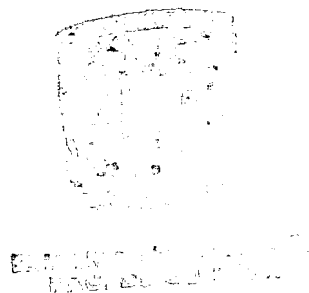


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



CAMBIOS EN LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LA MANTECA DE CERDO SOBRECALENTADA Y POSIBLES IMPLICACIONES TOXICOLOGICAS

T E S I S

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

ADRIANA VIDAURRI GONZALEZ

MEXICO, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

I N D I C E

	p.
CAPITULO I	
OBJETIVO.....	1
INTRODUCCION.....	2
CAPITULO II	
ANTECEDENTES.....	7
CAPITULO III	
MATERIALES Y METODOS.....	19
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
CAPITULO V	
CONCLUSIONES Y RECCOMENDACIONES.....	45
APENDICE.....	48
BIBLICGRAFIA.....	63

CAPITULO I

OBJETIVO

-El objetivo de este trabajo es evaluar el deterioro que va sufriendo la manteca de cerdo al ir aumentando el tiempo de calentamiento, friendo en ella una determinada cantidad de epidermis de cerdo para la elaboración de chicharrón.

-Una vez cumplido el tiempo de calentamiento requerido, determinar los posibles daños que pudiese ocasionar la ingestión de ésta grasa en ratas al ser suministrada como parte de su dieta.

Se dará en una concentración relativamente baja (10%), tomando en cuenta que los estudios toxicológicos se hacen alimentando a los animales con grandes cantidades de grasa termicamente oxidada (de 8-40%) y con grados de oxidación que tal vez no se encuentren en las grasas y los aceites consumidos por el hombre.

INTRODUCCION

...Desde tiempos inmemoriales la manteca de cerdo ha estado ligada íntimamente a la cocina mexicana; su uso para tal objeto nos llega a través de generaciones y generaciones. Podría decirse que es élla la que formó el gusto hacia los platillos mexicanos de hoy y de siempre. Compartiendo el mercado con aceites y mantecas vegetales conserva la preferencia no obstante la amplia difusión y apoyo publicitario de aquellos...

Muchos son los estudios que nos muestran los efectos que se producen al someter un aceite insaturado a un calentamiento prolongado, provocando que se formen una serie de compuestos ya identificados como tóxicos que son potencialmente cancerígenos. Muchos reportes describen observaciones experimentales con animales de laboratorio alimentados con éste tipo de aceites, mostrando efectos biológicos negativos, empezando desde una pequeña depresión en el crecimiento hasta un crecimiento pobre, problemas de "flatulencia", úlceras, hemorragias, degeneración celular en hígado, corazón y riñón llegando a producir hepatomegalia y en ocasiones la muerte del animal.

Un gran número de aceites han sido estudiados en diferentes condiciones llegando de una manera general a afirmar que su ingestión puede ser muy dañina (dependiendo del tratamiento

recibido). Se ha llegado a la conclusión de que las dobles ligaduras presentes en el aceite juegan un papel importante en el deterioro de los lípidos que es provocado por un sobrecalentamiento, tal vez por ello el poco interés en el estudio sobre los posibles daños, los efectos y el mecanismo que se podría producir al sobrecalentar una grasa saturada.

Lo anterior me llevo a pensar que sería importante el estudio del sobrecalentamiento de la manteca de cerdo ya que siendo ésta una grasa saturada se tiene muy poca información al respecto. Es de importancia también para México ya que es un país donde encontramos una marcada tendencia al consumo de comida del tipo "antojito" (carnitas, chicharrones, sopes, tostadas, quesadillas) donde se usa y abusa de las grasas, siendo en México la manteca de cerdo una de las más utilizadas para este tipo de comida.

En el cuadro 1.1 se estima la composición de la manteca de cerdo, en el cuadro 1.2 se estima la producción nacional de la manteca de cerdo en los últimos años y en el cuadro 1.3 se estiman algunos alimentos en donde la manteca de cerdo es utilizada.

Vale la pena destacar que hay diferencias entre los datos proporcionados por las diferentes Secretarías (en cuanto a producción de manteca de cerdo para el año de 1975) lo que demuestra que las estadísticas deben ser consideradas con reserva. Por otro lado nos refleja la problemática para estimar estos datos.

CUADRO 1.1

COMPOSICION DE LA MANTECA DE CERDO^a

ACIDOS GRASOS		%	
De 35-40% de ácidos grasos saturados.	Butírico	-	
	Cáprico	-	
	Laúrico	-	
	Mirfístico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	3
	Palmítico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	23
	Esteárico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	13
	Araquídico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	0.2
Acidos grasos insaturados	Oléico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	46
	Linoléico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	14
	Linolénico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	1

^aBadui, 1981.

ALGUNAS PROPIEDADES DE LA MANTECA DE CERDO:

INDICE DE IODO	53-77% de I_2 absorbido
INDICE DE SAPONIFICACION	190-202 mg KOH/g
PUNTO DE FUSION	31-43°C
INDICE DE REFRACCION (40°C)	1.459-1.461
PESO ESPECIFICO (15°C)	0.914-0.919

CUADRO 1.2

PRODUCCION NACIONAL DE MANTECA DE CERDO^a

AÑO	TOTAL DE CABEZAS SACRIFICADAS	RENDIMIENTO MEDIO (Kg)	PRODUCCION (Kg)
1972	11,372,111	19	216,070,110
1973	11,742,909	19	223,115,270
1974	12,312,516	19	233,937,800
1975	13,179,377	19	250,408,160
1976	14,096,716	19	267,837,600
1977	14,814,347	19	281,472,590
1978	15,534,290	19	295,151,510
1979	16,233,436	19	308,435,280
1980	16,890,000	19	320,910,000

^aDIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA.

CUADRO 1.3

PRODUCCION DE DIVERSOS PRODUCTOS^a 1975

PRODUCCION DE:	CANTIDAD (Toneladas)
CARNITAS	490
CHICHARRON	237
CHICHARRON PRENSADO	408
SANCOCHO PARA CHICHARRON	97
CHICHARRON DE CERDO	151
GRASA DE CERDO	960
MANTECA DE CERDO	1,612

IMPORTACION DE MANTECA DE CERDO^a 8,101 Kg.Brutos

^a ANUARIO ESTADISTICO DEL COMERCIO EXTERIOR DE LOS E.U.M.

CAPITULO II

ANTECEDENTES

Los lípidos son un grupo de compuestos de estructura heterogénea, abundantes en la naturaleza, del que las grasas y los aceites son los representantes más importantes. Están formados por carbono, oxígeno e hidrógeno, en algunos casos también -- pueden contener fósforo y nitrógeno. Dentro de estos compuestos clasificados como lípidos existe una gran variedad de sustancias que presentan poca similitud en su estructura química, -- pero que todas tienen la particularidad de que son solubles en disolventes orgánicos e insolubles en agua; de hecho, esta es -- la definición de lípidos: Compuestos solubles en éter, cloroformo y otros disolventes no polares, pero insolubles en agua. -- Normalmente los aceites son de origen vegetal: soya, algodón, cártamo, etc. mientras que las grasas son de origen animal: -- cerdo, oveja, etc.

Las grasas y los aceites son nutrimentos fundamentales en la -- dieta de los animales, ya que representan la forma más concentrada de calorías en los alimentos. Además, los lípidos contribuyen en muchos aspectos a la textura de los alimentos, sirven como vehículo de vitaminas liposolubles e influyen en el sabor de varios productos alimenticios (Badui, 1981).

Las grasas animales como la de res y cordero, poseen ácidos -- grasos en mayor abundancia del tipo palmítico y esteárico (sa-

turados), mientras que en los cerdos, pollos, pescados hay -- varios poliinsaturados oxidandose más rápidamente (Stansby -- et al, 1968; Zipser y Watts, 1961).

DETERIORO DE LIPIDOS POR CALENTAMIENTO Y DAÑOS OCACIONADOS.

Tres alteraciones químicas que pueden tener un papel importante en la nutrición humana ocurren como una consecuencia indirecta al calentar una grasa en presencia de aire: a) se forman peróxidos de ácidos grasos insaturados, b) los peróxidos se - descomponen a productos secundarios de oxidación (ácidos, carbonilo e hidroxilo) y c) las grasas parcialmente oxidadas se polimerizan. Los ácidos grasos parcialmente oxidados pueden - ser aislados de grasas calentadas causando toxicidad aguda a niveles dietéticos del 2.5% en ratas destetadas en 7 días. Las inyecciones intravenosas de peróxidos también causan toxicidad aguda en ratas y pollos. Los peróxidos y carbonilos pueden - causar toxicidad crónica por efecto de vías biológicas que todaavía no están definidas (Kummerow, 1962).

Estudios en condiciones controladas muestran que los cambios-químicos que ocurren específicamente en la molécula de triglicerido dependen al menos de cuatro factores: a) el tiempo de calentamiento, b) la temperatura, c) la presencia de factores que aceleran la oxidación como el oxígeno o productos de oxidación y d) la composición y posición de los ácidos grasos en el triglicérido. En términos de operaciones comerciales la -- duración del tiempo de una molécula de triglicérido especifi

ca, que es expuesta al calentamiento dependerá de la cantidad de grasa absorbida en el alimento cocinado. Este intervalo es mínimo para comidas que contienen cantidades importantes de grasa como un bistek o un pollo y máximo para productos como papas fritas las cuáles absorben hasta un 40% de grasa o aceite en el que se frien (Kummerow, 1962).

Los primeros reportes realizados sobre la verdadera toxicidad de una grasa sobrecalentada fueron complicados ya que existía la posibilidad de que algunos efectos observados resultaran de las deficiencias vitamínicas producidas por la oxidación de los nutrientes en la dieta. Más tarde se demostró que otros constituyentes de las grasas podían causar problemas. Hay muchas evidencias que indican que los productos secundarios de degradación más que los peróxidos formados son los principales factores en los efectos adversos observados con grasas oxidadas termicamente.

Los primeros reportes realizados fueron los de Roffo (1944), -- él sugirió que las grasas calentadas podían causar cáncer; -- encontró que los aceites de cártamo y oliva oxidados por calentamiento a 250-350°C tienen un potencial carcinogénico cuando se alimentan a ratas.

Kaunitz et al (1959), calentaron aceite de algodón por 210 h. a 100°C encontrando depresión en el crecimiento, diarrea y -- muerte rápida cuando se alimentó con grasa termicamente oxidada a ratas albino.

Crampton et al (1953), calentaron aceite de linasa polimerizado a 275°C por 12 horas bajo CO₂ y encontraron materiales ---

tóxicos que se cree son ácidos cíclicos monoméricos. Kummerow y Perkins (1959), reportaron una depresión significativa en el crecimiento después de haber alimentado ratas con aceite de maiz calentado a 200°C por 48 horas y aereado con una corriente de oxígeno. La elucidación de la estructura química de tales productos de descomposición y su posible toxicidad fueron revisados por Artman (1969).

Rice et al (1960), concluyeron que la mayoría de las grasas son nutricionalmente dañadas cuando se manejan normalmente -- en la preparación de alimentos.

Algunos reportes de aceites comestibles y grasas después de un freido normal en alimentos han indicado poco efecto en el crecimiento y el tiempo de vida de los animales (Alfin-Slater et al, 1959; Artman y Alexander, 1968; Poling, 1960). En contraste con esto Simko et al (1964) concluyeron que se pueden desarrollar sustancias nutricionalmente dañinas en grasas -- bajo condiciones de uso ordinario en la cocina. En Guinea -- alimentaron cerdos con grasas calentadas durante 10 semanas, éstos desarrollaron necrosis debida a la grasa calentada en el hígado, así como lesiones por deposiciones grasas en el miocardio y la aorta.

Kaunitz y Johnson (1973) estudiaron 10 diferentes grasas comestibles tanto aereadas como no aereadas. El peso corporal y el tiempo de vida de los animales se vieron más influenciados por el tipo de grasa alimentada que por el ser aereada. Ratas alimentadas con aceite de cártamo autooxidado (Nakamura

et al, 1973) tuvieron aumento en hígado, con un bajo contenido de triglicéridos que fué atribuido a la extracumulación de proteínas.

Poling et al (1962), reportaron que la severidad de las condiciones (temperatura, aereación, tiempo de calentamiento) - juegan un papel importante en el grado de deterioro de las grasas. Crampton et al (1953) y Friedman et al (1961) establecieron que las grasas que contenian una gran proporción de ácidos grasos poliinsaturados daban más sustancias tóxicas que las grasas conteniendo una mayoría de ácidos grasos saturados. Perkins y Kummerow (1959) confirmaron las observaciones de Crampton demostrando que las grasas insaturadas calentadas tienen mayor toxicidad para animales.

Muchas investigaciones (Michael et al, 1966; Nolen, 1973; -- Poling et al, 1970) han demostrado que los concentrados de las grasas térmicamente oxidadas conteniendo principalmente materiales monoméricos y diméricos son absorbidos más rápidamente y son consecuentemente más tóxicos que los polímeros de cadena larga.

Se investigaron también cambios funcionales asociados con la hepatomegalia comunmente observados de la alimentación de -- grasa termicamente oxidada (Andia y Street, 1975). Junto con el aumento en peso del hígado, se presentaron también aumentos en la concentración de la proteína microsomal y el aldehido-malónico endógeno. Las grasas oxidadas aparentemente estimulan la proliferación de retículo endoplásmico liso y la induc

ción de un complejo de enzimas microsomales. Miller y Landes (1975), observaron una reducción en la producción de hemoglobina, de proteínas séricas, transferrina y ceruloplasmina pero un incremento en la proteína celular del riñón de las ratas alimentadas con aceite calentado.

Ellos postularon que la proteína del hígado se mantenía para competir con los efectos metabólicos de las grasas dañadas, quizá por la síntesis de enzimas hepáticas para metabolizar los lípidos no naturales de la dieta a formas por las cuales podían ser expulsadas a través del hígado y los pulmones.

Un aspecto importante en el reuso de las grasas es en la elaboración de "frituras". Estudios simulados de "frituras" utilizando fibras de algodón como sustituto del alimento y exponiendo diferentes grasas a altas temperaturas como trinoleína, tiroleína calentadas a 185°C por 74 h. se demostró la formación de más de 200 compuestos (Alexander, 1978; Chang et al, 1978), entre los cuales se identificaron varios tóxicos, como el metil- ω (2-alkilciclohexadieno), (Iwaoka y Perkins, -- 1978).

Otro problema que se presenta con los lípidos y sus productos de oxidación, es la alta reactividad que tienen para interactuar con vitaminas y proteínas. Los compuestos formados -- pueden destruir vitaminas como la A, la tiamina y otras, al igual que varios aminoácidos, todo esto repercute en una baja del valor nutritivo del alimento.

Estas son solo algunas de las investigaciones realizadas al respecto, sería imposible mencionarlas todas.

