

# El posible uso de harina de ajonjolí para fines comestibles

WERNER G. JAFFÉ Y JOSÉ FÉLIX CHÁVEZ  
División de Investigaciones. Instituto Nacional de Nutrición.  
Caracas, Venezuela

## RESUMEN

Se presentan los resultados de ensayos analíticos sobre diferentes fracciones obtenidas mediante molienda, tamización y separación por aire en escala de laboratorio o escala piloto, de tortas provenientes de la fabricación de aceite de ajonjolí. Se observó en las fracciones finas una reducción del contenido en fibra y un aumento en el de proteínas, pero no se logró reducir el contenido de ácido oxálico, el cual se encuentra como oxalato de calcio, razón por la cual se supone que no presenta peligro si el producto es usado en combinación adecuada con otros ingredientes. Las tortas provenientes de los procesos de extracción por presión (expeller) no se prestan a la refinación, mientras que el subproducto obtenido del proceso de extracción por solvente es más apropiado.

Se encontraron importantes variaciones en la composición bromatológica de diferentes lotes de semillas de ajonjolí, especialmente en el contenido de proteínas, fibra, oxalatos y lisina, lo cual sugiere la posibilidad de seleccionar la materia de composición más adecuada para la producción de fracciones comestibles.

Además, se presentan los resultados de ensayos biológicos sobre la suplementación entre las proteínas de ajonjolí y de harina de pescado. Una mezcla que aporta iguales cantidades de las proteínas de ambas fuentes tiene un valor muy superior a cada una por sí sola.

Se discute la posibilidad de producir un producto utilizable en la nutrición infantil.

## INTRODUCCION

El cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum*) es uno de los más importantes en Venezuela, ya que el 87% de la produc-

ción de aceites comestibles proviene de esta oleaginosa. Las tortas residuales que se obtienen como subproducto en la fabricación del aceite se usan como fuente de proteínas y constituyen un ingrediente importante en la elaboración de alimentos concentrados para animales.

Su empleo en la alimentación humana no se ha logrado todavía en gran escala debido a diversas circunstancias adversas. La creciente demanda por fuentes baratas de proteínas, especialmente para la alimentación infantil, y el hecho de que la mayor parte de la producción de ajonjolí proviene de países con mayores problemas nutricionales, como la India, Cercano Oriente y Centro América, señalan la importancia potencial que podría tener dicho material. Las proteínas del ajonjolí tienen un elevado contenido de aminoácidos azufrados, presentando a la vez una deficiencia moderada de lisina, y esto limita su valor biológico.

Además de un sabor amargo frecuentemente presente en las tortas de ajonjolí, su utilización en la alimentación humana se encuentra limitado por su alto contenido en fibra, ácido oxálico y en ciertas ocasiones también en selenio (1).

La utilización del ajonjolí como fuente proteica en la alimentación humana ha sido enfocada sobre las bases de la aplicación de métodos industriales para descorticar las semillas, como paso previo a la extracción del aceite, para lo cual han sido descritos varios procesos técnicos elaborados en la India, México y EE.UU. (2, 3). La producción de un material así obtenido, utilizable en la alimentación infantil, ha sido limitada hasta la fecha, principalmente por su costo, aunque la aceptabilidad y el valor nutritivo han sido satisfactorios según los datos publicados (2).

Es evidente que un proceso que permita la utilización de las tortas industriales de ajonjolí sin el descorticado previo, como materia prima para la elaboración de una harina comestible, sería de considerable importancia. Los ensayos que se comentan en el presente trabajo se han realizado con el fin de estudiar la posibilidad de usar las tortas de ajonjolí en la preparación de harinas aptas para el consumo humano.

## MATERIAL Y METODOS

Las tortas de ajonjolí fueron suministradas por diversas empresas particulares y correspondían a los procesos de ex-

tracción de aceite que se usan en el país, "expeller" (screw press), y mediante el uso de pre prensa y posterior extracción con solvente (hexano)<sup>1</sup>. La torta obtenida por el método "expeller" consiste de costras duras de color marrón oscuro y con un contenido de aceite residual que varía entre 6-8%; en cambio, la torta extraída por solventes se presenta en forma de polvo grueso en el cual pueden apreciarse claramente los tegumentos de las semillas y tiene un contenido residual de aceite menor del 1%. Para la preparación de subfracciones a partir de ambos tipos de tortas se efectuaron varias pruebas de laboratorio con un molino de martillos<sup>2</sup>, utilizando diferentes tiempos de molienda y los 3 tipos de tamiz de que dispone el molino. Se han ensayado además 2 procedimientos de molturación y tamización combinada en escala piloto, los cuales responden a los siguientes pasos:

