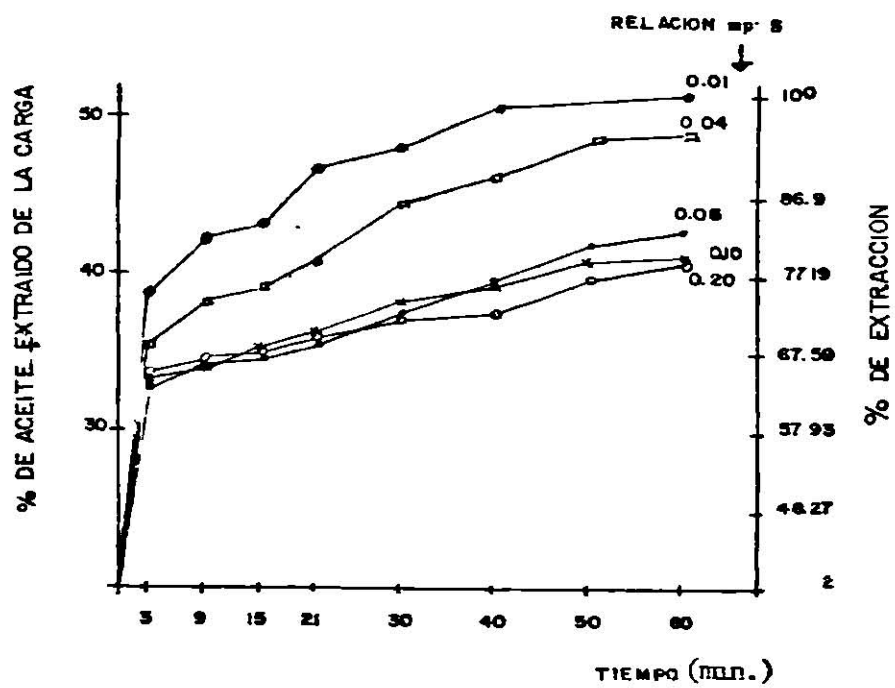


Figura 4.- Efecto de la relación m:p:s sobre el porcentaje de extracción. Cinéticas realizadas sobre embrión de *C. moschata*.

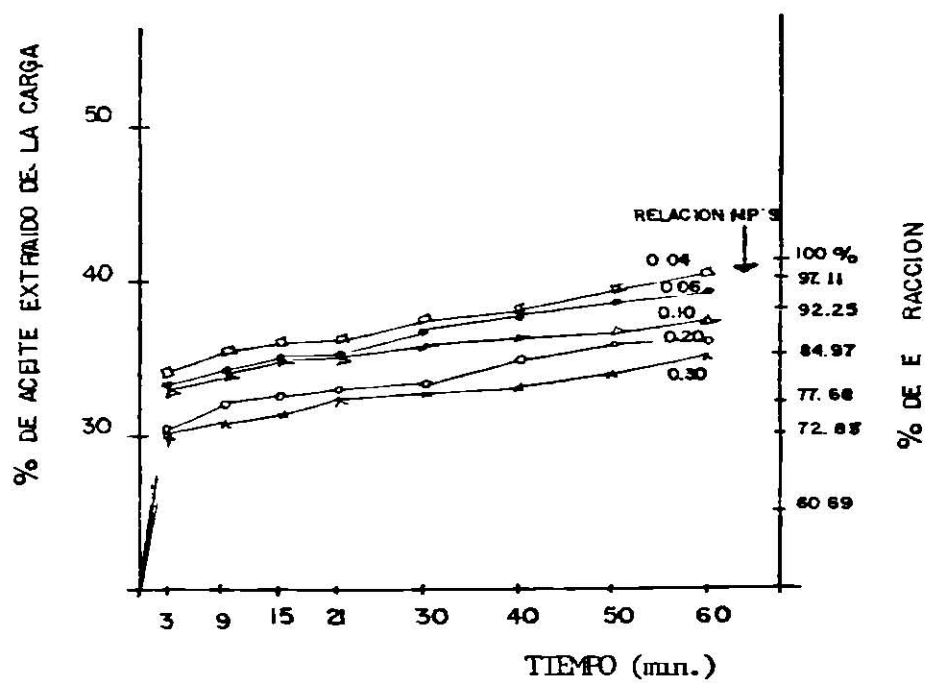


Figura 5.- Efecto de la relación  $m:p:s$  sobre el porcentaje de extracción. Cínicas realizadas sobre semilla entera de C. moschata.