DIGESTION Y ABSORCION DE GRASAS

La digestión de las grasas principia en el estómago con la acción de la lipasa gástrica, pero ésta solo puede romper en -- ácidos grasos y glicerol, siendo incapaz de atacar moléculas de alto peso molecular, no emulsionadas. Sin embargo la presencia de grasa en la dieta origina que el alimento sea retenido en el estómago por un período mayor. Debido a la hormona entero gastrona (la cuál inhibe la secreción gástrica y la motilidad) que se libera de las células de la mucosa intestinal, -- los alimentos permanecen en el estómago aproximadamente 4 horas antes de ser descargados al intestino delgado, lo que da una prolongada sensación de saciedad. En el intestino delgado la bilis actúa sobre las moléculas mayores de grasa para romperlas en partículas grasas menores continuando la digestión con la ayuda de la lipasa pancreática y en menor grado la lipasa intestinal. Los ácidos grasos que resultan, los monoglicéridos y los diglicéridos son emulsionados por la bilis hepática que es vertida al duodeno junto con las enzimas del páncreas. Los complejos de sales biliares, ácidos grasos y monosacáridos se unen a la superficie de las microvellosidades y la parte lípida del complejo penetra a la célula. Entonces las sales biliares son liberadas de sus componentes lipídicos y reentran al lumen intestinal. La mayoría de las sales biliares son reabsorbidas activamente en la parte interior del intestino delgado y son recirculadas al hígado para entrar al - intestino en el duodeno (Krause y Hunscher, 1975).

Los ácidos grasos de cadena larga son absorbidos a las células de la mucosa con la ayuda de las sales biliares y de los fosfolípidos en donde son recombinados con la molécula de glicerol para formar nuevamente triglicéridos. Con la ayuda de betalipoproteínas las partículas grasas (quilo) pasan a los quilíferos. Este quilo es transportado por los vasos linfáticos al conducto torácico el cual se vacía en la unión de la yugular interna izquierda y las venas subclavias izquierdas. Los triglicéridos en forma de quilomicrones entran al torrente sanguíneo y son llevados al hígado y al tejido adiposo para su metabolismo y almacenamiento. El colesterol y las vitaminas solubles en grasas son absorbidas con los triglicéridos. En condiciones normales entre el 60-70% de la grasa es absorbida por los vasos linfáticos.

El resto penetra a los capilares del intestino delgado y son transportados al hígado por vía de circulación porta. Los ácidos grasos con 12 o más carbonos son reesterificados a triglicéridos antes de ser transportados como quilomicrones por la linfa, mientras que los ácidos grasos con 10 ó menos carbonos van directamente, sin esterificación, por vena porta al hígado. La motilidad aumentada y la ausencia de bilis disminuye la absorción de las grasas y la grasa no digerida aparece en las heces -condición conocida como esteatorrea (Krause y Rauscher, 1975).

DIGESTION Y ABSORCION DE HIDROPEROXIDOS

Procediendo ahora con productos altamente oxidados, se pueden-

considerar dos tipos principales: los peróxidos y los materiales poliméricos incluyendo ácidos ciclizados.

Ha habido evidencia indirecta considerable que indica que los peróxidos de la dieta pueden ser absorbidos. El trabajo de Granados et al, (1950) revela que cuando grandes cantidades de grasa altamente insaturada como lo es el aceite de hígado de bacalao dado a animales, se observan varios síntomas que pueden ser atribuidas a una oxidación in vivo de la grasa o a la destrucción de antioxidantes. Más adelante Kaneda et al, (1955) encontro peróxidos en la grasa de hígado y músculos de ratas después de haberlas alimentado con aceite de pescado altamente oxidados y Reporter y Harris, (1961) sugirieron que la vitamina A se destruía en los tejidos por la grasa oxidada de la dieta. De cualquier manera una evidencia más directa sugeriría que estos efectos pueden no ser realmente el resultado de la absorción de peróxidos. Andrews et al, (1960) alimentaron aceite de algodón peroxidado a ratas que tenían cánulas torácicas y colectaron la linfa por diferentes períodos. Solo en uno de 25 casos hubo un peróxido titulable mayor que en la linfa control además se tomo en cuenta que la linfa sola no destruye el peróxido en un intervalo apreciable. El espectro de absorción ultravioleta de la linfa después de la ingestión de peróxido reveló un pico alrededor de 235nm indicando la presencia de un dieno conjugado. Como no solo los peróxidos sino también sus productos de reducción contienen este arreglo de dobles ligaduras, fué evidente que aunque el peróxido mismo no paso a la linfa, las moléculas de lípidos que con

tenían originalmente el grupo $-OOH$ fueron absorbidas, posiblemente como compuestos alcohólicos o carbonílicos. Esta observación ha sido también reportada por Nishida y Kummerow, (1960) pero no indica la absorción de peróxidos. El estudio de Glavind y Tryding, (1960) confirmó el resultado anterior, de que no encontraron peróxidos en la linfa después de alimentar grasa oxidada. La destrucción no ocurre en la linfa de acuerdo a lo encontrado por Andrews et al, (1960) ni la bilis, ni la lipasa pancreática tienen algún efecto significativo sobre el grupo --peróxido. Holman y Greenberg, (1958) han llegado a la misma --conclusión basados en que los peróxidos de los ácidos grasos son mucho más tóxicos intraperitonealmente que por la boca. Aparentemente los peróxidos no se absorben y su acción debe estar en el lumen intestinal o en las células intestinales. Hay que tener en cuenta que las vitaminas y los antioxidantes son destruidos por peróxidos en el intestino y que síntomas de deficiencia pueden ser producidos de ésta manera, especialmente aquellos de vitamina A y E.

En un esfuerzo por averiguar donde ejercen su efecto los peróxidos y como pueden ser destruidos en el cuerpo, Dubouloz et al, (1949) determinó que no aparecía peróxido de la dieta en la grasa corporal de las ratas y que había muy poco en las heces. El peróxido alimentado desaparecía lentamente del lumen intestinal destruido quizá por algún agente diferente a la bilis o a la lipasa. En estudios posteriores Dubouloz et al, (1950) y (1951) encontró que la destrucción del peróxido es una propiedad general de la mayoría de los tejidos y que un pigmento --

conteniendo hierro parecido pero no idéntico a la hematina parece ser el responsable. Así el efecto del peróxido en el animal intacto debe ser a nivel de célula intestinal. La mayoría de los síntomas de la toxicidad por peróxidos (diarrea, anorexia) indican tal acción. De cualquier manera Andrews et al, (1960) no encontró daño grave en células intestinales o constituyentes celulares de animales que murieron por envenenamiento por peróxidos. Algunas investigaciones sobre xantina-oxidasa en ratas después de la ingestión de aceite de soya con un número de peróxido de 1200 revelan una inhibición profunda de esta enzima llegando a la suposición de que otras enzimas intestinales pueden ser afectadas simultáneamente. La causa de la muerte rápida de estos animales no ha sido encontrada.

Ninguno de los experimentos antes reportados han dado información sobre la digestión de triglicéridos conteniendo grupos peróxidos en uno o más de sus ácidos grasos constituyentes. Como estos compuestos son más rápidamente emulsificados que sus análogos no oxigenados, es probable que halla una hidrólisis más o menos normal y que donde no ha ocurrido polimerización se liberen ácidos grasos y quizá monoglicéridos. Nishida y Kummerow, (1960) han demostrado una lenta absorción de grasas en animales alimentados con grasas conteniendo peróxidos. Este efecto puede ser sobre células intestinales o posiblemente sobre el estómago, previniendo el vaciado normal de este último.

DIGESTION Y ABSORCION DE POLIMEROS

El otro tipo de producto a ser considerado es aquel en el cual

se han formado ligaduras C-C ó C-O-C ya sea inter o intra moléculamente. Este tipo de compuestos poliméricos pueden estar presentes en lípidos autoxidados pero han sido estudiados principalmente en productos de reacciones anaeróbicas a altas temperaturas, el principal producto tóxico de dichas reacciones es el ácido cíclico monomérico. Los glicéridos conteniendo estos ácidos ciclizados pueden ser hidrolizados aparentemente en el intestino y los productos pueden ser absorbidos (Crampton-et al, 1953). Si el mecanismo de absorción difiere del normal no se tiene la información. En cualquier caso, a pesar de su rápida absorción no promueven el crecimiento.

En el caso de dímeros intrácido o intraglicérido estos productos no parecen ser tóxicos, pero aparentemente no pueden ser fácilmente absorbidos. El resultado no es solamente un decremento en el valor calórico de la grasa ingerida sino que un gran inconveniente para los animales, ya que las heces conteniendo los polímeros no digeridos tienen apariencia de barniz y se pueden endurecer.

En resumen parece que aunque los productos poliméricos de los lípidos conteniendo ligaduras C-C ó C-O-C no pueden ser fácilmente digeridos o absorbidos, los ácidos cíclicos oxigenados pueden separarse de los glicéridos y aparecer en la linfa durante el proceso de absorción (pero no digestión) los grupos peróxidos son reducidos y los ácidos oxigenados resultantes son absorbidos. La toxicidad de los monómeros cíclicos parece ser ejercida sistemáticamente mientras que aquellas de los -- peróxidos debe ocurrir dentro del lumen intestinal o célula.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

A) DETERMINACIONES FISICAS Y QUIMICAS

Se calentaron 3.2 Kg de manteca de cerdo (comprada localmente en el supermercado, México, D.F.) en un caso de cobre a una temperatura de $182 \pm 6^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 100 h (10 horas diarias). En la manteca de cerdo se fueron friendo pequeñas porciones de epidermis de cerdo para hacer chicharrón (5-10g aproximadamente cada hora) utilizando un total de 1.1Kg de ésta epidermis de cerdo.

A tiempos determinados (0,1,3,5,8,11,14,17,21,27,35,43,51,59,75 y 100 horas) se tomo muestra de grasa y se realizaron las siguientes determinaciones, todas por triplicado.-

i) INDICE DE ACIDEZ

Es el número de miligramos de potasa necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres en un gramo de muestra.

El índice de acidez se determinó pesando 5 g de muestra adicionando 50 ml de etanol previamente neutralizado con KOH 0.1 N, titulando con KOH 0.1 N y utilizando fenoftaleina como indicador.

ii) INDICE DE PEROXIDO

Este método (AOAC, 1970a) determina todas las sustancias en -

términos de miliequivalentes de peróxido por 1000 g de muestra, las cuáles se oxidan por el ioduro de potasio en las condiciones de prueba. Estas por lo general son peróxidos u otros productos similares de oxidación de las grasas.

El índice de peróxido se determinó pesando 5 g de muestra, y titulando la solución con tiosulfato de sodio 0.01 N, utilizando almidón al 1% como indicador.

iii) INDICE DE IODO

Se determinó el grado de insaturación de la grasa por el método de Hanus (AOAC, 1970b) expresado como el número de gramos de iodo absorbidos por 100 g de muestra.

Se pesaron de 0.7-0.8 g de muestra y se titularon con tiosulfato de sodio 0.1 N utilizando almidón al 1% como indicador.

iv) INDICE DE REFRACCION

Se determinó el índice de refracción en un refractómetro de Abbe a 40°C (AOAC, 1970c) usando tolueno como solvente para la limpieza de los prismas.

El índice de refracción de una sustancia es la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en la sustancia, como medida práctica, los instrumentos estándar indican índices de refracción con respecto al aire en lugar de vacío.

El índice de refracción de los aceites es característico, dentro de ciertos límites, para cada clase de aceite. Se relaciona

na con el grado de saturación, peso molecular, pero es afectado por otros factores como: contenido de ácidos grasos libres, oxidación y tratamientos térmicos.

v) VISCOSIDAD

La viscosidad se determinó a una temperatura de 50°C, utilizando un viscosímetro UBBELCHODE, No.2C A878 (Standard Test - ASTM D445).

Constante del viscosímetro=0.2787 centistokes/segundo, (la constante es la misma para todas las temperaturas). Para obtener la viscosidad en centistokes, se multiplicó el tiempo de fluido en segundos por la constante del viscosímetro.

La viscosidad es la fricción o resistencia interna que una sustancia tiene para fluir libremente; la unidad de viscosidad es el poise, que es una fuerza tangencial requerida para mantener una velocidad de 1 cm/s de un fluido entre dos planos paralelos de un área de 1 cm² y separados por una distancia de 1 cm. En sistemas poco viscosos la unidad empleada es el centipoise.

B) ASPECTOS BIOLÓGICOS

Después de sobrecalentar la manteca de cerdo (100 h a 182 ± 6°C), se procedió a observar los posibles daños que pudiese causar su ingestión en ratas, para lo cual se siguió un procedimiento llamado "Alimentación en Paralelo", ("Pair-Feeding"). Este procedimiento requiere de tres grupos de animales: --

Al primer grupo se le da la dieta problema ad libitum (Dieta basal [cuadro 3.1] más manteca de cerdo sobrecalentada) y se mide la cantidad de alimento consumido. A éste grupo se le denominó MCS.

Al segundo grupo se le da la dieta control (Dieta basal [cuadro 3.1] más manteca de cerdo fresca) pero la cantidad suministrada se restringe en base a la cantidad consumida por el primer grupo. A éste grupo se le denominó MCA.

Al tercer grupo se le da la dieta control ad libitum (manteca de cerdo fresca). A éste grupo se le denominó MCF.

Se debe tener en cuenta que la "Alimentación en Paralelo" el segundo grupo (MCA) es usualmente menos alimentado, por lo cual tomará su comida más rápidamente que los animales con un consumo ad libitum.

Debido a que la dieta estandar propuesta en la "Alimentación en Paralelo" recomendaba aceite de maíz como grasa, pero éste fué sustituido por la manteca de cerdo, entonces era necesario evaluar alguna diferencia debida al cambio de grasa, para esto se optó en incluir un cuarto grupo al cual se le dio la dieta basal (cuadro 3.1) y aceite de maíz fresco ad libitum. A éste grupo se le denominó AMF (Newberne et al, 1978).

El propósito de seguir éste procedimiento es para ver si existe algún efecto repulsivo en el alimento dado y consumido por el grupo problema, el cual se podrá comparar con el del grupo control ad libitum, además teniendo un grupo control que come exactamente la misma cantidad que el grupo problema podemos -

observar si existe alguna diferencia en ganancia en peso, la cuál si existe se atribuirá a que es debida a la grasa sobrecalentada ya que es la única variable en la dieta que podría afectar.

ANIMALES Y ESPECIFICACIONES

Se seleccionaron 32 ratas albinas (Rattus Norvegicus , variedad Wistar), 16 machos y 16 hembras recién destetadas a los 21 días de edad nacidas en el Bioterio de la Facultad de Química, después del destete las ratas se pesaron y se colocaron al azar en jaulas individuales de donde se les asignó también aleatoriamente las cuatro diferentes dietas. Las ratas se organizaron en cuatro lotes de ocho ratas c/u (cuatro hembras + cuatro machos), de manera que la diferencia en peso de ellos no fué mayor de 0.8 g.

El primer día del experimento se colocaron los grupos MCS, MCF, AMF, y el grupo MCA se colocó hasta el segundo día.