Lote 249 (extracción por expeller): se utilizó un molino de martillos "Mikropulverizer", modelo 2TH, desprovisto de cedazo para una molturación inicial con objeto de romper los pedazos. El material resultante se tamizó con tela de seda Malla 4XX (U. S. Standard Sieve No. 50), desechándose la parte gruesa, y el polvo fino se trituró en el mismo molino, pero esta vez con cedazo No. 020. Mediante una cernidora provista de tela de seda Malla 9XX (U. S. Standard Sieve 100) y acoplada al mismo molino, se separó el producto final en parte gruesa y fina.

Lote 248 (extracción por solvente): Debido a las características físicas de este material, no fue necesario someterlo a una tamización previa empleando tela de seda OXX (U. S. Standard Sieve No. 30), tratándose la parte fina en el mismo equipo descrito anteriormente y desechándose la parte gruesa.

En otro experimento se empleó un separador de aire "Raymond" de 10 pulgadas, utilizando el ciclón grande o el pequeño, según el caso, y aletas No. 12 y No. 16<sup>3</sup>. La torta extraída por solvente se trató con este equipo directamente o después de haber sido molturada con el molino de martillos, empleando los diferentes tamices. Debido a su constitución

---

1 Los autores expresan su agradecimiento a Grasas de Valencia, C. A., y C. A. Productora de Grasas por el suministro de las muestras.

2 Wiley Mill No. 2, Arthur Thomas Co.

3 Se agradece al Instituto Venezolano de Investigaciones Tecnológicas e Industriales (INVESTI) la colaboración prestada.

compacta, la torta proveniente del proceso "expeller" tuvo que ser molturada completamente en el molino antes de ser sometida a la acción del separador.

Las muestras de semillas de ajonjolí analizadas eran en su mayoría de procedencia nacional y corresponden a las diferentes variedades que se cultivan en el país<sup>4</sup>. Se incluyeron también dos muestras importadas de Nigeria y dos de Sudán. Las semillas primero se trituraron en un molino de mano y luego se sometieron a extracción con hexano. Se eliminó el solvente por exposición al sol y por calentamiento en la estufa a una temperatura no mayor de 70°C.

Los análisis de la composición porcentual y los de vitaminas y minerales se efectuaron de acuerdo al AOAC (4). Para las determinaciones de lisina total se empleó el método microbiológico (5) y el del fluorodinitrobenzeno (FDNB) (6) para la lisina disponible. Los análisis de ácido oxálico se efectuaron según Eheart y Hurst (7).

Toda vez que la harina de pescado es una excelente fuente de lisina y siendo éste precisamente el aminoácido limitante de la proteína del ajonjolí (8), se planificaron diversos ensayos biológicos con el objetivo de establecer el nivel de suplementación más apropiado entre estos ingredientes. Para este fin se utilizaron harina de pescado importada<sup>5</sup> y torta de ajonjolí que respondía al proceso de expeller, obtenido a base de semilla importada de Nigeria. Aunque hubiera sido deseable el uso de tora preparada por el método de extracción por solvente, se consideró inconveniente su utilización debido a que la empresa que aplica este método de extracción sólo disponía de ajonjolí nacional, el cual, por lo regular, contiene cantidades elevadas de selenio (9).

Se prepararon dietas isoproteicas a un nivel de 10% de proteínas de tal manera que la harina de pescado aportaba niveles crecientes de proteínas entre 0 y 10%, completándose el 10% de proteínas con la torta de ajonjolí, cuyo contenido proteico era 39% (N x 5.30). El resto de la composición de las dietas era como sigue: solución de vitaminas (10), 1%; mezcla de sales USP XIV, 4%; aceite de maíz, 5%; aceite de

4 Las semillas de ajonjolí nacional fueron suministradas gentilmente por el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), Maracay, Venezuela.

5 Viobin Corporation. Monticello, Illinois.

hígado de bacalao, 1%, y almidón de yuca en cantidad suficiente para 100 g.

Los ensayos biológicos se realizaron con ratas de 20-23 días de edad y entre 45-59 g de peso, descendientes de la cepa "Sprague Dawley" de la colonia animal de este Instituto. Cada grupo constaba de 3 machos y de 3 hembras. Los ensayos se prolongaron durante 28 días y los animales se mantuvieron en jaulas galvanizadas individuales, recibiendo agua y dieta *ad libitum* y tomándose nota del alimento ingerido.