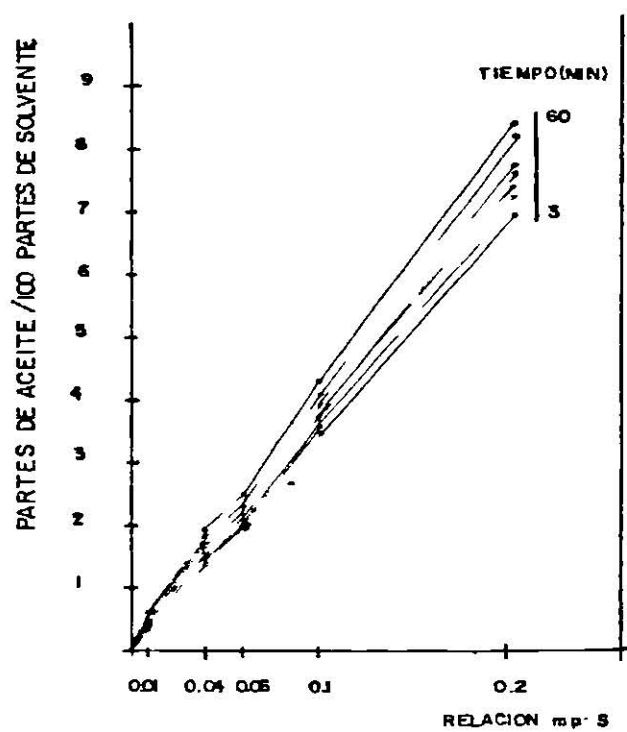


Figura 6.- Concentración de aceite en el solvente en función de la relación mp:s y tiempo. Cinéticas realizadas sobre embrión de C. moschata.

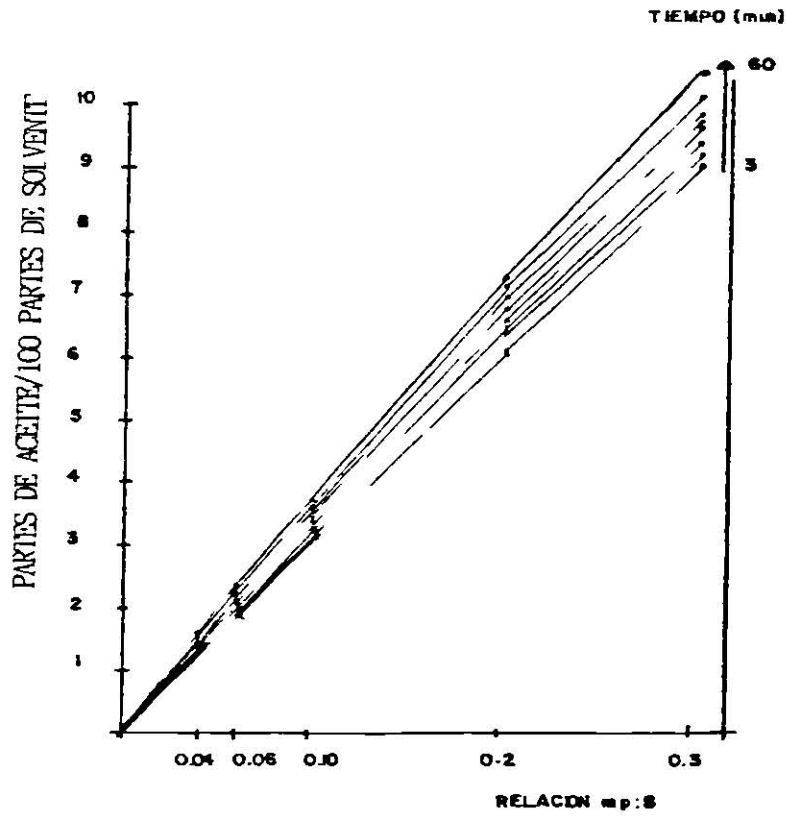


Figura 7.- Concentraci3n de aceite en el solvente en funci3n de la relaci3n mp:s y del tiempo. Cin3ticas realizadas sobre semilla entera de C. moscnata.