Los animales tuvieron acceso libre al agua y al alimento dado desde la iniciación hasta el final del experimento. La temperatura del cuarto fluctuó entre 19 y 24°C y la iluminación artificial se mantuvo 14 h por 10 h de oscuridad. Las ratas se pesaron diariamente (MCS, MCA) y los grupos MCF y AMF cada tercer día registrándose la ingestión del alimento.

DIETAS

La dieta utilizada fué la siguiente (cuadro 3.1):

CUADRO 3.1

COMPOSICION DE LA DIETA^a BASAL

INGREDIENTES	CANTIDAD (g/Kg de dieta)
CASEINA ^b	200
SACAROSA GRANULADA	500
ALMIDON DE MAIZ ^c	100
FIBRA (CELULOSA) ^d	50
GRASA ^e	100
MEZCLA DE MINERALES ^f	35
MEZCLA DE VITAMINAS ^g	10
COLINA	2
DL-MEFIONINA	3
TOTAL	1,000

^a Apéndice I

^b Caseína libre de vitaminas con 93% de proteínas.

^c Grado comestible (Drogueria Cosmopolita, S.A., México, D.F.)

^d Fibra no nutritiva, tipo celulosa. Cat. No. 160390. Teklad Test Diets. Lote No. 59714. Madison, Wisconsin. Distribuido por -- Industrias Niza, S.A. México, D.F.

^e Se utilizaron 3 tipos diferentes:

Manteca de cerdo sobrecalentada (100 h 182 ± 6°C), Manteca de cerdo fresca comprada localmente en el supermercado, México, D.F., Aceite de maíz Mazola, 100% aceite de maíz puro.

^f Mezcla de minerales: Mineral Mix Rogers-Harper. Cat. No. -- 170760. Teklad Test Diets, Madison, Wisconsin. Distribuido por Industrias Niza, S.A. México, D.F.

^g Mezcla de vitaminas: Vitamin Fortification Mix. Cat. No. --- 40060. Teklad Test Diets, Madison, Wisconsin. Distribuido por Industrias Niza, S.A. México, D.F.

La dieta fué preparada 5 días antes de iniciar el experimento y se guardó a 4°C en bolsas de plástico.

Para su preparación se mezclaron todos los ingredientes sólidos (excepto colina y vitaminas), se adicionó la fracción grasa previamente fundida a baja temperatura (lo suficiente para fundir), se mezcló y homogeneizó. Se adicionó entonces la colina y la mezcla de vitaminas. Para asegurar una completa homogeneización se mezclaron todos los ingredientes energicamente en un mezclador automático de acero inoxidable (Modelo experimental, Centro de Instrumentos, U.N.A.M.) por 45 min. Se hizo una cantidad de dieta suficiente para los 41 días que duró el experimento.

Se procedió a realizar el análisis bromatológico con el propósito de verificar la composición de la dieta, (por triplicado).

i) HUMEDAD

Se determinó el contenido de humedad de la dieta pesando 2 g de muestra y secando a la estufa a 100-110°C hasta peso constante.

ii) CENIZAS

Se determinaron las cenizas de la dieta pesando 5 g de muestra y calentando en la mufla a una temperatura de 500°C.

iii) EXTRACTO ETÉREO

Se determinó el contenido de extracto étéreo de la dieta por el método de Soxhlet (AOAC, 1970d), usando éter etílico como solvente y colocando en los cartuchos 4 g de muestra. Se calentó en Parrilla eléctrica durante 8 h, (este método cuantifica lípidos y lípidos).

iv) NITROGENO

Se determinó el contenido de nitrógeno de la dieta por el método de Macrokjeldahl (AOAC, 1970e). Con la cantidad de nitrógeno obtenida se calculó el contenido de proteína cruda, utilizando el factor de conversión de 6.38 (para caseína).

v) FIBRA CRUDA

Se determinó el contenido de fibra cruda de la dieta por el método AOAC (1970f), pesando 2 g de muestra desengrasada.

DETERMINACION DE EXTRACTO ETereo EN HECES

A los 10,15,20,25,30,35 y 41 días del experimento se recogieron heces de los diferentes grupos de ratas para determinar en éstos el extracto étereo (AOAC, 1970d) y así medir la cantidad de grasa cruda excretada en promedio por los distintos grupos, esto con el fin de ver si la grasa que sufrió un sobrecalentamiento había sido asimilada.

SACRIFICIO DE LOS ANIMALES

Una vez cumplidos los 41 días del experimento, se procedió al sacrificio de las ratas, para lo cual: la mitad de ellas se introdujeron a una cámara de éter y posteriormente se desnucaron, a la otra mitad se le sacó sangre por punción cardíaca y posteriormente se desnucaron.

En seguida se abrieron, a cada rata se le extrajo el hígado y el riñón registrándose su peso.

C) HISTOPATOLOGIA

Las vísceras fueron fijadas en una solución de formaldehído al 10% ajustada a pH 7 (con una solución reguladora de fosfatos). Fragmentos de hígado y riñón fueron procesados por la técnica rutinaria de inclusión en parafina cortandose con un microtomo secciones de 5-7 micras de espesor, tiñendose con hematoxina-eosina y sudán (Armed Forces Institute of Pathology, 1968).

D) ANALISIS POR CROMATOGRAFIA DE GASES

Se analizó: manteca de cerdo fresca, manteca de cerdo sobrecalentada, grasa cruda excretada por el grupo con dieta MCS (manteca de cerdo sobrecalentada 100 h, $182 \pm 6^{\circ}\text{C}$) y grasa cruda-excretada por el grupo con dieta MCF (manteca de cerdo fresca ad libitum) a los 35 días del experimento, con el fin de realizar una comparación entre ellas, para lo cual se utilizó un cromatógrafo G.C. Perkin Elmer, Sigma 2B.

Columna 5% DEGS/Cromosob WHP 100/120

6 pies $\frac{1}{8}$ pulgada, acero inoxidable

Temperatura de la columna 100°C inicial, 5 min.

Programa a 195°C , velocidad $5^{\circ}/\text{min}$, mantenido 10 min a 195°C

Integrador Hewlett Packard 3390A.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

RESULTADOS

A) DETERMINACIONES FISICAS Y QUIMICAS:

Los cambios físicos y químicos de la manteca de cerdo se muestran en las figuras 4.1 y 4.1.1.

B) ASPECTOS BIOLOGICOS:

En las figuras 4.2 y 4.3 se muestran las curvas de crecimiento de las ratas, tanto para machos como para hembras.

En el cuadro 4.1 se muestra la determinación de extracto estereo obtenido de las heces de las ratas a diferentes días del experimento.

En el cuadro 4.2 se dan los pesos de los órganos (hígados y riñones) de las ratas, después de haber sido sacrificadas.

C) HISTOPATOLOGIA:

Comparando las figuras 4.4 y 4.5 (fotos) podemos observar los daños a nivel celular en los hígados de una rata con dieta MCS y una rata con dieta MCF.

D) ANALISIS POR CROMATOGRAFIA DE GASES:

En las figuras 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 y 4.10 se muestran los cromatogramas de la manteca de cerdo fresca así como de la manteca de cerdo sobrecalentada, así como de la grasa excretada por las ratas con dieta MCF y MCS

En el cuadro 4.3 encontramos los Rf de los ácidos grasos más importantes de la manteca de cerdo encontrados en los cromatogramas.

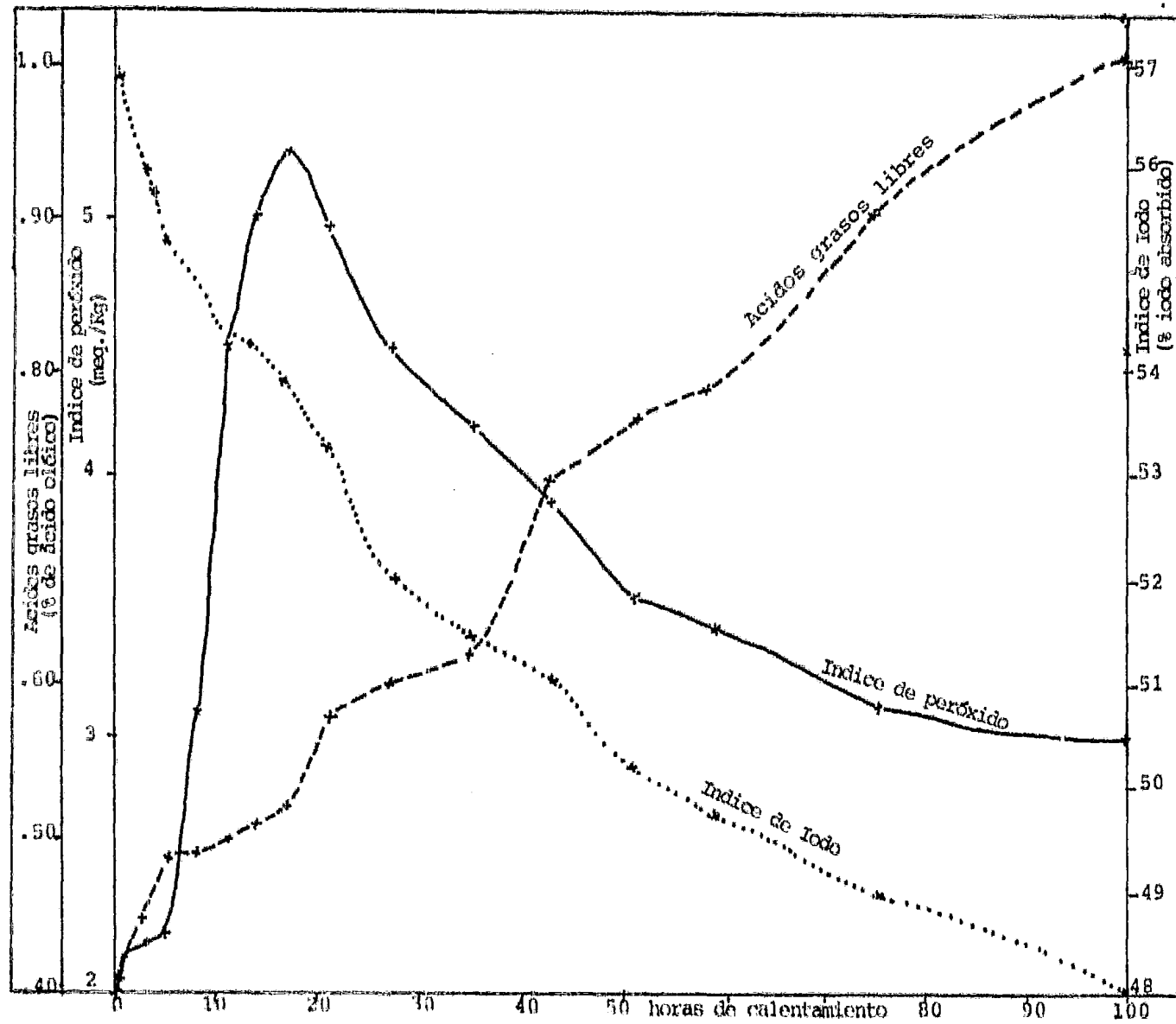


FIG. 4.1 REPRESENTACION GRAFICA DE LOS CAMBIOS QUIMICOS DE LA MANTeca DE CERDO (Apéndice II)

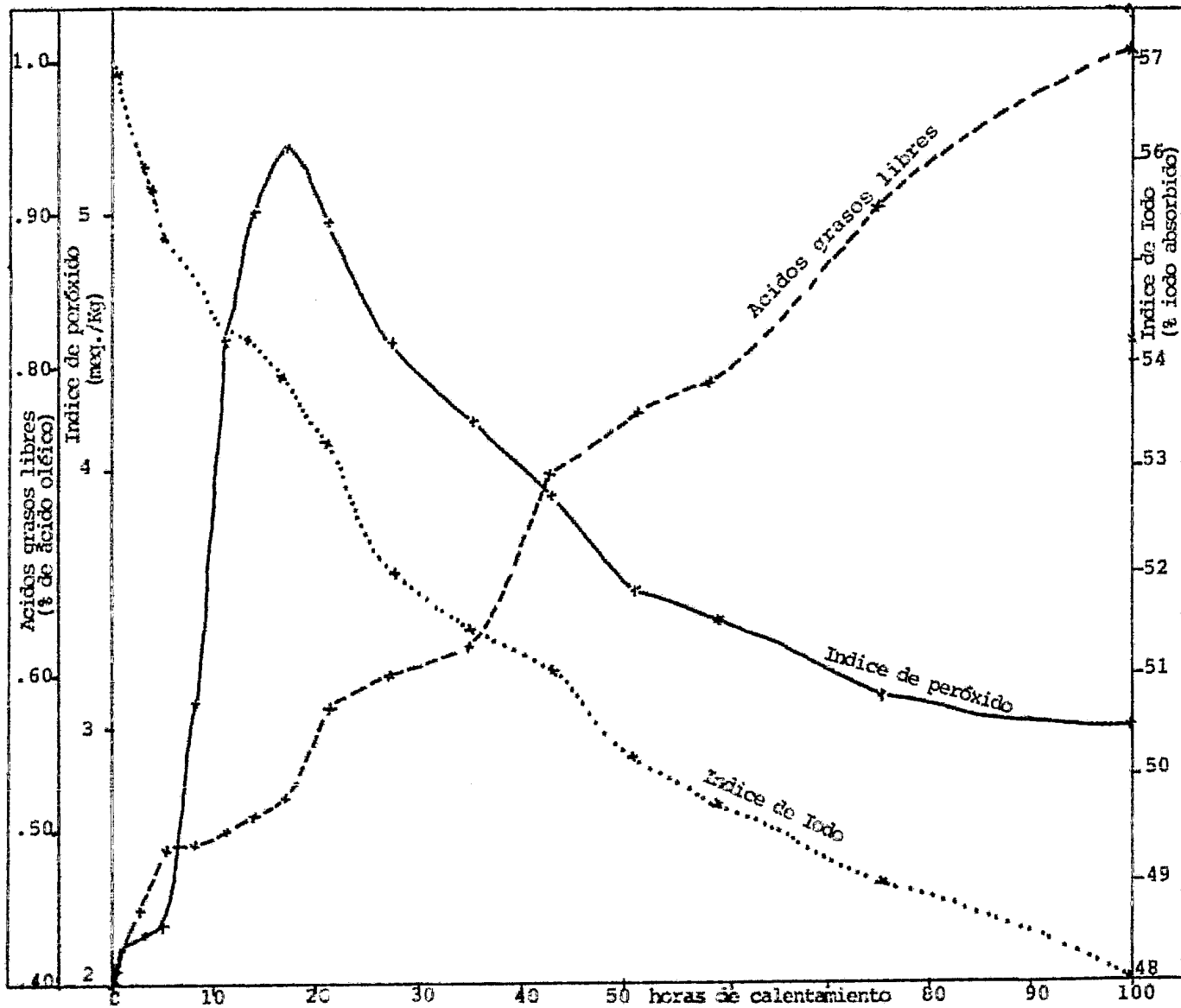


FIG. 4.1 REPRESENTACION GRAFICA DE LOS CAMBIOS QUIMICOS DE LA MANTECA DE CERDO (Apéndice II)