## RESULTADOS

### *Fraccionamiento de las tortas*

Los datos presentados en el Cuadro N° 1 señalan la composición de tortas de ajonjolí obtenidas mediante los procesos de expeller y de extracción por solvente. La diferencia más importante se observa en el contenido de aceite residual, mucho más elevado en el primero que en el segundo caso. El contenido proteico se encontró entre el 36 y el 40%. Los valores para las vitaminas del complejo B son relativamente elevados y el nivel de oxalatos expresado como ácido oxálico es mayor que 3%.

En el Cuadro N° 2 se señala la composición de las fracciones finas y gruesas obtenidas por la molienda y tamización de semillas de ajonjolí desgrasadas en el laboratorio. Debido a pérdidas de material durante el procesamiento, no se aprecia correspondencia entre los rendimientos y composición química de las fracciones y los valores de las semillas desgrasadas. Comparando ambas fracciones, se aprecia un contenido más elevado de proteínas, ceniza y ácido oxálico en la fracción fina en comparación con la gruesa. Por otra parte, se observó una disminución de la fibra cruda en la fracción fina en comparación con las semillas desgrasadas.

Los resultados de los análisis de las muestras obtenidas por molienda y tamización en escala piloto utilizando tortas que respondían a los procesos de expeller y de extracción por solventes, se presentan en el Cuadro N° 3, donde se compara la composición de las tortas con sus respectivas fracciones finas.

CUADRO N° 1

COMPOSICION PROMEDIO DE TORTAS DE AJONJOLI

Método de extracción	Número de muestras	Humedad %	Proteína (Nx5.30) %	Ceniza %	Extracto etéreo %	Fibra %	Lisina (Micro biol.) gr/16grN	Lisina (FDNE) gr/16 gr N	Acido Oxálico %	Tiamina mg %	Riboflavin mg %	Niacina mg %
Expeller ("Screw Press")	24	7.6	36.4	10.0	7.0	7.1	3.1	2.45	3.3	1.2	0.39	9.3
Solvente (Hexano)	16	7.8	39.6	12.5	0.6	5.9	3.2	2.64	3.2	1.3	0.38	10.0

CUADRO N° 2

CONTENIDO DE PROTEINA, FIBRA, CENIZA, CALCIO Y OXALATOS EN LAS DIFERENTES FRACCIONES OBTENIDAS EN EL LABORATORIO POR MOLTURACION Y EXTRACCION CON HEXANO DE SEMILLAS DE AJONJOLI

		Semillas desgrasadas	Fracción fina	Fracción gruesa
Proteína (N x 5.30)	%	30.1	36.4	25.7
Fibra	%	7.3	5.2	9.7
Ceniza	%	10.1	12.7	4.1
Calcio	%	2.2	2.9	0.9
Acido oxálico	%	2.6	3.3	1.2
Rendimiento			73%	27%

CUADRO N° 3

RESULTADOS ANALITICOS HALLADOS EN LAS TORTAS EXTRAIDAS POR EXPELLER Y SOLVENTE Y SUS RESPECTIVAS FRACCIONES FINAS OBTENIDAS POR MOLIENDA Y TAMIZACION EN ESCALA PILOTO

	Torta		Fracciones Finas	
	Expeller	Solvente	Expeller	Solvente
Proteína (N x 5.30)%	37.7	36.4	36.7	37.8
Ceniza %	9.4	11.8	10.5	13.8
Fibra %	9.3	6.7	6.5	4.1
Acido oxálico %	2.6	1.8	3.5	3.6
Lisina (microb.)g/16gN	-	-	3.2	3.4
Lisina (FDNB)g/16gN	-	-	2.4	2.6
Rendimiento %			46 %	50 %

El contenido de proteínas de la fracción fina, obtenida de la torta de expeller, no experimentó ningún aumento, mientras que en la fracción fina preparada de la torta obtenida por el proceso de preprensa y extracción con solvente se encuentra más elevado el nivel proteico y más bajo el correspondiente a la fibra. En ambos casos la cantidad de ácido oxálico es mayor en la parte fina que en la torta. Los rendimientos de fracción fina fueron de 46% y 50% para las tortas obtenidas con los procesos de expeller y solvente, respectivamente.