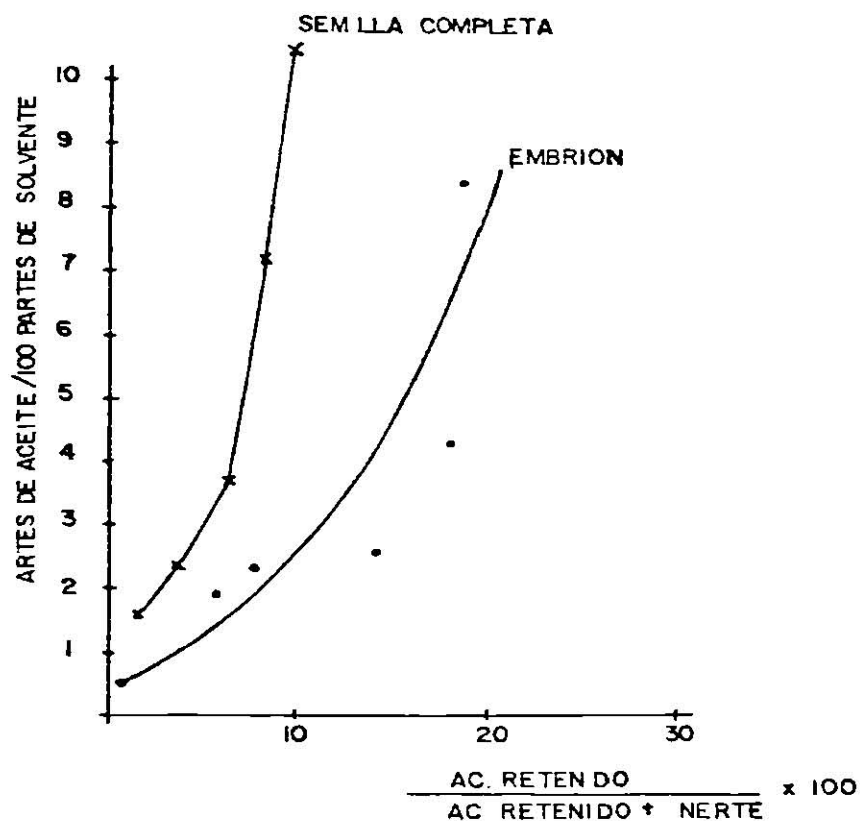


Figura 8 - Relación entre la concentración de aceite extraído y retenido en la carga de extracción. Se muestran las cinéticas utilizando semilla completa (x) y embrión (•) de *C. moschata*.

Método de extracción: extracto de 10 g, cada punto es de una relación diferente a un tiempo de 10 min.

TABLE II.- Rendimiento de aceite (%) obtenido a partir de embrión (E) o emilla entera (SE) calculados en base a 100 partes de semilla entera, de pués de 60 minutos de extracción en contacto directo con hexano industrial.

PROPORCIÓN ( mg:s )	EMBRIÓN		SEMILLA LINDA	
	b. h.	b	b. h.	b. s.
0.01	37.45	40.8	n.d.	n.d.
0.04	33.80	36.5	36.57	9.33
0.05	32.34	34.80	n.d.	n.d.
0.06	26.11	28.08	34.33	36.93
0.10	23.94	25.74	1.37	33.4
0.20	23.61	25.40	28.2	30.35
0.30	n.d.	n.d.	8.05	30.7

b. h. base húmeda.

b. s. base seca.

n.d. no determinado.

de 60 minutos de extracción, obtenidos a partir de embrión y semilla entera; observamos que la semilla entera mostró en todos los casos un mayor rendimiento de aceite extraído, lo cual viene a - mostrar que la merma producida al descascarillar el material acarrea diferencias que pueden llegar a ser de importancia económica, además, se ahorra un paso dentro del proceso de tratamiento de la materia prima.

La evaluación de las características físicas y químicas de los aceites obtenidos de embrión y semilla entera no muestran diferencias notables con respecto a los índices de iodo, saponificación y refracción, si bien el aceite de semilla entera mostró índice de acidéz menor (aproximadamente a la mitad) que el aceite extraído de embrión (Tabla III). Esto podría explicarse, al considerar la posible extracción de compuestos de carácter básico a partir de la cáscara, lo cual impediría la correcta valoración de los ácidos grasos libres. Y así mismo, si comparamos las propiedades físicas y químicas de los aceites de calabaza (aceite de semilla entera y aceite de embrión) con algunos aceites vegetales comerciales (Tabla III y IV) se puede observar que no existen diferencias notables entre ellas.

En lo referente a la concentración de carotenos, la figura 9 muestra los espectros de absorción en la región visible; en el rango de absorción de los carotenos ( 400 - 450 nm) el aceite obtenido de la cáscara mostró los mas altos índices de absorvancia, por lo tanto es lógico el que el aceite de semilla entera contenga mayor concentración de carotenos que el obtenido de embrión. Lo anterior se explica al observar que el descascarillado desprende porciones de cutícula envolvente del embrión, en la cual se encuentran altas concentraciones de colorantes.

Por otro lado, los espectros en la región ultravioleta (figura 10) no indican diferencias entre los aceites de embrión y el obtenido de semilla entera, si bien el espectro del aceite de cáscara no mostró absorvancia en la región de absorvancia de ácidos

TABLA III.- Propiedades físicas y químicas de los aceites de embrión y semilla entera.  
 Los análisis se realizaron sobre aceites obtenidos de por lo menos 7 lotes diferentes de semilla.

ANALISIS	ACEITE EMBRION		ACEITE SEMILLA ENTERA	
	RANGO	MEDIA (D.S.)	RANGO	MEDIA (D.S.)
INDICE DE IODO	9.06 - 163.18	136.03 (27.26)	4.01 - 19.45	17.1 (2.81)
INDICE DE SAPONIFICACION.	113.97 - 246.83	190.92 (50. )	118.48 - 217.82	190.47 ( 0.6)
INDICE DE ACTIVIDAD.				
* mg % Ac. Oleico.	2.83 - 4.36	3.61 (0.63)	1.5 - 2.11	1.7 ( .386)
* mg KOH/g	1.41 - 2.18	1.80 ( . 2)	0.62 - 1.05	0.78 (0.193)
INDICE DE REFRACCION (20°C)	1.4607 - 1.4725	1.4640 (.005)	1.4640 - 1.4722	1.467 (0.0 )
GRAVEDAD ESPECIFICA (20°C)	0.9401 - 0.9808	0.9656 (.016)	0.914 - 0.9313	0.9223 (0.09)
CAROTENOS - mg / kg.	24.91 - 475	33.93 (7.54)	26.05 - 76.86	6.3 ( . )
% MATERIA INSAPONIFICABLE.	0.0 - 0.3391	0.195 (0.169)	3.4 - 4.33	4.02 (0.41)

D. . e . acción estandar.



TABLA IV.- Propiedades físicas y químicas de aceites vegetales comerciales más importantes.