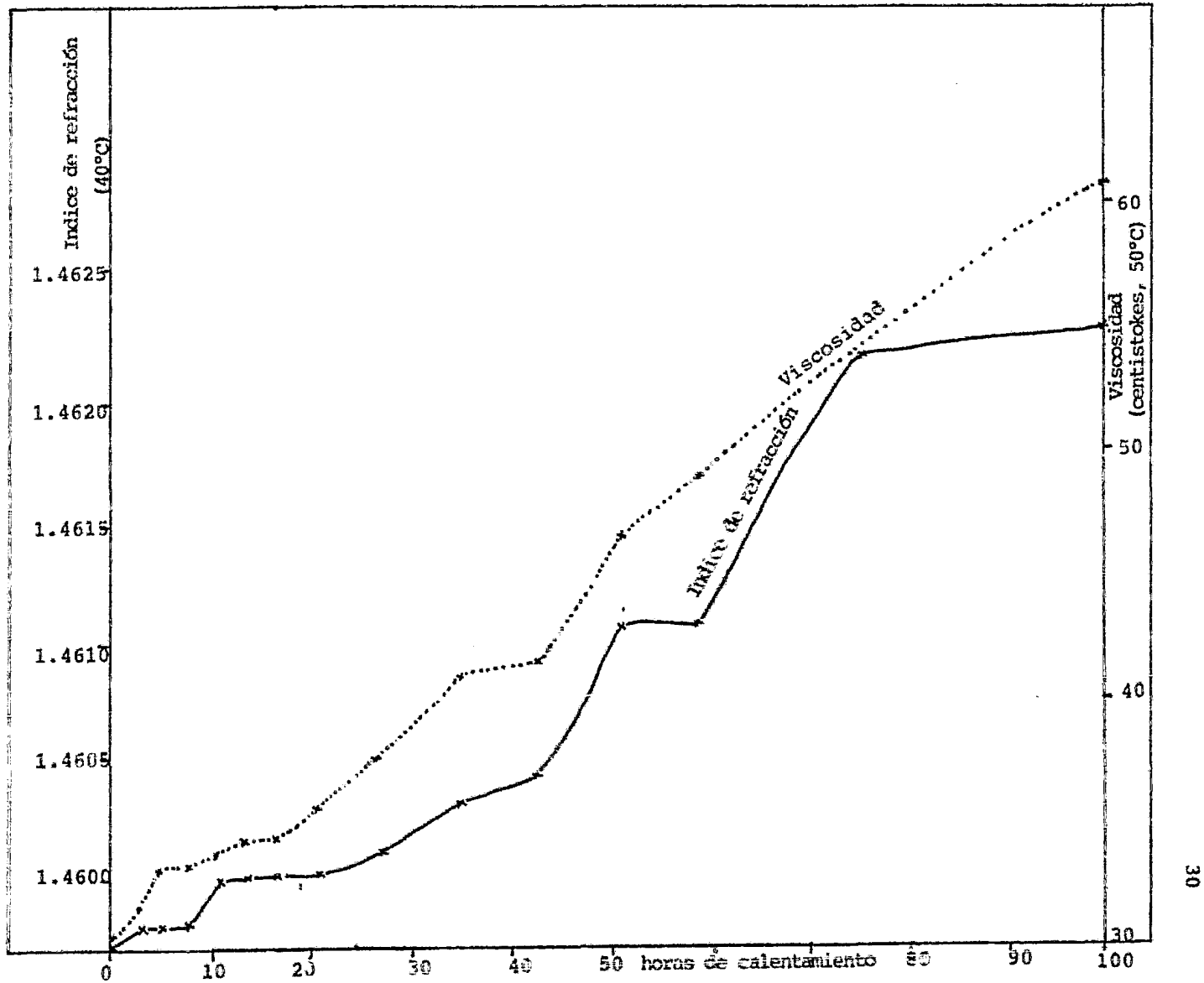


FIG. 4.1.1 REPRESENTACION GRAFICA DE LOS CAMBIOS FISICOS DE LA MANTECA DE CERDO (Apéndice II)

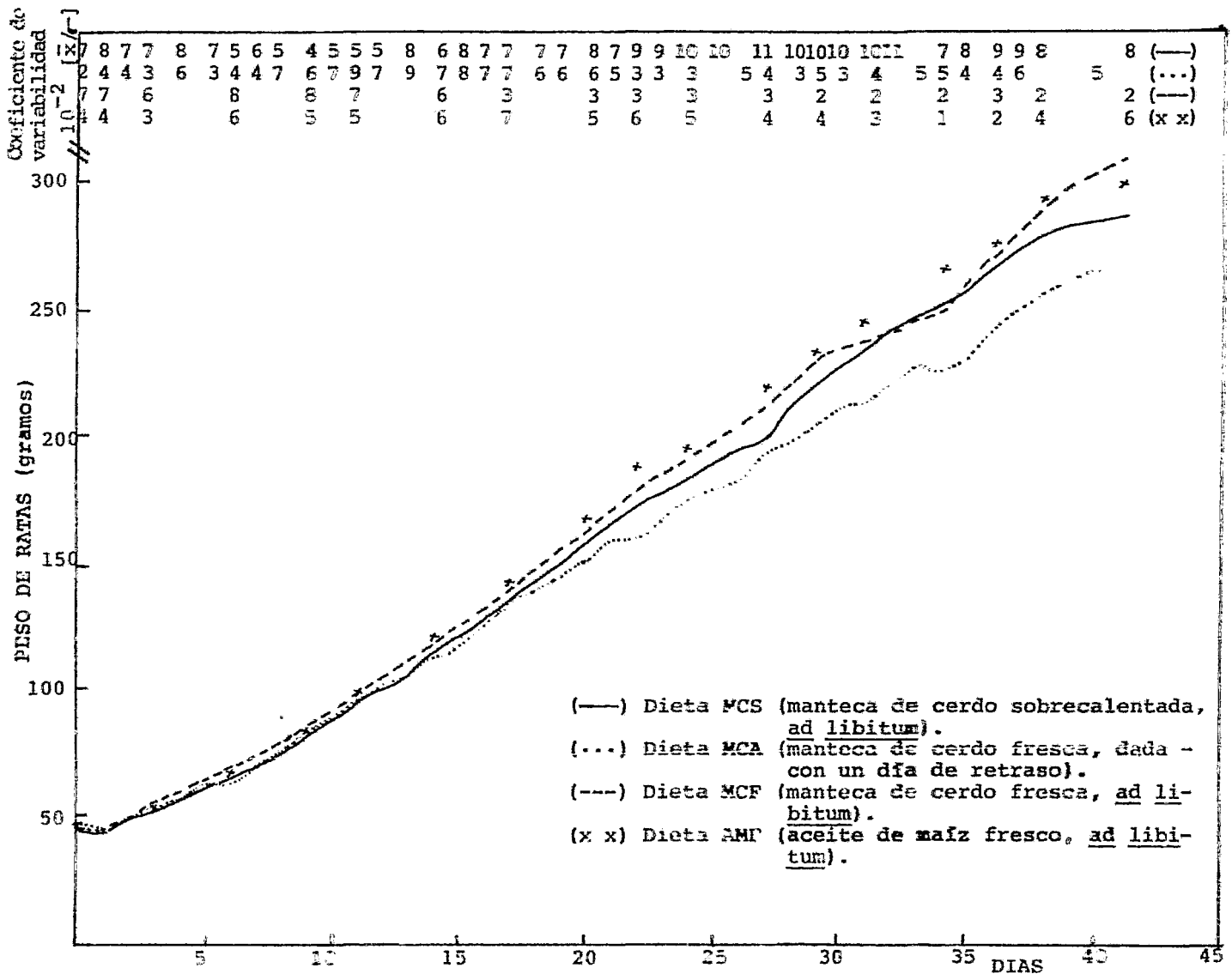


FIG. 4.2 CURVA DE CRECIMIENTO DE RATAS MACHOS. Apéndice III.

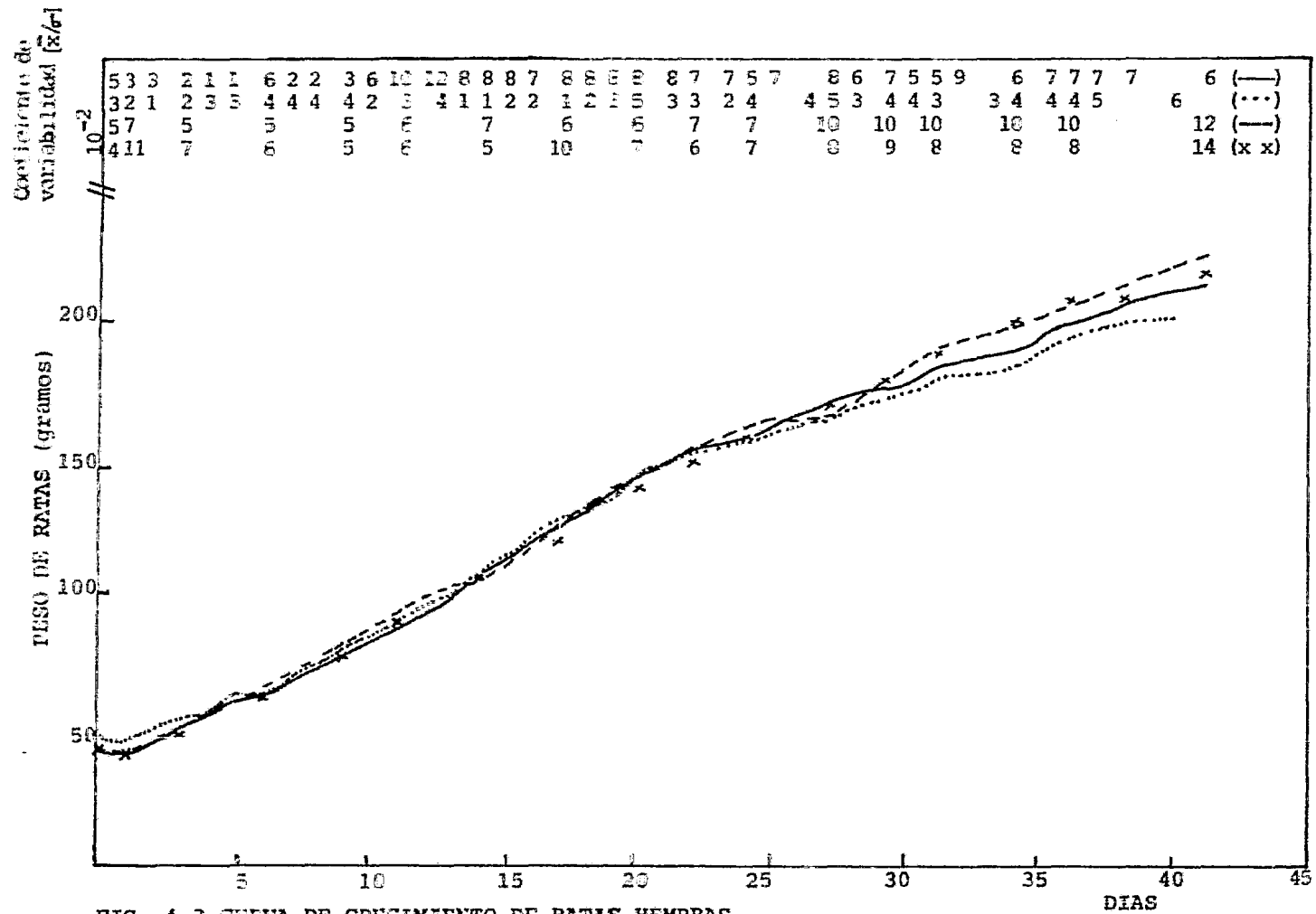


FIG. 4.3 CURVA DE CRECIMIENTO DE RATAS HEMBRAS
 (—) Dieta MCS (manteca de cerdo sobrecalentada, ad libitum), (...) Dieta MCA (manteca de cerdo fresca, dada con un día de retraso), (---) Dieta MCF (manteca de cerdo fresca, ad libitum), (x x) Dieta MF (aceite de maíz fresco, ad libitum). Apéndice IV.

CUADRO 4.1

DETERMINACION DE EXTRACTO ETereo EN HECES^a.

DIA		10	15	20	25	30	35	41
		% GRASA CRUDA						
TIPO DE DIETA	MCS	6.27	7.60	5.64	4.49	5.71	5.30	8.34
	MCA	1.66	2.99	2.15	1.91	2.32	1.72	2.43
	MCF	1.25	2.22	1.28	1.50	2.23	2.39	2.33
	AMF	3.09	4.53	4.07	4.17	5.56	5.14	4.63

^a Los valores corresponden a las heces de todo el lote.

MCS:manteca de cerdo sobrecalentada,ad libitum.

MCA:manteca de cerdo fresca, dada con un día de retraso.

MCF:manteca de cerdo fresca,ad libitum.

AMF:aceite de maíz fresco,ad libitum.

CUADRO 4.2

PESO CORPORAL^a Y PESO DE ORGANOS^a DE LAS RATAS ALIMENTADAS CON LAS DIFERENTES DIETAS

MACHOS					HEMBRAS				
	TIPO DE DIETA ^b					TIPO DE DIETA ^b			
	MCS	MCA	MCF	AMF		MCS	MCA	MCF	AMF
Peso corporal (g)	287.40 ± 23.18	265.60 ± 12.25	309.10 ± 6.25	299.15 ± 19.39	Peso corporal (g)	216.00 ± 13.81	204.53 ± 11.74	228.78 ± 28.17	221.53 ± 31.84
HIGADO peso organo (g)	16.44 ± 4.31	11.61 ± 2.24	16.43 ± 1.09	14.15 ± 3.82	HIGADO peso organo (g)	10.58 ± 2.53	8.65 ± 2.70	11.70 ± 2.45	10.87 ± 3.11
HIGADO peso relativo ^c (%)	5.72	4.37	5.31	4.73	HIGADO peso relativo ^c (%)	4.89	4.23	5.11	4.91
RINONES peso organo (g)	2.41 ± 0.70	2.05 ± 0.11	2.50 ± 0.36	2.61 ± 0.25	RINONES peso organo (g)	2.34 ± 0.31	1.90 ± 0.22	2.02 ± 0.24	2.15 ± 0.10
RINONES peso relativo ^c (%)	0.84	0.77	0.81	0.87	RINONES peso relativo ^c (%)	1.08	0.93	0.88	0.97

^a Apéndice V

^b MCS: manteca de cerdo sobrecalentada, ad libitum, MCA: manteca de cerdo fresca dada con un día de retraso, MCF: manteca de cerdo fresca, ad libitum, AMF: aceite de maíz fresco, ad libitum.

^c Peso relativo de órganos expresado en % = peso de órgano/peso corporal x 100, con 4 ratas por grupo.

^d El peso corporal y el peso de órganos corresponde a 4 animales por grupo.