El resultado de una experiencia en la cual se usó el separador de aire se presenta en el Cuadro N° 4. La torta extraída por solvente, al ser tratada directamente por el separador utilizando el ciclón grande y aletas N° 12 y N° 16, proporcionó un rendimiento de sólo 8.8% en fracción fina. Por este motivo se planificó una segunda experiencia en la cual la torta se pasó por el molino de martillos utilizando los cedazos intermedio y fino antes de su tratamiento por el separador, con objeto de lograr una textura más fina y aprovechar mejor su acción. El rendimiento obtenido en fracción fina, gracias a este paso previo, llegó a un nivel promedio de 9%, cifra que todavía no puede considerarse como satisfactoria.

Para procesar la torta obtenida por "expeller" (screw press) ya en forma de polvo se utilizaron las mismas aletas N° 12 y N° 16, pero esta vez se sustituyó el ciclón grande por el pequeño. El rendimiento obtenido en fracción fina fue de 5.6%. Este tipo de material, en contraste con la torta extraída por solvente y debido a su contenido en aceite residual, obstruye parcialmente los ductos del separador y su recolección es difícil, tanto en el reservorio destinado a la parte fina como en el de la parte gruesa.

Se observa que el contenido de proteína en las fracciones finas y en las gruesas no experimentó casi ninguna variación y que la ceniza, el calcio y el ácido oxálico aumentaron en las fracciones finas de todas las muestras. En cambio, se aprecia que el tenor de fibra en la fracción fina es menor que en todas sus contrapartidas gruesas.

#### *Composición de diferentes lotes de semillas de ajonjolí*

La composición de las tortas de ajonjolí fluctúa considerablemente de acuerdo a los diversos factores ambientales y ge-

CUADRO N° 4

COMPOSICION DE LAS FRACCIONES OBTENIDAS POR DIFERENTES TRATAMIENTOS DE MOLIENDA Y SEPARACION POR AIRE, A PARTIR DE TORTAS DE AJONJOLI

COMPOSICION PARCIAL	L O T E 379 ( S O L V E N T E S )				LOTE 249 (EXPPELLER)			
	SIN MOLER FRACCION		MOLIENDA CON TAMIZ INTERMEDIO FRACCION		MOLIENDA CON TAMIZ FINO FRACCION		MOLIENDA CON TAMIZ INTERMEDIO FRACCION	
	FINA	GRUESA	FINA	GRUESA	FINA	GRUESA	FINA	GRUESA
Protefna (N x 5.3)%	37.4	37.2	38.4	37.9	37.4	38.3	37.8	37.1
Fibra %	4.3	7.4	3.3	6.5	3.0	5.7	3.0	6.5
Ceniza %	15.4	11.0	14.0	11.8	15.8	10.6	9.7	8.9
Calcio %	3.4	2.2	3.3	2.2	3.4	2.3	2.1	1.8
Ac. oxálico %	6.8	4.2	6.3	4.6	6.5	3.7	3.8	3.3
Rendimiento %	8.8	-	8.4	-	10	-	5.6	-

CUADRO Nº 5

## COMPOSICION DE LAS SEMILLAS DE AJONJOLI DESGRASADAS

	SEMILLAS DESGRASADAS
Proteína (N x 5.30) %	29.2 - 43.7 (32)
Lisina total (g / 16 g N)	2.6 - 4.7 (10)
Fibra %	4.0 - 10.1 (31)
Acido oxálico %	1.72 - 3.70 (12)
Calcio %	1.95 - 2.90 ( 8)
Hierro mg / 100g	14.2 - 70.3 ( 8)
Tiamina mg / 100g	2.13 - 2.81 ( 8 )
Riboflavina mg / 100g	0.34 - 0.44 ( 8)
Niacina mg / 100g	8.1 - 10.9 ( 8)