	Indice de Iodo	Indice de Saponificación	C Refracción	e de Refracción	Peso específico
ta o	140 - 1	188 - 194	40	1.467-1.469	15 . 19-0.9 4
ya	12 141	189 - 195	2	1.470 1.476	15 0.924-0.928
aras l	125 - 136	188 - 194	25	1.472-1.474	15 0.9 2 0.926
Maíz	103 - 12	187 - 193	25	1.471-1.474	15 0.922-0.926
Algodon	99 - 113	189 - 198	5	1.463-1.472	1 0.922-0.924
Colza	97 - 1 8	170 - 180	25	1.470-1.474	1 0.917-0.918
Ca hu te	84 - 100	188 - 195	25	1.467-1.470	15 0.917-0.921
	80 - 88	188 - 196	25	1.46 -1.468	15 .914 .919

C M P S I C I O N A P R O X I M A D A D E A L G U N A S O L I A G N O S A . . ( O R C E N T A J E )

	HUMEDAD	PROTEINAS	GRASAS	FIBRA	CENIZAS	ELN
O va	50	1.5	2	6	1.5	19
y	8	40	18	4	5	17
C hu ate	12	27	42	2	2	19
l a o l	8	13	24	27	3	25
god'n	7	6	23	5	7	15
C za	7	20	4	6	4	21
Lin		2	37	5	44	8

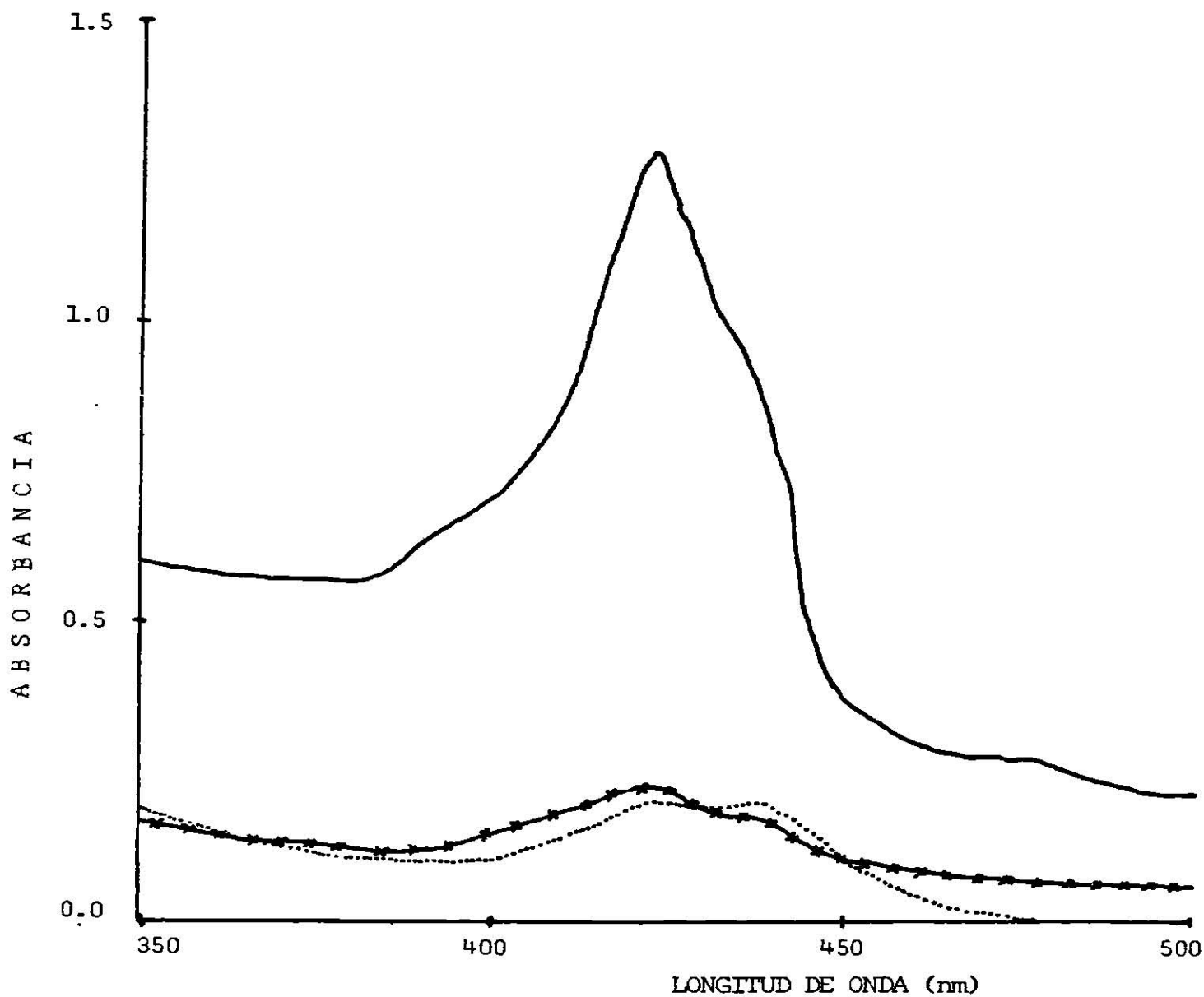


Fig. 9.- Espectro de absorción en rango visible de los aceites de cáscara (2.3% —), embrión (2.5% ..... ) y semilla entera (2.15% - - - - -). Las disoluciones de aceite se hicieron con hexano industrial el cual se utilizó para trazar la línea base en el espectrofotómetro.