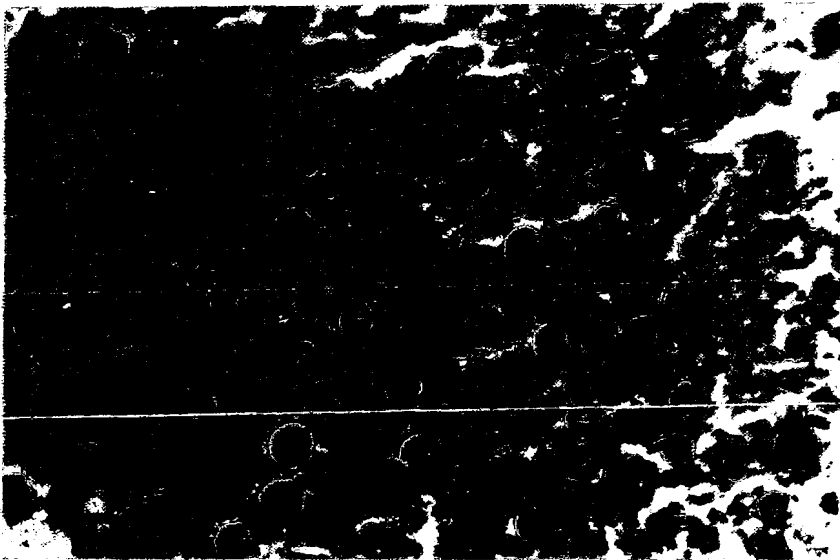


FIG. 4.4 CELULAS HEPATICAS DE RATAS ALIMENTADAS
CON DIETA MCS (480X, HEMATOXILINA-EOSINA
Y SUDAN).



FIG. 4.5 CELULAS HEPATICAS DE RATAS ALIMENTADAS CON DIETA MCF (480X, HEMATOXILINA-EOSINA Y SUDAN).

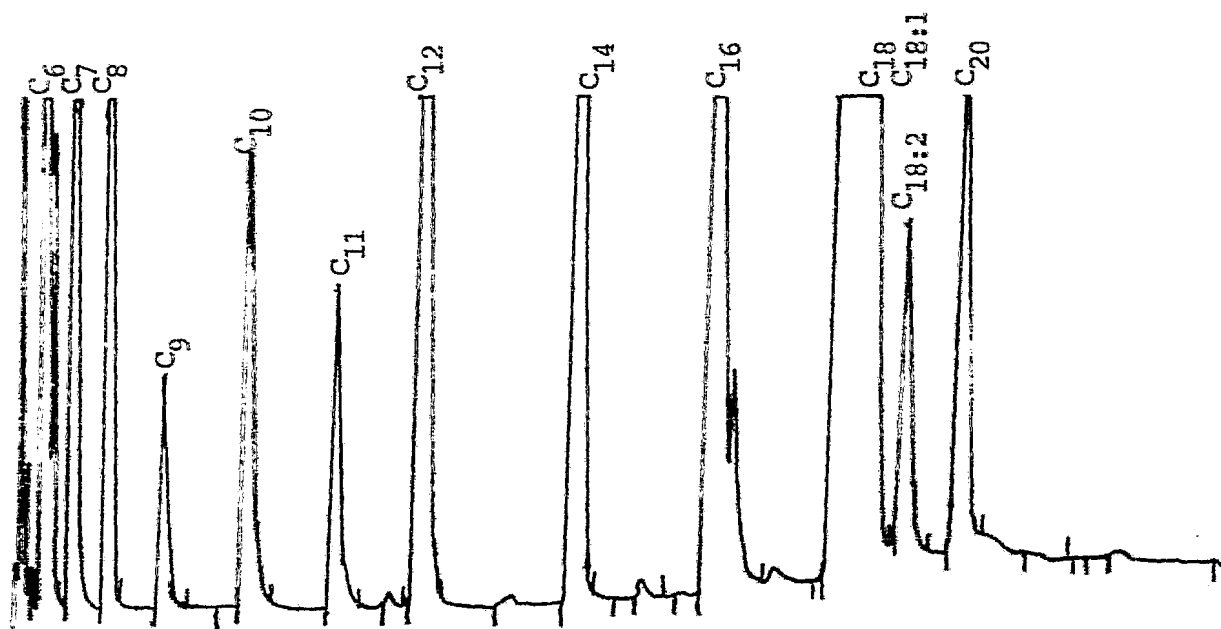


FIG. 4.6

CROMATOGRAMA DE ESTERES METILICOS ESTANDARES

Apéndice VII

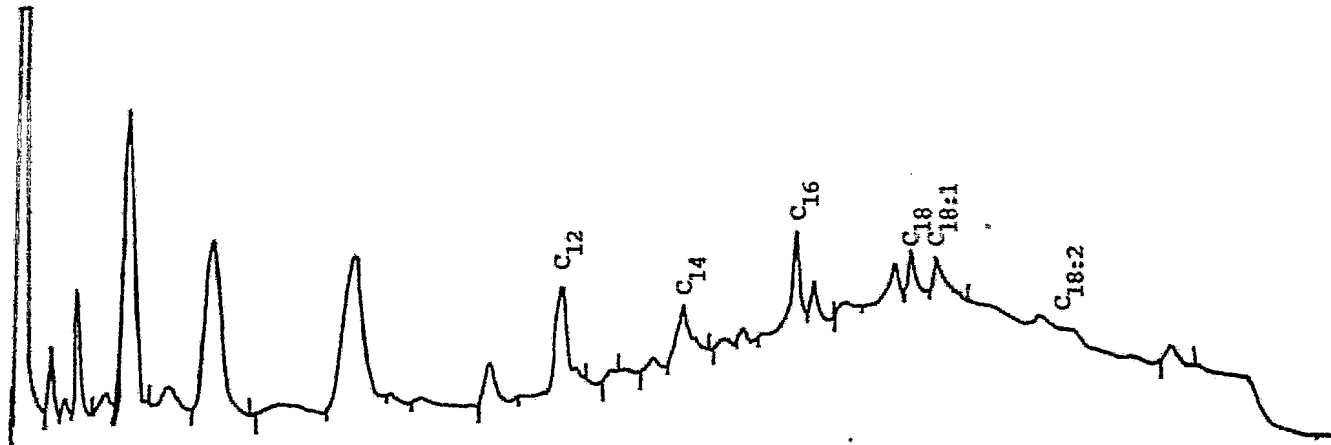


FIG. 4.7

CRMATOGRAMA DE LA MANTECA DE CERDO FRESCA (saponificada y metilada).
 Apéndice VII

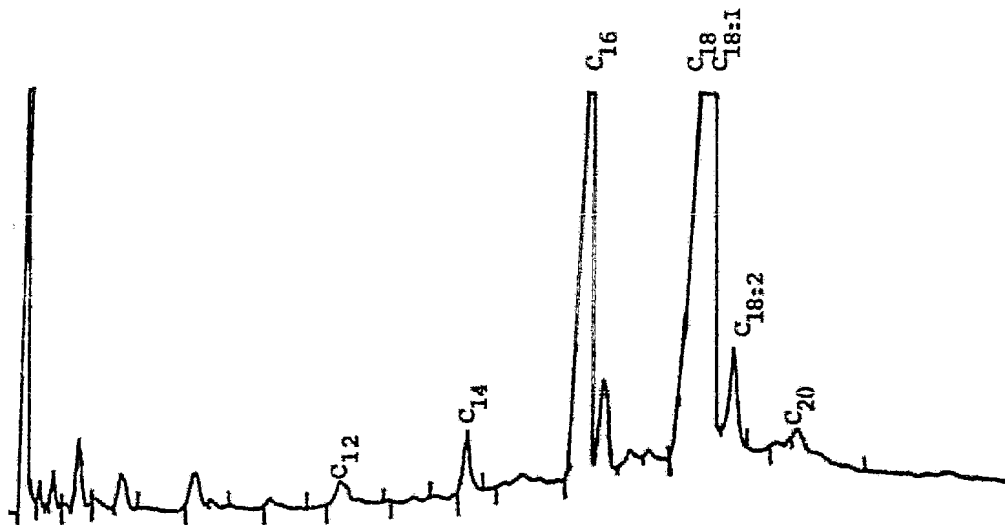


FIG. 4.8 CRMATOGRAMA DE LA MANTECA DE CERDO SOBRECALLENTADA, Apéndice VII
 (saponificada y metilada)

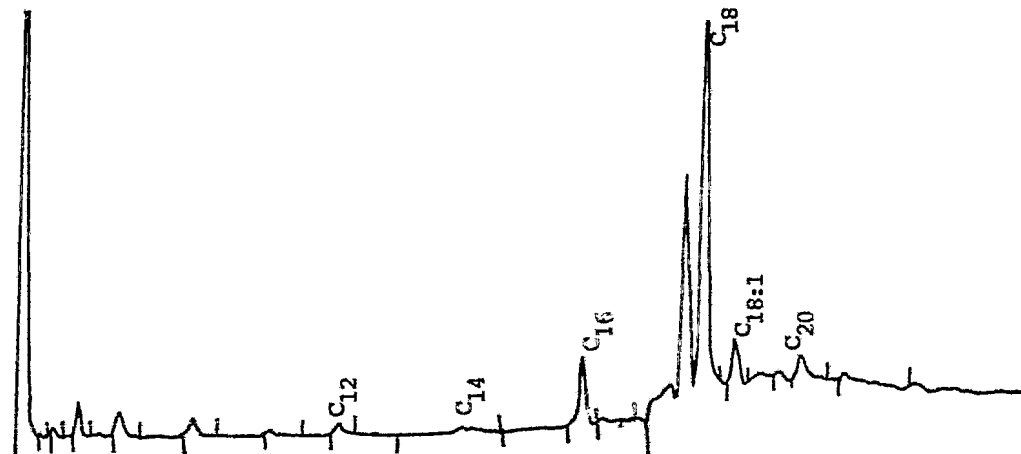


FIG. 4.9

CRONATOGRAMA DE LA GRASA EXCRETADA POR LAS RATAS CON MCF (saponificada y metilada)

Apéndice VII MCF:manteca de cerdo fresca

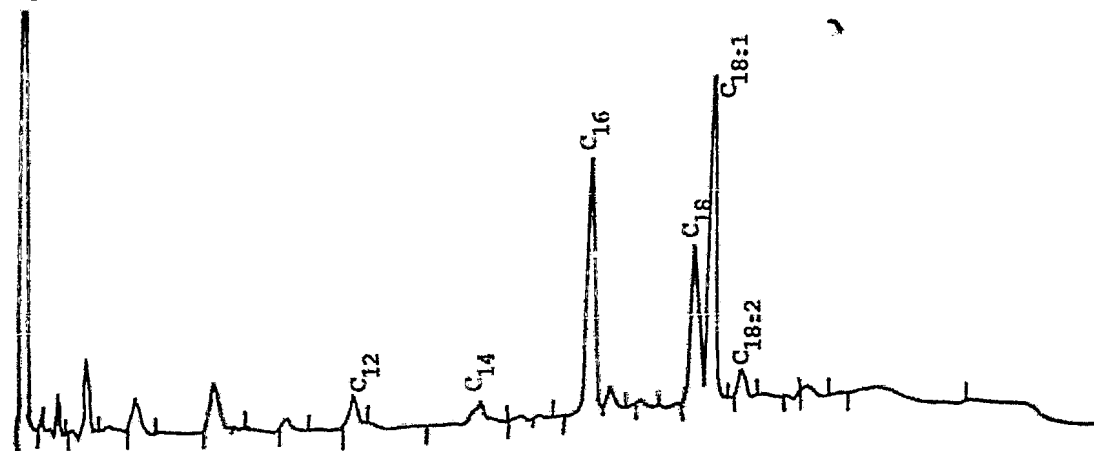


FIG. 4.10

CRONATOGRAMA DE LA GRASA EXCRETADA POR LAS RATAS CON MCS (saponificada y metilada)

Apéndice VII MCS:manteca de cerdo sobrecalentada

CUADRO 4.3

RE DE LOS ACIDOS GRASOS MAS IMPORTANTES DE LA MANTECA DE CERDO ENCONTRADOS EN LOS CROMATOGRAMAS

Rf^a

Ac. graso probable	Esteres metilicos estandares	MCF saponificada y metilada	MCS saponificada y metilada	MCF excretada, saponificada y metilada	MCS excretada, saponificada y metilada
C ₁₂ ác. láurico	10.72	10.58	10.64*	10.42	10.95*
C ₁₄ ác. mirístico	14.86	14.57	14.85	14.56	15.16
C ₁₆ ác. palmítico	18.69	18.48	18.80	18.51	18.83
C ₁₈ ác. esteárico	22.49	22.39	22.56	22.52	22.25
C _{18:1} ác. oléico	22.80	23.20	23.02	23.57	22.82
C _{18:2} ác. linoleico	23.62	25.70*	23.80	—	23.79
C ₂₀ ác. araquídico	25.16	—	25.28	25.05	—

*asumido a C_{18:2} ya que en el cromatograma lo enmascara

*probablemente también este C₁₂

*probablemente también este C₁₂

^aCorregido respecto al peso del solvente

** Ver apéndice VI

***No se corrigió por factor de respuesta; las condiciones de análisis no fueron perfectamente controladas.

MCF:manteca de cerdo fresca; MCS:manteca de cerdo sobrecalentada

DISCUSION DE RESULTADOS

A) DETERMINACIONES FISICAS Y QUIMICAS

Los cambios en las características físicas y químicas (ácidos grasos, índice de peróxido, índice de yodo, índice de refracción, viscosidad) de la manteca de cerdo son mostrados en las figuras 4.1 y 4.1.1.

Es lógico pensar que una grasa saturada como lo es la manteca de cerdo (por su propia constitución) será más resistente a las reacciones de oxidación, y los cambios químicos que pudiesen tener lugar serán distintos a los de una grasa insaturada ya que al someter una grasa a un calentamiento prolongado las dobles ligaduras juegan un papel importante en las reacciones de oxidación y consecuente formación de compuestos derivados de éstos.

Observamos que el índice de acidez aumenta paulatinamente - conforme aumenta el tiempo de calentamiento, debido al rompimiento de los triglicéridos y consecuente liberación de ácidos grasos.

El índice de peróxido se incrementa rápidamente en las primeras horas de calentamiento, posteriormente baja más lentamente. Lo que pasa es que cuando empiezan a desaparecer los peróxidos, se empiezan a formar otro tipo de compuestos como polímeros y productos de descomposición.

En el índice de yodo encontramos un decremento del 15.59% conforme transcurre el tiempo de calentamiento debido probablemente a la destrucción de dobles ligaduras.

En cuanto al índice de refracción se ve un aumento que puede relacionarse directamente con el contenido de ácidos grasos libres, que aumentan con la oxidación y con el tratamiento térmico.

La viscosidad se incrementa paulatinamente hasta el doble del valor original lo cual indica la formación de sustancias poliméricas.

Todo lo anterior tiende a confirmar el cambio que sufrió la manteca de cerdo en estructura, al someterla al calentamiento. En las figuras 4.7 y 4.8 se observan los cromatogramas de la manteca de cerdo fresca y de la manteca de cerdo sobrecalentada, mostrando diferencias en cuanto a la composición de sus ácidos grasos.