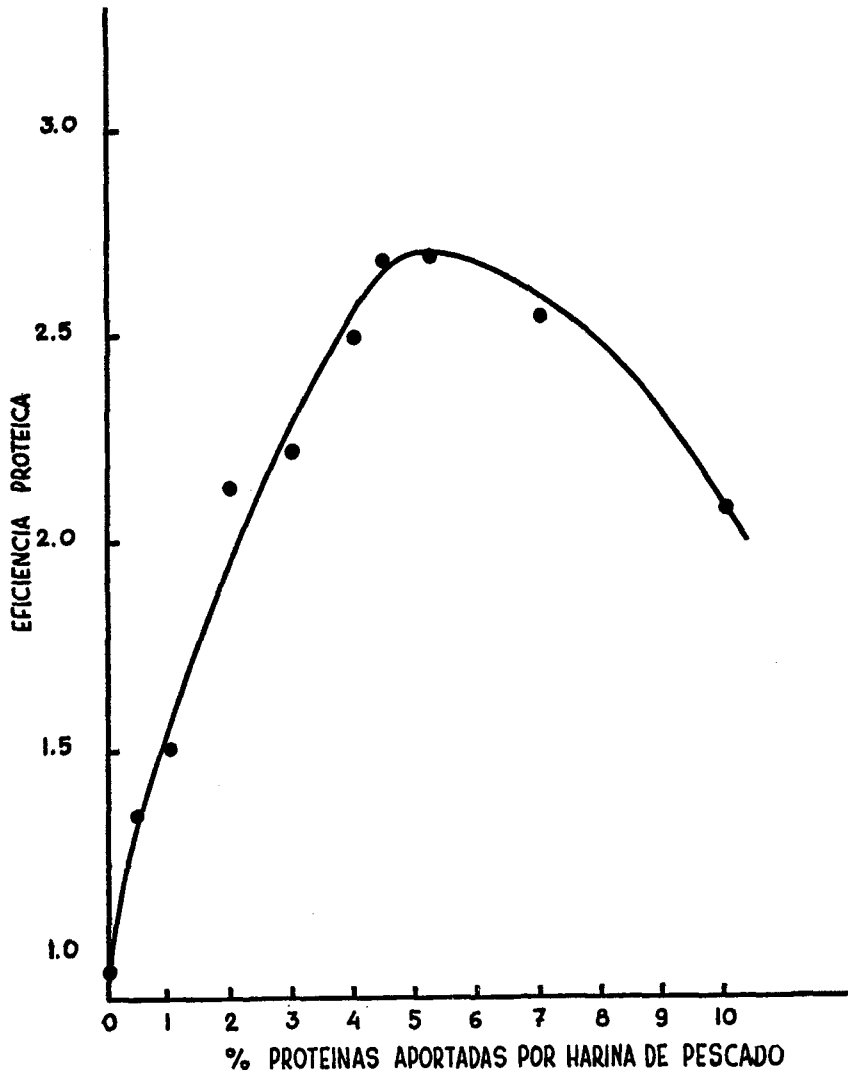
(Cifras entre paréntesis corresponden al número de muestras analizadas.)

néticos y al mismo tiempo el proceso de extracción puede inducir ciertas variantes. Para poder estimar la posible influencia de estos factores se analizaron diferentes lotes de semillas de ajonjolí desgrasadas, cuyos resultados se ofrecen en el Cuadro Nº 5. Se observan importantes diferencias en el contenido de proteínas, fibra, ácido oxálico, calcio y hierro, mientras que la cantidad de vitaminas no muestra variaciones importantes. La concentración de la lisina referida a 100 g de proteína presentó en un caso un valor de casi el doble del valor usual para esta semilla. En 7 variedades de semillas cultivadas en condiciones parecidas en el Centro de Investigaciones Agronómicas de Maracay, Venezuela, los valores de proteínas, li-

CUADRO N° 6

COMPOSICION PROMEDIO DE SEMILLAS DESGRASADAS DE DIFERENTES VARIEDADES VENEZOLANAS DE AJONJOLI

VARIEDAD	Proteína (Nx5.30) %	Geniza %	Fibra %	Ac. Oxálico %	Calcio %	Lisina (Microb.) Gr./16N	Lisina Disponible Gr/16N	Tiamina mg %	Ribofla vina mg %	Niacina mg %
Acarigua	40.4	10.3	5.8	3.2	2506	3.1	2.4	2.6	0.4	8.3
Aceitera	44.6	10.3	5.9	3.3	2255	2.7	2.0	2.6	0.3	10.1
Glauca	41.9	8.8	5.0	2.6	1861	3.0	2.3	2.2	0.3	10.0
Inamar	44.9	7.9	5.4	2.3	1618	2.9	2.4	2.2	0.4	11.3
Morada	40.7	11.4	6.8	3.1	2237	3.0	2.3	2.2	0.4	10.4
Venez. - 51	42.7	11.8	6.0	2.8	2328	3.0	2.7	-	-	-
Venez. - 52	43.7	8.2	4.9	1.8	1692	3.0	2.5	2.5	0.3	12.3



sina, fibra, tiamina y riboflavina presentaban escasa diferencia, no siendo éste el caso con los correspondientes a ácido oxálico y niacina (Cuadro N° 6). Otros autores han señalado valores de proteínas más altos que los encontrados por nosotros (11). Esta diferencia es explicable, ya que en nuestros cálculos se utiliza el factor de conversión de 5.30, recomendado para el ajonjolí, en vez del factor 6,25, utilizado en el trabajo citado.