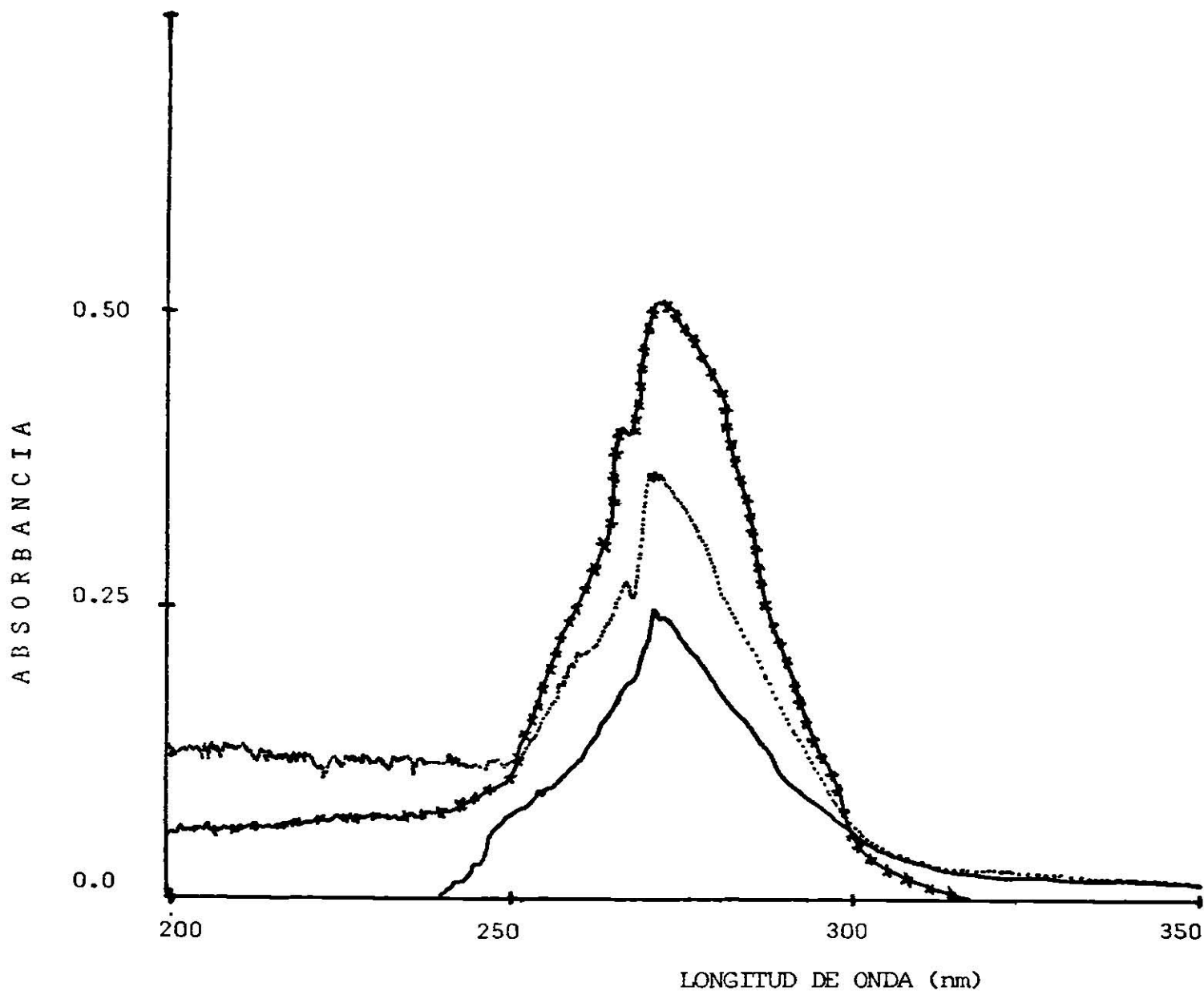


Fig. 10.- Espectro de absorción en rango ultra-violeta de los aceites de cáscara (0.05% —), embrión (0.13% .....) y semilla entera (0.074% \*-\*-\*). Las disoluciones de aceite se hicieron con hexano industrial el cual se utilizó para trazar la línea base en el espectrofotómetro.

grasos poliinsaturados, posiblemente por encontrarse en una menor concentración respecto a los aceites de embrión.