B) ASPECTOS BIOLÓGICOS

Las Figuras 4.2 y 4.3, nos muestran las curvas de crecimiento de las ratas. Observamos que lo esperado que era un crecimiento pobre en las ratas con dieta MCS no se manifestó, habiendo obtenido curvas tanto para machos como para hembras sin encontrar ninguna diferencia significativa entre ambas. En este caso no se consideró necesario un análisis estadístico ya que en los resultados no se observaba una diferencia que indicara lo contrario.

Lo cual indica que aparentemente todo es normal y que la grasa sobrecalentada no produjo daño. Sin embargo los análisis histopatológicos indican claramente daño a nivel celular en hígado.

El cuadro 4.1 muestra el % de grasa cruda obtenido de las heces de las ratas. Observamos que en el grupo MCS, la cantidad excretada es en general tres veces mayor, al compararla con la cantidad excretada por el grupo testigo de MCF, lo que probablemente de un indicio de que la grasa no estaba siendo asimilada por el animal y por tanto se excretaba.

El cuadro 4.2 muestra el peso corporal así como los pesos promedio de los órganos extraídos (hígado y riñones) de los diferentes grupos de ratas.

Comparando los pesos de órganos de las ratas con dieta MCS con las ratas testigo con dieta MCF tanto para hembras como para machos se observa que no hay diferencia significativa (sin necesidad de llevar a cabo un análisis estadístico), lo cual implica que aparentemente no hay daño en estos órganos.

C) HISTOPATOLOGIA

Observamos microscópicamente que en el caso de todas las ratas alimentadas con la dieta de MCS tanto para machos como para hembras sus hígados presentaron alteraciones Fig. 4.4 comparándolos con las ratas testigo alimentadas con MCF, Fig. 4.5. Se observan alteraciones en la organización de las células, consistentes en hinchazón de los hepatocitos con pérdida de los límites celulares provocando obiteración de los sinusoides. El citoplasma se observa pálido con marcado aspecto granular. Dichos cambios son característicos de la fase inicial de la degradación celular (Cheville, 1980).

En los cortes de riñones no se observaron cambios significativos.

D) ANALISIS POR CROMATOGRAFIA DE GASES

Debido a que este estudio no estuvo orientado a un análisis - por cromatografía de gases, no se profundizó más en esto, sin embargo las figuras 4.7 y 4.8 nos indican cambios de la manteca de cerdo fresca al ser sobrecalentada.

La manteca de cerdo sobrecalentada comparada con la manteca de cerdo fresca muestra una gran diferencia en picos sobre todo de ácidos grasos de bajo peso molecular. También encontramos cambios de la manteca de cerdo al ser excretada.

En el cuadro 4.3 se muestran los Rf de los ácidos grasos más importantes de la manteca de cerdo encontrados en los cromatogramas con los cuáles podemos ver los ácidos grasos que permanecen y los que desaparecen. En el apéndice VI se encuentran los datos completos, encontrando ligeros cambios entre la manteca de cerdo sobrecalentada y la grasa excretada por las ratas con dieta MCS, un ejemplo de esto es la desaparición del ácido graso 3.92 y del 17.49.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Aunque los efectos que se esperaban (pérdida en ganancia en peso, aumento de hígado y riñón y otros) no ocurrieron, podemos decir que a pesar de ser la manteca de cerdo una grasa saturada y a pesar de que se eliminaba una cantidad importante de la misma en heces, se manifestó daño en hígado a nivel celular lo cuál da pruebas claras del inicio de una degeneración celular debida a la grasa calentada (100 h, $182 \pm 6^\circ\text{C}$). Vale la pena hacer notar que estos cambio fueron detectados a pesar de que el % de grasa en la dieta era relativamente bajo comparado con lo usado en estudios toxicológicos previos donde utilizan de 8-40% de grasa en la dieta de los animales.

Los cromatogramas nos muestran una clara evidencia del cambio en estructura que sufrió la manteca de cerdo al ser sobrecalentada.

A pesar de que existen todavía muchas controversias sobre la verdadera toxicidad de las grasas sobrecalentadas, y quedando por aclararse el efecto en el humano podemos sospechar que; no sería de extrañar que el uso continuo de la grasa en la --elaboración de frituras tipo "antojito" de la dieta del mexicano contribuya a estados indeseables de salud o de nutrición.

1. Al diseñar un experimento en el cuál se espera ver el efecto de alguno de los componentes de una dieta en estudio (grasa en este caso), se debe tomar muy en cuenta para la elaboración de dicha dieta que el animal tenga que utilizar la grasa suministrada para cumplir sus funciones vitales (es decir que sea metabolizada) para evitar que ésta sea compensada por algún otro componente de la dieta.
2. Es importante utilizar un número mayor de animales para minimizar los efectos que se tienen al trabajar con material biológico ya que se ven influenciados por muchos factores que podrían afectar en determinado momento el experimento (luz, temperatura, aire etc.)
Cuando no se saben los efectos que van a ocurrir es mejor trabajar con animales de ambos sexos ya que el daño lo podríamos encontrar a nivel de órganos sexuales.
3. El experimento podría ser llevado a cabo por un tiempo más largo. Ya que la manifestación de daños por grasas saturadas tarda más en presentarse.
4. Para poder tener resultados más comparativos se podrían utilizar dos tipos de grasa: una saturada y otra insaturada, - recibiendo ambas el mismo tratamiento ó bien una misma grasa - la cuál podría recibir diferentes tratamientos, con lo cual - se tendría un mayor número de resultados para dar conclusiones más firmes. Esto requeriría de más tiempo y de más personas - que trabajasen sobre el mismo tema.
5. Para que el experimento fuese más representativo, se podríá

an utilizar una mayor cantidad de frituras (papas, sopas etc.) lo que requeriría de contar con mayores recursos tanto de laboratorio como económicos.

6. Se podrían realizar un número mayor de análisis:

a) Medición de color y espumado de la grasa.

b) Se podría medir también el NUAU (prueba negativa a la urea) que es un factor que nos indica la formación de compuestos derivados de los lípidos que no tienen la capacidad de interactuar con la urea, y su determinación es muy importante ya que refleja la producción de sustancias cíclicas durante el calentamiento de las grasas.

c) Se podría utilizar la cromatografía de gases con mayor profundidad para medir cambios en la composición de los ácidos grasos.

d) Se podrían hacer análisis sanguíneos para posteriormente - determinar actividad enzimática.

7. Es importante que se realicen estudios sistemáticos de este tipo, sobre todo de frituras tipo "antojito" ya que en México encontramos una marcada tendencia al consumo de éstas, donde se usa y abusa de las grasas.

A P E N D I C E

APENDICE

APENDICE I

DIETA DE "ALIMENTACION EL PARALELO" ("Pair-Feeding")

El comité del Instituto Americano de Nutrición (AIN) desarrolló y probó una completa dieta purificada para ratas y ratones, la cuál resultó excelente para el crecimiento, reproducción y lactación (AIN Ad Hoc Committee on Standars for Nutritional - Studies, 1977), Newberne et al, (1977).

La dieta propuesta es la siguiente:

AIN-76 DIETA PURIFICADA^a PARA RATAS Y RATONES

INGREDIENTES	% DE DIETA
Caseina ^b	20.0
DL-Metionina	0.3
Almidón de maíz	15.0
Sacarosa	50.0
Fibra ^c	5.0
Aceite de maíz ^d	5.0
AIN Mezcla de minerales ^e	3.5
AIN Mezcla de vitaminas	1.0
Colina bitartrato	0.2
Total	100.0

^aDe AIN Ad Hoc Committee on Standars for Nutritional Studies (1977).

Esta dieta pretende ser usada para el crecimiento y manutención durante el primer año de vida. Los investigadores deben tener en cuenta que las dietas altas en sacarosa pueden ser-

cariogénicas y que algunos efectos de las ratas alimentadas por tales dietas pueden desarrollar lesiones en el hígado después de largos periodos. La dieta es satisfactoria durante la reproducción y lactancia tanto de ratas como de ratones. Si se usa en un medio superlimpio deben añadirse varios elementos traza. La dieta puede ser comprimida (píldoras) si se desea (sin aditivos como los texturizantes).

^bCaseína grado alimenticio teniendo por lo menos 85% de proteína.

^cCelulosa tipo fibra no nutritiva.

^dAlgunos aceites comerciales de maíz contienen antioxidantes (máximo 0.02%) y un surfactante (dimetilsilicona). Estos aditivos deben ser inocuos para la mayoría de los estudios nutricionales, pero los investigadores deben tener consciencia de su presencia.

Se recomienda usar aceites con antioxidantes para prevenir la rancidez. La dieta debe ser almacenada a 4°C o menos, se recomienda que la dieta no se guarde más de cuatro meses.

^eEl contenido total de algunos minerales en la dieta, debido a su presencia en caseína, será ligeramente mayor y variará de acuerdo a la caseína usada.

Para la realización de la dieta usada en este experimento se tomó como base esta dieta purificada haciendo algunas modificaciones ya que se acopló a los medios con que se contaba en el laboratorio y a los intereses propios del experimento.

Las modificaciones fueron (cuadro 3.1):

a) Se duplico el contenido de grasa, ya que la grasa representa el material en estudio y el 5% original resulta bajo para este tipo de experimento ya que las investigaciones hechas -- previamente al respecto, utilizan un % de grasa aún más alto (entre 8 y 40%) lo cual permite observar en el material biológico (ratas) los posibles daños que se pudieran manifestar más rápidamente.

b) Debido a esto el % de almidón se redujo a un 5% para ajustar el cálculo de la dieta.

c) Por último se modifico la mezcla de vitaminas y minerales ya que no se consiguió la recomendada por AIN (Instituto Americano de Nutrición) y se utilizó la mezcla de vitaminas --- TEKLAD TEST DIETS y la mezcla de minerales ROGERS-HARPER --- TEKLAD TEST DIETS, con las que se contaba en el laboratorio.

APENDICE II

CAMBIOS FISICOS Y QUIMICOS DE LA MANTECA DE CERDO SOBRECALENTADA

		HGRAS DE CALENTAMIENTO															
		0	1	3	5	8	11	14	17	21	27	35	43	51	59	75	100
Acidos grasos libres. (% de ácido oléico)		0.40 σ.01	0.42 .01	0.45 .01	0.49 .01	0.49 .01	0.50 .01	0.51 .01	0.52 .01	0.58 .01	0.60 .01	0.62 .01	0.73 .01	0.77 .01	0.79 .01	0.91 .01	1.02 .01
Indice de peróxido. (meq./Kg)		2.00 σ.01	2.13 .01	2.22 .01	2.28 .01	3.26 .02	4.52 .02	5.02 .02	5.27 .02	4.98 .02	4.50 .02	4.20 .02	3.90 .02	3.52 .02	3.22 .02	3.12 .02	3.02 .02
Indice de iodo. (%de iodo absor bido)Hanus.		56.89 σ.03	56.56 .03	56.02 .03	55.30 .03	55.00 .03	54.50 .04	54.30 .04	54.00 .03	53.20 .03	52.10 .03	51.50 .03	50.60 .04	50.20 .03	49.80 .05	49.00 .03	48.02 .03
Indice de refracción. (40°C)		1.4598	1.4599	1.4599	1.4599	1.4601	1.4601	1.4601	1.4601	1.4601	1.4604	1.4604	1.4611	1.4611	1.4611	1.4622	1.4623
Viscosidad. (centistokes, 50°C)		30.66	30.66	31.77	33.44	33.44	34.00	34.56	34.56	35.95	37.90	40.96	41.53	46.82	49.05	54.07	62.71

APENDICE III

CURVA DE CRECIMIENTO DE RATAS MACHOS (Fig. 4.1)

(—) Dieta MCS (manteca de cerdo sobrecalentada, ad libitum)

(···) Dieta MCA (manteca de cerdo fresca, dada con un día de retraso)

DIA	\bar{x} (g)	σ	coeficiente de variabilidad* σ/\bar{x}	DIA	\bar{x} (g)	σ	coeficiente de variabilidad* σ/\bar{x}
0	44.35	3.12	0.07	0	48.63	1.18	0.02
1	43.97	3.61	0.08	1	45.23	1.63	0.04
2	48.03	3.48	0.07	2	49.23	1.93	0.04
3	52.80	3.49	0.07	3	53.70	1.81	0.03
4	56.48	4.34	0.08	4	54.63	3.07	0.06
5	61.68	4.62	0.07	5	63.48	2.01	0.03
6	64.20	3.11	0.05	6	63.68	2.47	0.04
7	69.98	4.15	0.06	7	68.73	3.07	0.04
8	75.40	4.06	0.05	8	75.63	5.07	0.07
9	80.72	3.29	0.04	9	82.48	4.85	0.06
10	88.05	4.03	0.05	10	89.30	6.31	0.07
11	94.82	4.43	0.05	11	94.50	8.22	0.09
12	101.25	5.03	0.05	12	102.15	6.73	0.07
13	105.43	8.77	0.08	13	106.60	10.12	0.09
14	114.33	7.34	0.06	14	113.33	7.72	0.07
15	119.88	9.54	0.08	15	116.03	8.73	0.08
16	127.70	8.63	0.07	16	124.90	8.17	0.07
17	134.93	9.57	0.07	17	130.67	8.99	0.07
18	142.58	10.01	0.07	18	138.45	8.50	0.06
19	149.73	11.17	0.07	19	144.78	8.33	0.06
20	157.88	12.11	0.08	20	150.98	8.96	0.06
21	165.18	12.18	0.07	21	158.25	7.37	0.05
22	172.58	15.10	0.09	22	159.18	4.24	0.03
23	177.30	16.18	0.09	23	166.28	5.36	0.03
24	183.08	18.20	0.10	24	175.03	5.13	0.03
25	188.40	19.74	0.10	25	—	—	—
26	—	—	—	26	182.60	8.23	0.05
27	198.65	25.26	0.12	27	193.55	8.22	0.04
28	210.13	20.83	0.10	28	198.25	6.18	0.03
29	217.93	23.30	0.10	29	204.08	9.77	0.05
30	226.93	22.81	0.10	30	215.15	7.34	0.03
31	232.50	23.03	0.10	31	218.88	7.88	0.04
32	241.45	26.54	0.11	32	—	—	—
33	—	—	—	33	228.10	11.99	0.05
34	249.93	17.70	0.07	34	225.15	12.48	0.05
35	259.05	21.81	0.08	35	232.88	8.63	0.04
36	267.45	25.04	0.09	36	243.83	9.84	0.04
37	273.33	24.59	0.09	37	250.05	14.48	0.06
38	280.05	21.58	0.08	38	—	—	—
39	—	—	—	39	—	—	—
40	—	—	—	40	265.6	12.25	0.05
41	287.40	23.18	0.08	41	—	—	—

(---) Dieta MCF (manteca de cerdo fresca, ad libitum).