### *Ensayos biológicos*

Los resultados correspondientes a los ensayos biológicos se presentan en el Gráfico 1. La dieta que contenía solamente torta de ajonjolí como fuente de proteínas es responsable por un valor de eficiencia proteica (P.E.R.) menor que la unidad. A los diversos niveles de reemplazo de proteínas de ajonjolí por las de harina de pescado se observa un aumento progresivo en los valores de eficiencia proteica, hasta llegar al valor máximo cuando la mitad de las proteínas en la dieta provenía de la harina de pescado.

## DISCUSION

Por la aplicación de un proceso adecuado de molienda y de cernido se logra una importante reducción en el contenido de fibra menos acentuada en los casos en que se trabaja con tortas residuales que responden al proceso "expeller". La torta obtenida por este último procedimiento consiste en un producto compacto con 6-8% de aceite residual, en el cual las semillas y las cáscaras han formado costras duras, bajo las condiciones de alta presión y temperatura prevalentes en el momento de la expulsión del aceite (Cuadro N° 1). En estas condiciones no se logra una separación satisfactoria entre la fibra y la parte fina. Los resultados analíticos relativos al contenido de lisina son ligeramente más bajos en las tortas "expeller" que en las obtenidas por extracción con solvente, probablemente también como resultado de las temperaturas elevadas a que se expone la materia prima. El sabor amargo de estas tortas contribuye también en hacerlas inaceptables para los fines de producción de harina de ajonjolí comestible.

Al moler y tamizar la torta de ajonjolí extraída con solvente, se logró una reducción significativa del contenido de fibra. El contenido en proteínas aumentó simultáneamente,

siendo el rendimiento del producto fino aproximadamente 50-70% según el procedimiento usado (Cuadro N° 2). El contenido en ácido oxálico y en calcio era considerablemente más alto en la parte fina que en la gruesa. El aumento del ácido oxálico en la parte fina se debe probablemente a la existencia en las semillas de ajonjolí de cristales finos de oxalato de calcio, localizados en el espermodermo, una delgada capa celular que cubre el endospermo (12). Durante la molienda estos cristales se separan de la parte cortical y pasan a través del tamiz (Cuadro N° 3).

Los ensayos encaminados a reducir el contenido de ácido oxálico en el producto fino mediante un proceso de separación por aire usando un separador neumático "Raymond" de ciclón, no dieron resultados positivos, ya que no solamente el procedimiento seguido era ineficaz en disminuir el nivel de oxalatos en la parte fina, sino también el rendimiento de esta fracción era muy poco satisfactorio (Cuadro N° 4).

El ácido oxálico existe en forma insoluble en agua, como oxalato de calcio, observándose la existencia de un exceso de calcio por encima de la cantidad estequiométrica correspondiente a la sal del ácido oxálico. Es de presumir que la mínima solubilidad del oxalato de calcio sea una ventaja, ya que de esta forma debe excretarse en gran parte por vía fecal y así ejercer un efecto metabólico de poca importancia (13).

Se ha establecido que la rata blanca (*Rattus norvegicus*) casi no metaboliza el oxalato de calcio, pasando por el tracto gastro-intestinal sin ser absorbido, mientras que en otras especies, particularmente la *Neotoma albigula* ("pack rat") una parte sustancial de dicha sal es metabolizada sin producir síntomas de toxicidad (14). Bajo ciertas condiciones de ingesta reducida de calcio, parece que las ratas blancas también son capaces de utilizar parte del calcio, aportado en forma de oxalato (15). El calcio del ajonjolí es muy poco utilizado por pollos (16), probablemente por la misma razón de encontrarse en su mayor parte en forma de oxalato. Fassett (17) opina que es poco probable la aparición de efectos crónicos en humanos causados por la ingesta de oxalato. En experimentos efectuados con otros fines hemos alimentado ratones y ratas con una dieta compuesta de 40% de tortas crudas de ajonjolí durante 5 generaciones consecutivas, sin haber observado signos de toxicidad atribuibles a este tipo de dieta (18).

Sin embargo, según Ackermann (19), el crecimiento era deficiente en ratas nacidas de madres alimentadas con una dieta con 2.1% de calcio y una cantidad equimolar de oxalato. Es deseable que se planifiquen y efectúen experimentos en niños sobre este problema, bajo condiciones muy bien controladas.