Ya que la finalidad inicial del aprovechamiento de la semilla de calabaza es la obtención de aceite, se ha estudiado la posibilidad de utilizar a la semilla entera o descascarada (embrión) como materia prima; sin embargo, el material extraído presenta alternativas de utilización merced a sus niveles de proteína (5.38%), por lo cual se planteó la posibilidad de utilizar el residuo de la extracción de aceite como una fuente de harina proteínica ó de aislados protéicos. La Tabla IVa muestra el análisis de las harinas resultantes del desgrasado; los resultados del tamizado de las harinas desgrasadas, provenientes de la extracción de aceite de semilla entera (Harina de Semilla Entera Desgrasada, HSED) o de embrión (Harina de Embrión Desgrasado, HED) se muestran en la Tabla V.

En lo referente a la distribución de los tamaños de partícula, se notó que la presencia de material fibroso limita la reducción del tamaño en el proceso de molienda, esto es un resultado lógico; observamos que las porciones de cáscara no molidas (al utilizar HSED) se distribuyen en los tamaños de malla 20- 30+ y mayores, lo cual se corroboró al encontrar los mayores niveles de fibra en los mismos tamaños de malla, así mismo se determinó que las más altas concentraciones de cenizas (componente predominante del embrión) se encuentran principalmente en las partículas cuyo tamaño de malla es 30- 50+ y menores. Lo anterior presupone una posible clasificación por tamizado (o posiblemente por densidad) de la HSED para

TABLA IV . Caracterización química y rendimientos de las harinas de  
 semilla entera de gramíneas (HSED) y harina de embrión de  
 gramíneas (HE).

Cada resultado es la media y de variación estándar de los  
 análisis realizados por duplicado en por lo menos 7 lotes  
 de semilla recolectada en diferentes zonas.

% Rendimiento (p)	% Nitrógeno (p/p)	% Nitrógeno (p/p)	% Nitrógeno (p/p)	% Fibra (p/p)	% Cenizas (p/p)
57.10	4.34 (.3)	2.942 (.0)	5.48 (1.9)	18.20	3.5
			5.83 (.44)	7.8	6.702

TABLA V.- Caracterización química y rendimientos de las harinas de semilla entera desgrasada (HSED) y H. de embrión desgrasado (HED). Cada resultado es la media y desviación estandar de los análisis realizados por duplicado en por lo menos 7 lotes de semilla recolectada en diferentes zonas.

TAMAÑO DE PARTUCULA (TYLER)	% RENDIMIENTO ( p/p )		% CENIZ S(p/p)		% IBR (p/ )		% NITR GFNO(p/p)	
	HSED	HED	HSED	H D	HSED	HED	HS D	H D
10+	0.80 (1.13)	-	n.d.	-	42.74 (3.05)		n.d.	
10- 20+	14.67 (13.1)	10.75 (5.78)	3.88 (0.33)	7.42 (0.52)	65.09 (2.3)	20.30 (2.07)	6.25 (0.69)	13.87 (0)
20- 30+	25.62 (20.8)	29.38 (0.71)	6.33 (0.94)	6.88 (0.75)	68 (2.8)	19.3 (7.0)	.96 (0.82)	10.83 (1.13)
30- 50+	51.24 (31.6)	48.90 (17.1)	7.05 (0.44)	7.63 (.022)	11.38 (0.22)	17.5 (0.89)	9.0 (.128)	11 (.413)
50- 65+	7.31 (4.20)	15.20 (14.4)	7.22 (.40)	7.81 (0.11)	15.32 (.125)	3.45 (1.33)	10.03 (0.46)	11.667 (2.48)
65-150+	1.91 (0.88)	1.04 (0.21)	1 (0.49)	12.58 (6.94)	9.47 (0.55)	2.21 (0.20)	9.83 (.424)	9.97 (.083)
150-	1.42 (0.97)	0.706 (0.70)	6.36 (2.30)	n.d.	9.58 (0.27)	7.06 (0.05)	10.59 (0.23)	10.32 (.083)

n.d. no determinado

la obtención de harinas con baja concentración de fibra y altos niveles de proteína. La posible composición de dos harinas obtenidas por tamizado de la HSED se muestran en la Tabla VI; estos datos fueron calculados a partir del porcentaje de rendimiento de cada tamaño de partícula y de su composición (Tabla V), dividiendo a los productos obtenidos en harinas con tamaño de partícula igual o superior a 20- 30+ y en harinas con tamaño de partícula igual o menor a 30- 50+.

Ya que los estudios realizados sobre la extracción de aceite apoyan la utilización de la semilla entera, las altas concentraciones de fibra de la HSED pueden eliminarse parcialmente mediante un tamizado de la misma, obteniéndose así harinas con una composición semejante a la harina B (Tabla VI). Los rendimientos (%p/p) obtenidos a partir de 100 partes de semilla entera, tanto de la harina A como de la B son 23.46% y 35.33% respectivamente.

En lo referente a la harina de embrión desgrasada (HED), su ventaja estriba en una menor concentración de fibra y un subsecuente incremento en la concentración de proteína (%NX5.38) respecto a la HSED.