DIA	\bar{x} (g)	σ	coeficiente de variabilidad* σ/\bar{x}
0	44.38	3.02	0.07
1	45.05	3.36	0.07
3	53.55	3.05	0.06
6	69.28	5.29	0.08
9	85.03	6.92	0.08
11	99.08	7.20	0.07
14	119.05	6.76	0.06
17	139.73	4.87	0.03
20	163.62	5.52	0.03
22	178.30	4.71	0.03
24	192.75	5.85	0.03
27	211.33	6.73	0.03
29	231.23	4.58	0.02
31	246.75	4.68	0.02
34	259.30	5.57	0.02
36	272.55	8.37	0.03
38	291.41	5.68	0.02
41	309.10	6.92	0.02

(***) Dieta AMF (aceite de maíz fresco, ad libitum)

DIA	\bar{x} (g)	σ	coeficiente de variabilidad* σ/\bar{x}
0	44.58	1.98	0.04
1	45.40	1.81	0.04
3	53.32	1.74	0.03
6	68.93	4.18	0.06
9	83.23	4.44	0.05
11	99.70	5.16	0.05
14	120.83	6.93	0.06
17	142.50	10.17	0.07
20	167.43	8.80	0.05
22	180.80	10.92	0.06
24	195.30	9.54	0.05
27	218.18	7.99	0.04
29	233.73	8.72	0.04
31	245.10	7.20	0.03
34	266.65	3.57	0.01
36	277.88	5.40	0.02
38	294.00	11.94	0.04
41	299.15	19.39	0.06

* Kramer, 1979.

APENDICE IV

CURVA DE CRECIMIENTO DE RATAS HEMBRAS (Fig. 4.2)

(—) Dieta MCS (manteca de cerdo sobrecalentada, ad libitum)

(- - -) Dieta MCA (manteca de cerdo fresca, dada con un día de retraso)

DIA	\bar{x} (g)	σ	coeficien	DIA	\bar{x} (g)	σ	coeficien
			te de va				te de va
			riabilidad*				riabilidad*
			σ/\bar{x}				σ/\bar{x}
0	43.50	2.14	0.05	0	49.20	1.59	0.03
1	43.18	1.27	0.03	1	47.88	0.95	0.02
2	46.40	1.59	0.03	2	50.25	0.70	0.01
3	50.95	0.98	0.02	3	54.48	0.97	0.02
4	55.15	0.54	0.01	4	57.28	1.62	0.03
5	60.43	0.70	0.01	5	64.48	2.15	0.03
6	62.55	3.83	0.06	6	63.80	2.67	0.04
7	67.85	1.07	0.02	7	70.18	2.83	0.04
8	72.63	1.66	0.02	8	74.93	2.93	0.04
9	78.15	2.24	0.03	9	80.98	3.02	0.04
10	83.40	4.98	0.06	10	85.73	2.00	0.02
11	88.03	8.66	0.10	11	91.13	2.30	0.03
12	93.43	11.49	0.12	12	97.25	3.87	0.04
13	101.50	8.37	0.08	13	100.90	0.93	0.01
14	107.35	8.76	0.08	14	108.95	1.50	0.01
15	114.20	8.75	0.08	15	115.28	2.71	0.02
16	120.40	8.78	0.07	16	123.63	2.31	0.02
17	125.70	9.76	0.08	17	128.10	1.61	0.01
18	132.90	10.65	0.08	18	133.40	2.79	0.02
19	138.70	10.96	0.08	19	137.83	4.47	0.03
20	144.43	11.31	0.08	20	147.15	7.57	0.05
21	150.80	12.23	0.08	21	150.15	4.02	0.03
22	155.25	11.26	0.07	22	153.53	4.15	0.03
23	158.00	11.04	0.07	23	157.00	3.56	0.02
24	159.25	8.38	0.05	24	158.55	6.07	0.04
25	165.58	12.19	0.07	25	—	—	—
26	—	—	—	26	164.95	7.19	0.04
27	174.38	13.79	0.08	27	167.40	8.45	0.05
28	176.33	10.37	0.06	28	171.93	4.75	0.03
29	178.30	11.92	0.07	29	175.23	6.25	0.04
30	181.58	9.93	0.05	30	177.35	6.66	0.04
31	186.50	9.75	0.05	31	183.05	5.05	0.03
32	187.50	16.70	0.09	32	—	—	—
33	—	—	—	33	184.65	5.35	0.03
34	192.98	11.83	0.06	34	186.38	7.21	0.04
35	200.43	13.83	0.07	35	193.18	8.06	0.04
36	203.65	13.87	0.07	36	196.95	7.42	0.04
37	205.45	15.28	0.07	37	200.33	10.07	0.05
38	211.60	15.33	0.07	38	—	—	—
39	—	—	—	39	—	—	—
40	—	—	—	40	204.53	11.74	0.06
41	216.00	13.81	0.06	41	—	—	—

(---) Dieta MCF (manteca de cerdo fresca, ad libitum).

DIA	\bar{x} (g)	σ	coeficiente de variabilidad* σ/\bar{x}
0	43.45	2.32	0.05
1	42.15	2.83	0.07
3	50.68	2.70	0.05
6	65.55	3.65	0.05
9	80.30	4.13	0.05
11	91.93	5.35	0.06
14	105.53	7.87	0.07
17	120.10	7.06	0.06
20	144.08	8.84	0.07
22	156.28	10.72	0.07
24	164.28	11.52	0.07
27	167.78	18.52	0.10
29	181.20	21.03	0.10
31	192.88	19.99	0.10
34	202.18	19.75	0.10
36	209.55	23.57	0.10
38	216.53	24.24	0.11
41	228.78	28.17	0.12

(* * *) Dieta AMF (aceite de maíz fresco, ad libitum)

DIA	\bar{x} (g)	σ	coeficiente de variabilidad* σ/\bar{x}
0	43.18	1.88	0.04
1	40.33	4.69	0.01
3	48.78	3.44	0.07
6	61.38	3.44	0.06
9	78.08	3.96	0.05
11	90.60	3.62	0.06
14	106.90	5.46	0.05
17	120.60	12.76	0.10
20	141.03	9.57	0.07
22	151.48	9.79	0.06
24	160.13	11.67	0.07
27	173.03	13.26	0.08
29	182.53	15.63	0.09
31	192.55	15.19	0.08
34	203.78	15.31	0.08
36	211.95	16.05	0.08
38	212.43	25.68	0.12
41	221.53	31.48	0.14

* Kramer, 1979.

APENDICE V

PESO DE ORGANOS

TIPO DE DIETA	PESO HIGADO (g)		PESO RIÑONES (g)	
	MACHOS	HEMPAS	MACHOS	HEMPRAS
MCS	11.93	10.12	2.69	2.23
	22.22	10.88	2.95	2.03
	14.97	7.6	2.70	2.34
	16.65	13.75	1.39	2.78
MCA	12.12	7.12	2.05	1.74
	13.53	7.13	1.98	1.84
	12.44	7.66	2.22	1.80
	8.38	12.69	1.98	2.23
MCF	17.97	14.84	2.58	2.34
	15.60	10.25	2.30	1.75
	15.68	12.04	2.16	1.96
	16.49	9.32	2.98	2.04
AMF	18.09	12.80	2.79	2.20
	16.41	7.70	2.86	2.00
	9.63	8.80	2.35	2.10
	12.43	14.20	2.45	2.20

AFENDICE VI

Esteres metílicos estandares		MCF		MCS		DIETA MCS,grasa excretada		DIETA MCF,grasa excretada	
Rf	*	Rf	*	Rf	*	Rf	*	Rf	*
0.77-0.63=0.14		1.13-0.56=0.57		1.15-0.62=0.53		1.30-0.69=0.61		1.64-0.64=1.00	
0.93-0.63=0.30		1.38-0.56=0.82		1.62-0.62=1.00		1.84-0.69=1.15		2.46-0.64=1.82	
1.20-0.63=0.57	C ₆	1.58-0.56=1.02		2.46-0.62=1.84		2.79-0.15=2.10		3.89-0.64=3.25	
1.40-0.63=0.77	C ₇	2.41-0.56=1.85		3.02-0.62=2.40		4.43-0.69=3.74		6.29-0.64=5.65	
1.99-0.63=1.36		3.82-0.56=3.26		3.92-0.62=3.30		7.01-0.69=6.32		11.12-0.64=10.48	C ₁₂
2.88-0.63=2.25	C ₈	5.07-0.56=4.51		6.37-0.62=5.75		9.39-0.69=8.70		15.20-0.64=14.56	C ₁₄
4.63-0.63=4.00	C ₉	6.24-0.56=5.68		8.89-0.62=8.27		**11.64-0.69=10.95	C ₁₂	19.15-0.64=18.51	C ₁₆
6.59-0.63=5.96	C ₁₀	7.35-0.56=6.79		*11.26-0.62=10.64	C ₁₂	15.85-0.69=15.16	C ₁₄	19.87-0.64=19.23	
8.93-0.63=8.30	C ₁₁	8.73-0.56=8.17		15.47-0.62=14.85	C ₁₄	19.52-0.69=18.83	C ₁₆	22.06-0.64=21.42	
10.40-0.63=9.77		11.14-0.56=10.58	C ₁₂	17.42-0.62=16.80		20.19-0.69=19.50		22.58-0.64=21.94	
11.35-0.63=10.72	C ₁₂	12.84-0.56=12.28		19.50-0.62=18.80	C ₁₆	22.94-0.69=22.25	C ₁₈	23.16-0.64=22.52	C ₁₈
15.49-0.63=14.86	C ₁₄	14.33-0.56=13.75		20.03-0.62=19.41		23.51-0.69=22.82	C _{18:1}	24.21-0.64=23.57	C _{18:1}
17.25-0.63=16.62		15.32-0.56=14.76	C ₁₄	20.99-0.62=20.37		24.48-0.69=23.79	C _{18:2}	25.69-0.64=25.05	C ₂₀
19.32-0.63=18.69	C ₁₆	16.57-0.56=16.01		21.59-0.62=20.97		26.72-0.69=26.03		26.43-0.64=25.79	
19.60-0.63=18.97		17.30-0.56=16.74		23.18-0.62=22.56	C ₁₈	28.87-0.69=28.18			
23.12-0.63=22.49	C ₁₈	19.04-0.56=18.48	C ₁₆	23.64-0.62=23.02	C _{18:1}				
23.43-0.63=22.8	C _{18:1}	19.66-0.56=19.12		24.42-0.62=23.80	C _{18:2}				
24.25-0.63=23.62	C _{18:2}	20.74-0.56=20.18		25.90-0.62=25.28	C ₂₀				
25.79-0.63=25.16	C ₂₀	22.43-0.56=21.87		26.54-0.62=25.92					
		22.95-0.56=22.39	C ₁₈						
		23.76-0.56=23.20	C _{18:1}						
		** 25.70	C _{18:2}						
		31.51-0.56=30.95	C ₂₀						

**asumido a C_{18:2} ya que el cromatógráma lo enmascara

**probablemente también este C₁₂

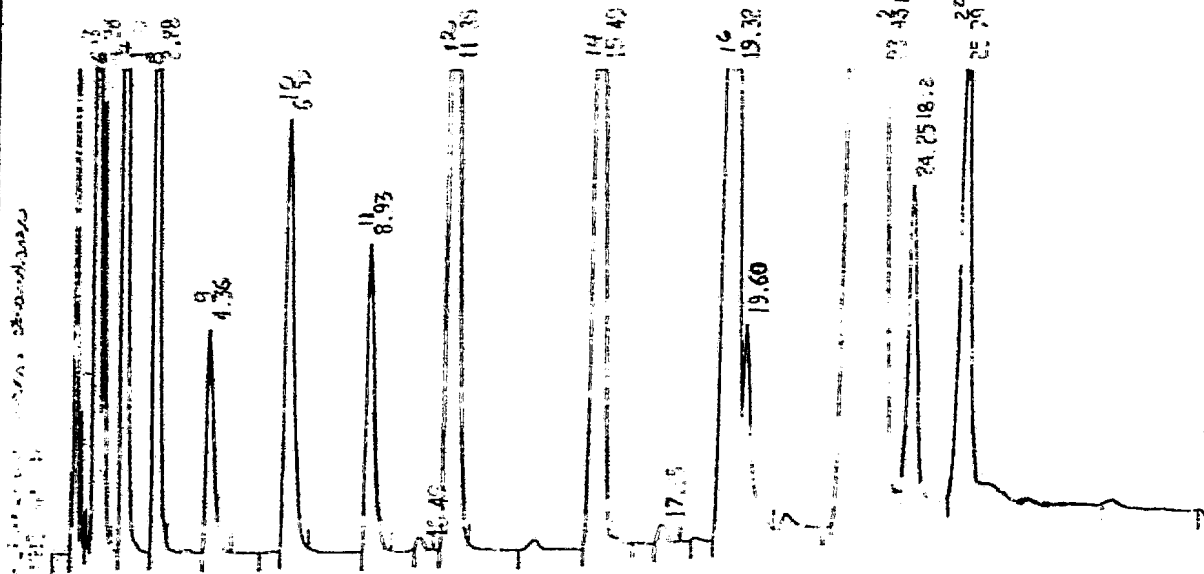
**probablemente también este C₁₂

*Corregido respecto al Rf del solvente. No se corrigió por factor de respuesta; las condiciones de análisis no fueron perfectamente controladas.

MCF: manteca de cerdo fresca; MCS manteca de cerdo sobrecalentada.

APENDICE VII
 CROMATOGRAMA DE ESTERES METILICOS ESTANDARES

11 10 P.