Mediante una selección de la materia prima con un contenido bajo de la sal oxálica, se puede lograr un producto final con un contenido máximo de 2.5% de ácido oxálico. Si la harina de ajonjolí se utiliza al nivel del 20% en una fórmula alimenticia para humanos, aportaría así un 0.5% de ácido oxálico, cantidad que en forma de oxalato de calcio parece insignificante. Además sería conveniente un estudio sistemático acerca de los factores genéticos y ambientales que influyen sobre la cantidad de oxalatos en las semillas de ajonjolí con el fin de lograr su reducción por medios agronómicos.

Es posible reducir la fibra cruda a valores inferiores a 4% con el proceso de molienda y tamización, si se utiliza una materia prima con un contenido no mayor de 7% en fibra (Cuadros Nos. 3 y 4). Este valor de 4% puede considerarse como el límite aceptable para un producto comestible de esta naturaleza.

En varias muestras de tortas y semillas de ajonjolí de procedencia nacional y extranjera hemos observado un contenido de selenio más o menos elevado (20). Este elemento se encuentra en forma orgánica, no extraíble y no separable de la fracción proteica, y su presencia depende muy probablemente de su existencia en los suelos donde se cultivó la oleaginosa. La única forma para evitar un aporte excesivo de selenio es

Existen importantes variaciones en la composición de las semillas de distintos lotes de ajonjolí de diferente procedencia (Cuadros Nos. 5 y 6). Entre las muestras analizadas, el contenido en fibra variaba entre 4.3 y 10.1%; el de proteína, entre 33.1 y 43.4%; el de ácido oxálico, entre 1.72 y 4.33%, y el de lisina, entre 2.5 y 4.7/100 g de proteína. No podemos afirmar hasta qué punto estas variaciones corresponden a diferencias genéticas o ambientales, pero demuestran que mediante la selección adecuada de la materia prima se puede lograr tortas con un contenido reducido en fibra y ácido oxálico y alto en proteína. Esto es evidentemente de gran importancia para el logro de un producto final aceptable.

Llama la atención la diferencia entre la lisina total y la disponibilidad en las semillas de ajonjolí desgrasadas con solvente (Cuadro N° 6). Una posible explicación sería la existencia natural en las semillas de parte de la lisina en una forma que no reaccione con el FDNB. El contenido de lisina en una muestra de ajonjolí proveniente del Japón era de 4.7%, calculado sobre la proteína, el cual resulta bastante más elevado que el valor promedio de aproximadamente 3% en casi todas las demás muestras analizadas. Esto indica que probablemente se podrían desarrollar variedades con un valor biológico muy superior al que tienen las variedades corrientes. La lisina es el aminoácido limitante del ajonjolí y un incremento de su contenido no sólo aumentaría el valor nutritivo de la harina, sino también su capacidad de suplementación del valor biológico de los cereales.

Los ensayos efectuados con ratas sugieren que al suplementar la torta de ajonjolí con harina de pescado desodorizada se logra un aumento muy apreciable del valor biológico y que las proteínas deben ser aportadas por este último material en una proporción no menor del 40%, para obtener un valor óptimo de eficiencia proteica. En el Gráfico 1 se observa que en el extremo opuesto de la curva, es decir, cuando toda la proteína de la dieta proviene de la harina de pescado, el valor correspondiente de eficiencia proteica disminuye comparado con el hallado para una mezcla apropiada de ambos productos.

Los ensayos comentados demuestran que es posible producir, a partir de tortas de ajonjolí provenientes del proceso de extracción por solventes, una harina con características que justifiquen ensayos posteriores en niños, para estudiar su potencial valor como ingrediente alimenticio o suplementario. Lógicamente dicho producto debe cumplir con otras exigencias sanitarias generales, tales como ausencia de residuos del solvente y adecuado contaje bacteriano, las cuales deben ser fijadas oportunamente.

Es aconsejable proseguir con los experimentos relativos a la aplicación de los procesos técnicos de separación de la cáscara y aislamiento de proteínas a partir de la torta, como posibles alternativas conducente al uso del ajonjolí como alimento de consumo humano.

## SUMMARY

The feasibility of the use of fractions obtained from sesame cakes  
(*Sesame indicum*) for human consumption

Chemical composition of different fractions obtained by grinding, sieving, and air separation from sesame cake are presented. A reduction in crude fiber and a slight increment in protein level could be observed in the fine fractions; however the oxalic acid content could not be lowered. This acid is present in the form of calcium oxalate, hence it is assumed that the refined material could be used safely if it is adequately combined with other ingredients. Cakes from the expeller oil extraction process are not suitable for the purpose of producing edible fractions being more adequate the material from the solvent extraction process.