Los resultados de la tamización de la HED (Tabla V) muestran resultados semejantes a los obtenidos en la HSED, sin embargo las harinas obtenidas muestran niveles mayores de proteína (%NX5.38) y menores de fibra (con excepción del tamaño de partícula 30- 50+). Sobre la base del contenido de fibra se dividieron a las HED en aquéllas con tamaño de partícula igual o mayor a 30- 50+ (Harina A y C) y aquéllas con tamaño de partícula igual o menor a 30- 50+ (Harina B y D); así, las concentraciones probable de estos dos tipos

TABLA VI.- Composición aproximada (base seca) de las harinas obtenida por tam'ación a partir de Semilla Entera Desgrasada (HSED). Harina con tamaño de ar-tícula 'gual o mayor a 0 3 + (Tyler), Harina A; Harina con tamaño de particulas de 10 a 30- 50+ ( Tyler), Harina B.

	R+N U	MEDIA
HARINA A		
% Cenizas	0.33 - 3.95	1.9
% Fibra	3.63 - 49.42	5
% N	4 - 5.31	2.95
% Prot. (NX5.38)	2.5 - 8.8	15.91
HARINA B		
% Cenizas	2.74 - 7.27	1.36
% Fibra	4.55 - 13.17	7.26
% N	3.64 - 9.6	5.83
% Prot. (NX5.38)	19.61 - 52.21	31.42



de harina se muestran en la Tabla VII. Los rendimientos obtenidos (%p/p) a partir de 100 partes de semilla, tanto de la harina C como de la D, son 29.22% y 5.56% respectivamente, los cuáles son menores a los logrados a partir de la HSED (Harinas A y B) debido a el material eliminado en el descascarado.

TABLA VII.- Composición aproximada (Base seca) de las harinas obtenidas por tamiz a partir de harina de embrión desgrasada (HED).  
 harina con tamaños de partícula igual o mayor a 30- 50+ yler), Harina C; Harina con tamaños de partícula igual o menor a 50- 65+ (Tyler), Harina D.

		RANGO	MEDIA
Harina C	% Fibra	12.74 - 20.71	6.55
	% Cenizas	4.74 - 8.34	16.40
	% N	7.37 - 12.99	10.18
	% Proteína	39.69 - 69.96	54.83
Harina D	% Fibra .	0.05 - 1.08	0.56
	% Cenizas	0.17 - 2.47	1.32
	% N	0.18 - 3.72	1.95
	% Proteína	0.97 - 20.02	10.49

## C O N C L U S I O N E S .

La evaluación de las cinéticas de extracción del aceite de la semilla de calabaza indican que el sistema en contacto directo es más eficiente que el de percolación ya que reduce el tiempo de extracción; así mismo, el descascarillado de la semilla, para la extracción de aceite de embrión es una parte del proceso que puede ser eliminado ya que no redundaría en un beneficio directo, antes bien, al utilizar la semilla entera en el proceso de extracción hay un mayor rendimiento de aceite obtenido por 100 partes de material original.

La caracterización física y química no mostró diferencias notables entre los aceites de embrión y de semilla entera, si bien, éste último contiene mayores niveles de carotenos extraídos de la cáscara. Y las características de estos aceites obtenidos se compararon con las de otros aceites vegetales comerciales, las cuales no presentaron diferencias notables entre ellas.

La extracción de aceite, mostró en todas las determinaciones un comportamiento dependiente de la relación agua y del tiempo.

Las harinas resultantes del desgrasado se clasificaron en 4 tipos de harinas (HSED: A, B y HED: C, D) dependiendo de las limitantes (Fibra y Cenizas), lo cual nos proporciona harinas con baja concentración de fibra y altos niveles de proteína en lo que se refiere a HSED.

La harina con alta concentración de fibra - pueden tamizarse disminuyendo esas altas concentraciones de fibra. En lo referente a la harina de embrión

desgrasado (HED), su ventaja estriba en una menor concentración de fibra y un subsecuente incremento en la concentración de proteína respecto a la HSED.

La semilla de calabaza puede considerarse - como una fuente de aceite comestible (harina con alta concentración de proteína y por estudios realizados y en proceso, como una fuente de proteína funcional (28)), aunque el fruto presenta el limitante de su baja relación semilla/pulpa, por lo que aquí se plantea el utilizar la semilla cosechada en forma usual (a través de agroindustrias) y no el fomentar su cultivo, si bien, cabe la posibilidad de desarrollar genéticamente va-riedades con una mayor cantidad de semilla por fruto.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Bartholomew, M. D. 1980. Oil Seed demand never saturated. J. Am. Oil Chem. Soc., April; 341-344 A.
- 2.- Gander, F. K. 1984. Fats and Oils as Feedstocks for oleochemical. J. Am. Oil Chem Soc. 61 (2) Feb.; 268-271.
- 3.- Hensarling, T. P. and Jacks, T. P. 1983. Solvent Extractions of lipids from soybean with acidic hexane. J. Am. Oil Chem. Soc. 60 (4) Apr.; 783-784.
- 4.- Melton, L. A., Moyers, E. P., and Playfood C. G. 1979. Lipids Extracted from soy products by different Procedures. J. Am. Oil Chem. Soc., 56 Apr.; 489-493.
- 5.- Hensarling, P. T. and Jacks, J. T. 1982. Acidic Hexane Extraction of Oilseeds; Product quality. J. Am. Oil Chem. Soc., 56 12) Dec.; 516-518.
- 6.- Bulley, R. N. et al. 1984. Supercritical fluid Extraction of Vegetable Oil Seeds. J. Am Oil Chem. Soc., 61 (8) August; 1362-1365.
- 7.- Baker, C. E. and Sullivan, A. D. 1983. Development of a Pilot-Plant Process for the Extraction of Soy Flakes with Aqueous Isopropyl alcohol. J. Am. Oil Chem. Soc., 60 (7) July; 1271-1276.
- 8.- Moulton, J. K. Mustakeas, C. G. and Baker, C. E. 1981. Desolventizing-Toasting of Extracted Soybean Flakes: Development of Pilot plant Equipment and Operational Procedure. J. Am. Oil Chem. Soc., Dec.; 1041-1045.
- 9.- Lakshminarayana, G. et al. 1982. Composition of Fatty Acids obtained by decomposition of castor oil fatty Acid Estolide. J. Am. Oil Chem. Soc., 59 (5) May.; 238-241.
- 10.- Hron, J. R. and Koltern, P. S. 1984. An aqueous Ethanol Extract on Process for Cottonseed Oil. J. Am. Oil Chem. Soc., 61 (9) Sep.; 1457-1460.

- 11.- Kehinde, M. Samuel and Nnolim, N. Benedict. 1983. Solubility Studies of Palm Oil in Practical Extraction Solvents. J. Agric. Food Chem.; 31; 162-164.
- 12.- Madaan, R. Tilak et al 1982. A study of seeds of Musk Melon (Cucumis melo L.); A lesser know Source of Edible Oil. J. Sci. Food Agric., 33; 973-978.
- 13.- Vasconcellos, A. J. et al. 1980. The properties of Cucurbita foetidissima seed Oil. J. Am. Oil Chem. Soc., Sep.; 310-313.
- 14.- Hogan, LeMayne and Bemis, P. William. Buffalo gourd and Jojoba: Potential new crops for arid lands. Advances in Agronomy, 36; 317-349.
- 15.- Jawad, M. I. Kochhar, P. S. and Hudson, F. J. G. 1983. Quality characteristics of physically refined soy bean oil; effects of pre-treatment and processing time and temperature. J. Fd. Technol., 18; 353-360.
- 16.- Friedrich, P. John list. R. Gary. 1982. Caracterización of Soybean Oil Extracted by Supercritical Carbon Dioxide and Hexane. J. Agric. Food Chem., 30; 192-193.
- 17.- Vasconcellos, A. J. and Berry, W. J. 1982. Characteristics of Laboratory-Processed Cucurbita Foetidissima Seed Oil. J. Am. Oil Chem. Soc., 59 (2) Feb.; 79-84.
- 18.- Bemis, P, W. Berry, W. James and Weber, W. Charles. 1979. The Buffalo Gourd A potential Arid Land Crop. AAAS Selected Symposium, 38; 65-87.
- 19.- Shahani, S. H. et al. 1951. The Buffalo Gourd, a Potential Oilseed Crop of The Southwestern Dry Lands. J. Am. Oil Soc. March; 90-95.
- 20.- Lancaster, Mark et al. 1983. Nutrituonal Evaluation of Buffalo Gourd: Elemental Analysis of Seed. Economic Botany. 37(3); 306-309.
- 21.- Balley, S. D. et al. 1950. The utilization of the seeds of the Wild Parenial Gourds. J. Am. Oil Chem. Soc., Dec.; 571-574.

- 22.- Bemis, P. W. et al. 1978. The feral Buffalo Gourd, Cucurbita foetidissima. *Economics Botany*, 32 January-March; 87-95.
- 23.- Bemis, P. W. et al. 1978. The Buffalo Gourd: A New Potential Horticultural Crop. *Hortscience*, 13(3), June; 235-240.
- 24.- Zscheile, F. P. et al. 1944. *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.* 16; 83.
- 25.- Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemists. 1980. Published by the A. O. A. C. Thirteenth ed. 437, 858.
- 26.- Badui, D. Salvador. 1981. *Química de los Alimentos*. Editorial Alhambra, S. A., (4); 160-167.
- 27.- Thorne, C. J. R. 1978. *Techniques in Protein and Enzyme Biochemistry*. Elsevier/ North- Holland Biomedical Press., B 104, 1-18.
- 28.- Garay, E. L. et al. 1984. Estudio de Rendimientos Extractivos y Caracterización Funcional de las proteínas de semilla de Calabaza (Cucurbita moschata). Tesis profesional. Facultad de Ciencias Químicas San Luis Potosí, S.L.P.
- 29.- De la Rosa, M. et al. 1984. Determinación de las Condiciones extractivas del aceite de semilla de calabaza (C. moschata) en un sistema de percolación. Tesis profesional. Facultad Ciencias Químicas, San Luis Potosí, S.L.P.



*FUENTE CHICA No. 145*  
*TEL. 5-60-63*  
*SAN LUIS POTOSIS, L. P.*