Wide variations in the chemical composition of different seeds samples were found particularly in protein, crude fiber, oxalate, and lysine; a suitable selection of the raw material for the production of edible fractions should therefore be possible.

Feeding studies with rats demonstrated that protein combinations between sesame cakes and fish flour show highest PER values when each ingredient contributes approximately half the amount of the total protein in the mixture.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Jaffé, W. G., J. F. Chávez & Koifmann.—Estudios preliminares sobre la toxicidad de muestras de ajonjolí con alto contenido de selenio. *Arch. latinoamer. Nutr.*, 14: 7-23, 1964.
- (2) Scrimshaw, N. S., R. L. Squibb, R. Bressani, M. Béhar, F. Vitery & G. Arroyave.—Mezcla de proteínas vegetales para la alimentación de niños lactantes y pre-escolares. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana. Suplemento N° 3*, 86-101, 1959.
- (3) Parpia, H. A. B.—Development of food mixes for pre-school children in India. *Pre-School Child Malnutrition. Primary Deterrent to Human Progress. Publication 1282. National Academy of Sciences - National Research Council. Washington, D. C.* 181-219, 1966.
- (4) Association of Official Agriculture Chemists, *Official Methods of Analysis. Washington, D. C. Tenth Edition*, 1965.
- (5) Barton-Wright, E. C.—“The microbiological assay of the vitamin B-complex and aminoacids”, London, Pitman, 1952.
- (6) Raghavendar Rao, S., F. L. Carter & V. L. Frampton.—Determination of available lysine in oilseed meal proteins. *Anal. Chem.*, 35, 1927-1930, 1963.
- (7) Eheart, J. F. & D. C. Hurst.—“A statistical study of a proposed assay method for oxalates in plants”. *J. A.O.A.C.*, 45: 98-101, 1962.
- (8) Orr, M. L. & B. K. Watt.—Aminoacid content of foods. *Home Economics Research Report No. 4. U. S. Department of Agriculture*, 1957.

- (9) Jaffé, W. G., J. F. Chávez & M. C. Mondragón.—Contenido de selenio en alimentos venezolanos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 17: 59-68, 1967.
- (10) Jaffé, W. G.—Influencia de distintos suplementos dietéticos sobre la reproducción de ratas alimentadas con dietas bajas en vitamina B<sub>12</sub>. *Arch. Venez. Nutr.*, 3: 59-68, 1962.
- (11) Kinman, M. L. & S. M. Stark Jr.—Yield and chemical composition of Sesame *Sesamum indicum* as affected by variety and location grown. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 31: 104-108, 1954.
- (12) Carter, F. L., V. O. Cirino & L. E. Allen.—Effect of processing on the composition of sesame seed and meal. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 38: 148-150, 1961.
- (13) Varela, G. & A. Murillo.—Influencia del oxalato sódico y del EDTA sobre la digestibilidad y eliminación fecal endógena de calcio en ratas. *Anales de Bromatología*, 19: 91-112, 1967.
- (14) Shirley, E. K. & K. Schmidt-Nielsen.—Oxalate metabolism in the pack rat, sand rat, hamster and white rat. *J. Nutr.*, 91: 496-502, 1967.
- (15) Canseret, J. & D. Hugot.—L'oxalate de calcium constitue-t-il une source de calcium utilisable pour le rat en croissance? *Compt. Rend. Acad. Sci.*, 249: 1272, 1959.
- (16) Cuca, M. & M. L. Sunde.—The availability of calcium from mexican and californian sesame meals. *Poultry Sci.*, 46: 994-1002, 1967.
- (17) Fassett, D. W.—Oxalates, in Toxicants Occurring Naturally in Foods p. 257-266. Publ. 1354, Natl. Acad. Sci. Natl. Res. Council. Washington, D. C., 1966.
- (18) Jaffé, W. G.—Reproduction of mice kept on rations low in vitamin B<sub>12</sub>. *Arch. Biochem.*, 27: 464-466, 1950.
- (19) Ackermann, H.—Der Oxalsäuregehalt in Gemüse. *Archiv. f. Gartenbau*, 6: 404-422, 1958.
- (20) Jaffé, W. G., J. F. Chávez & M. C. Mondragón.—Contenido de selenio en muestras de semillas de ajonjolí (*Sesamum indicum*) procedentes de varios países. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 19: 299-307, 1969.