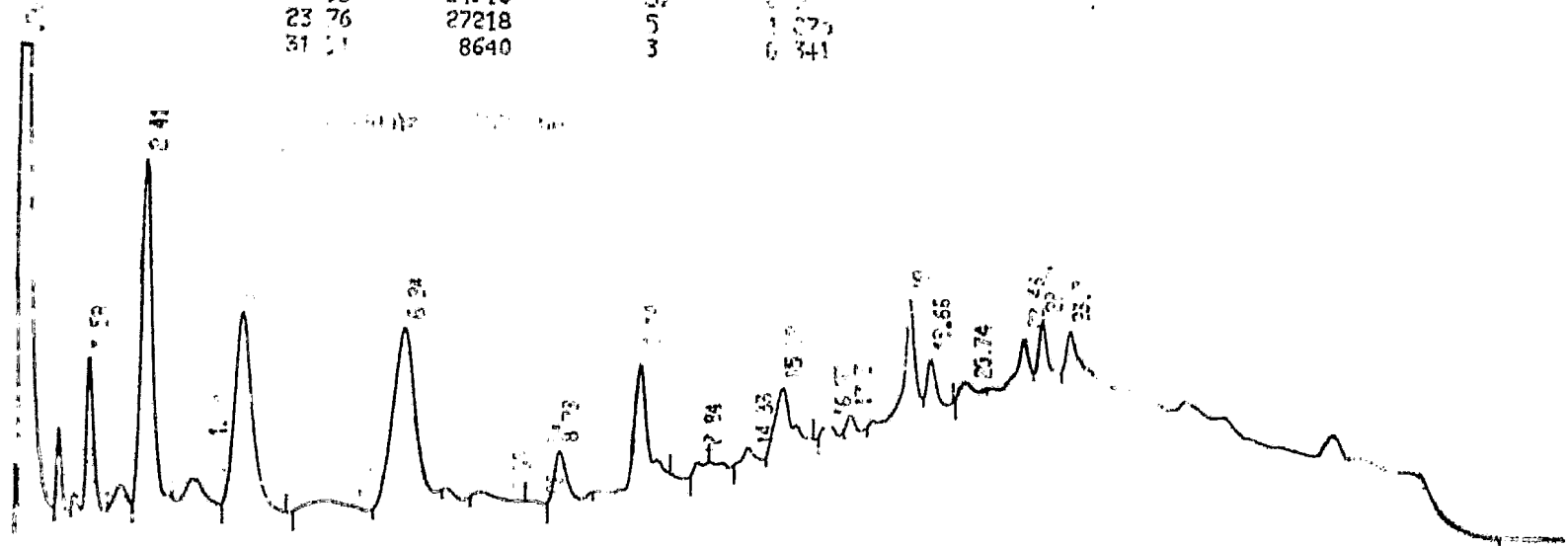


Retention Time (min)	Area	Height	Width
4.36	0.027	1.677	
6.15			
8.93			
11.75			
14.49			
17.15			
19.60			
24.25			
25.70			

707 1.0000 1.0000
 412 1.0000 1.0000

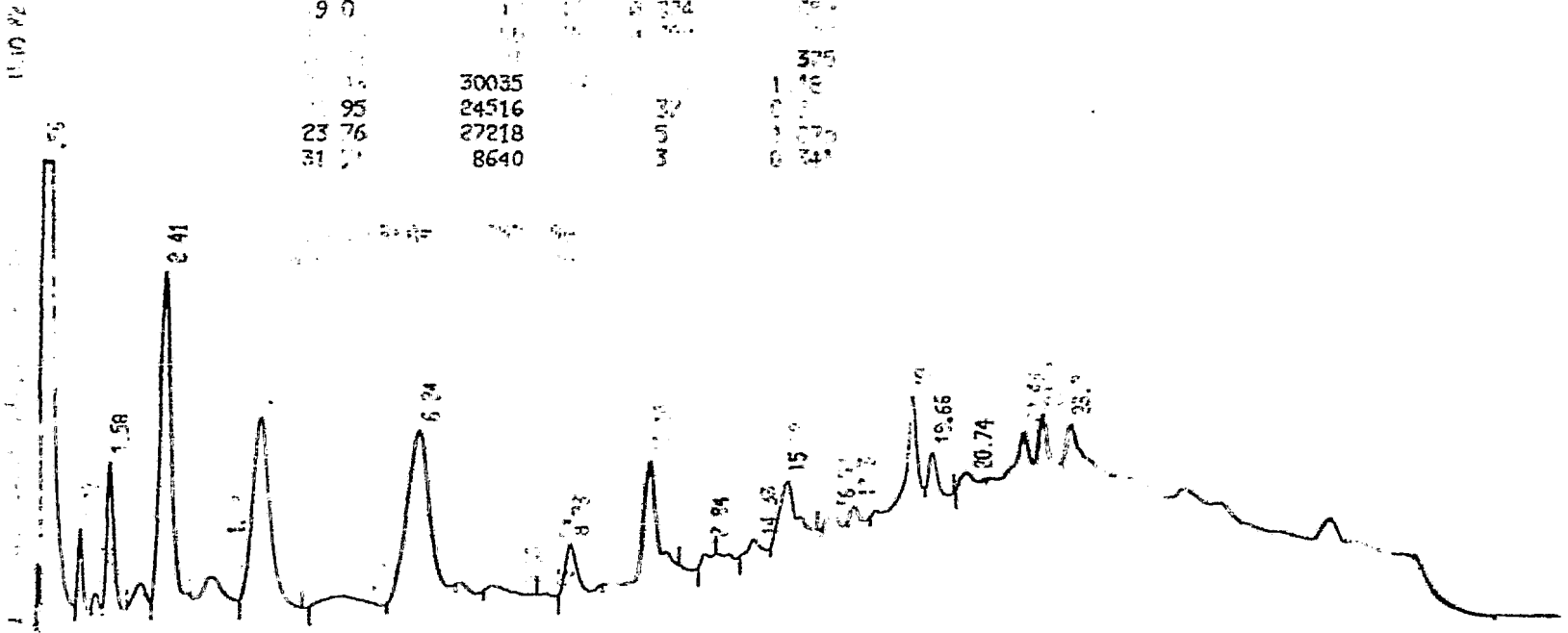
CRONOGRAMA DE LA MANTECA DE CERDO FRESCA.
(saponificada y metilada)

RT	AREA	TYPE	HR:HT	
0.49	1389	PP	0.027	0.1
0.56	2025500	PP	0.097	50.327
1.13	6171	BP	0.077	0.244
1.32	1752	PV	0.104	0.177
1.52	17071	VB	0.116	0.246
2.41	39744	PG	0.175	2.240
3.82	56785	BB	0.296	2.247
5.07	7111	BP	0.261	0.201
6.24	10724	PV	0.292	2.241
7.33	4002	VB	0.422	0.146
8.73	2794	PP	0.401	0.292
11.12			0.491	1.341
12.11			0.530	0.020
14.11			0.554	0.216
15.31			0.573	1.404
16.51			0.571	0.121
17.31			0.578	0.194
19.01			0.594	0.251
21.11			0.591	3.74
23.76	30065		0.57	1.18
31.11	24516		0.57	0.1
	27218		0.57	1.275
	8640		0.57	0.341

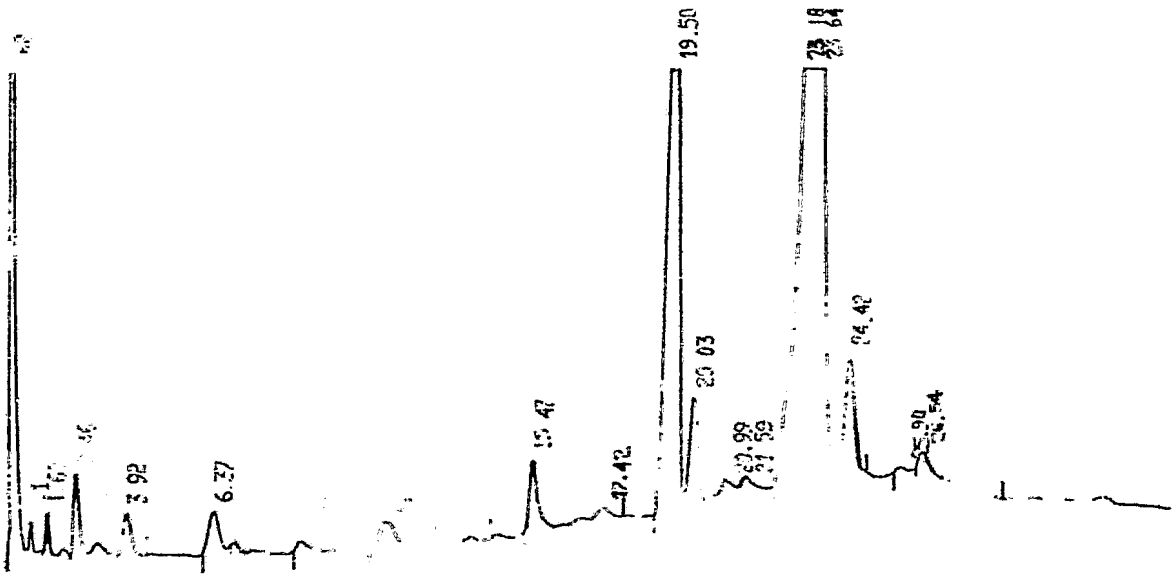


CROMATOGRAMA DE LA MANTECA DE CERDO FRESCA.
(saponificada y metilada)

RUN #	AREA	RT	AREA	TYPE	HEIGHT		
		0.49	1289	PP	0.027	0	0.1
		0.56	2075580	PP	0.097	0	20.7
		1.13	6171	RP	0.077	0	0.4
		1.30	1752	PV	0.104	0	0.2
		1.58	17461	VB	0.116	0	1.7
		2.41	54944	PC	0.175	0	2.0
		3.02	56785	BB	0.206	0	2.4
		5.07	2011	FP	0.261	0	0.1
		6.24	10294	PV	0.307	0	0.1
		7.33	4403	VB	0.405	0	1.0
		8.73	1294	FP	0.401	0	0.0
		11.10	102		0.491	1	0.0
		12.10	102		0.530	0	0.0
		4.10	102		0.54	0	0.0
		5.30	102		0.593	1	0.0
		6.50	102		0.61	0	0.0
		7.30	102		0.64	0	0.0
		9.00	102		0.74	0	0.0
		10.00	102		0.77	0	0.0
		11.00	102		0.81	0	0.0
		12.00	102		0.85	0	0.0
		13.00	102		0.89	0	0.0
		14.00	102		0.93	0	0.0
		15.00	102		0.97	0	0.0
		16.00	102		1.01	0	0.0
		17.00	102		1.05	0	0.0
		18.00	102		1.09	0	0.0
		19.00	102		1.13	0	0.0
		20.00	102		1.17	0	0.0
		21.00	102		1.21	0	0.0
		22.00	102		1.25	0	0.0
		23.00	102		1.29	0	0.0
		24.00	102		1.33	0	0.0
		25.00	102		1.37	0	0.0
		26.00	102		1.41	0	0.0
		27.00	102		1.45	0	0.0
		28.00	102		1.49	0	0.0
		29.00	102		1.53	0	0.0
		30.00	102		1.57	0	0.0
		31.00	102		1.61	0	0.0
		32.00	102		1.65	0	0.0
		33.00	102		1.69	0	0.0
		34.00	102		1.73	0	0.0
		35.00	102		1.77	0	0.0
		36.00	102		1.81	0	0.0
		37.00	102		1.85	0	0.0
		38.00	102		1.89	0	0.0
		39.00	102		1.93	0	0.0
		40.00	102		1.97	0	0.0
		41.00	102		2.01	0	0.0
		42.00	102		2.05	0	0.0
		43.00	102		2.09	0	0.0
		44.00	102		2.13	0	0.0
		45.00	102		2.17	0	0.0
		46.00	102		2.21	0	0.0
		47.00	102		2.25	0	0.0
		48.00	102		2.29	0	0.0
		49.00	102		2.33	0	0.0
		50.00	102		2.37	0	0.0
		51.00	102		2.41	0	0.0
		52.00	102		2.45	0	0.0
		53.00	102		2.49	0	0.0
		54.00	102		2.53	0	0.0
		55.00	102		2.57	0	0.0
		56.00	102		2.61	0	0.0
		57.00	102		2.65	0	0.0
		58.00	102		2.69	0	0.0
		59.00	102		2.73	0	0.0
		60.00	102		2.77	0	0.0
		61.00	102		2.81	0	0.0
		62.00	102		2.85	0	0.0
		63.00	102		2.89	0	0.0
		64.00	102		2.93	0	0.0
		65.00	102		2.97	0	0.0
		66.00	102		3.01	0	0.0
		67.00	102		3.05	0	0.0
		68.00	102		3.09	0	0.0
		69.00	102		3.13	0	0.0
		70.00	102		3.17	0	0.0
		71.00	102		3.21	0	0.0
		72.00	102		3.25	0	0.0
		73.00	102		3.29	0	0.0
		74.00	102		3.33	0	0.0
		75.00	102		3.37	0	0.0
		76.00	102		3.41	0	0.0
		77.00	102		3.45	0	0.0
		78.00	102		3.49	0	0.0
		79.00	102		3.53	0	0.0
		80.00	102		3.57	0	0.0
		81.00	102		3.61	0	0.0
		82.00	102		3.65	0	0.0
		83.00	102		3.69	0	0.0
		84.00	102		3.73	0	0.0
		85.00	102		3.77	0	0.0
		86.00	102		3.81	0	0.0
		87.00	102		3.85	0	0.0
		88.00	102		3.89	0	0.0
		89.00	102		3.93	0	0.0
		90.00	102		3.97	0	0.0
		91.00	102		4.01	0	0.0
		92.00	102		4.05	0	0.0
		93.00	102		4.09	0	0.0
		94.00	102		4.13	0	0.0
		95.00	24516		0.32	0	0.0
		23.76	27218		0.55	0	0.0
		31.00	8640		0.3	0	0.0



CROMATOGRAMA DE LA MANTECA DE CERDO SOBRECALENTADA.
(saponificada y metilada)

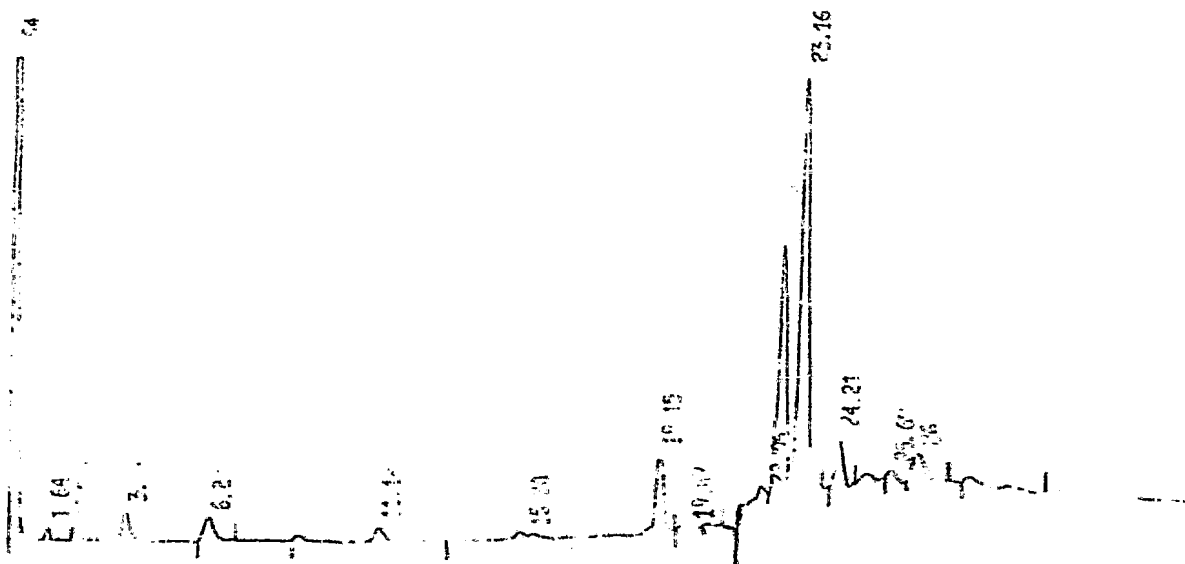


Retention Time (min)	Area	Height	Label
1.67	1000	100	
3.92	2000	200	
6.37	3000	300	
15.47	10000	1000	
17.42	5000	500	
19.50	100000	10000	
20.03	80000	8000	
20.99	10000	1000	
21.59	10000	1000	
23.88	100000	10000	
24.42	80000	8000	
25.90	10000	1000	
26.54	10000	1000	

152000
MIL-11100-1 0000000

CROMATOGRAMA DE LA GRASA EXCRETADA POR LOS ANIMALES CON DIETA MCF.
(saponificada y metilada)

MCF:manteca de cerdo fresca

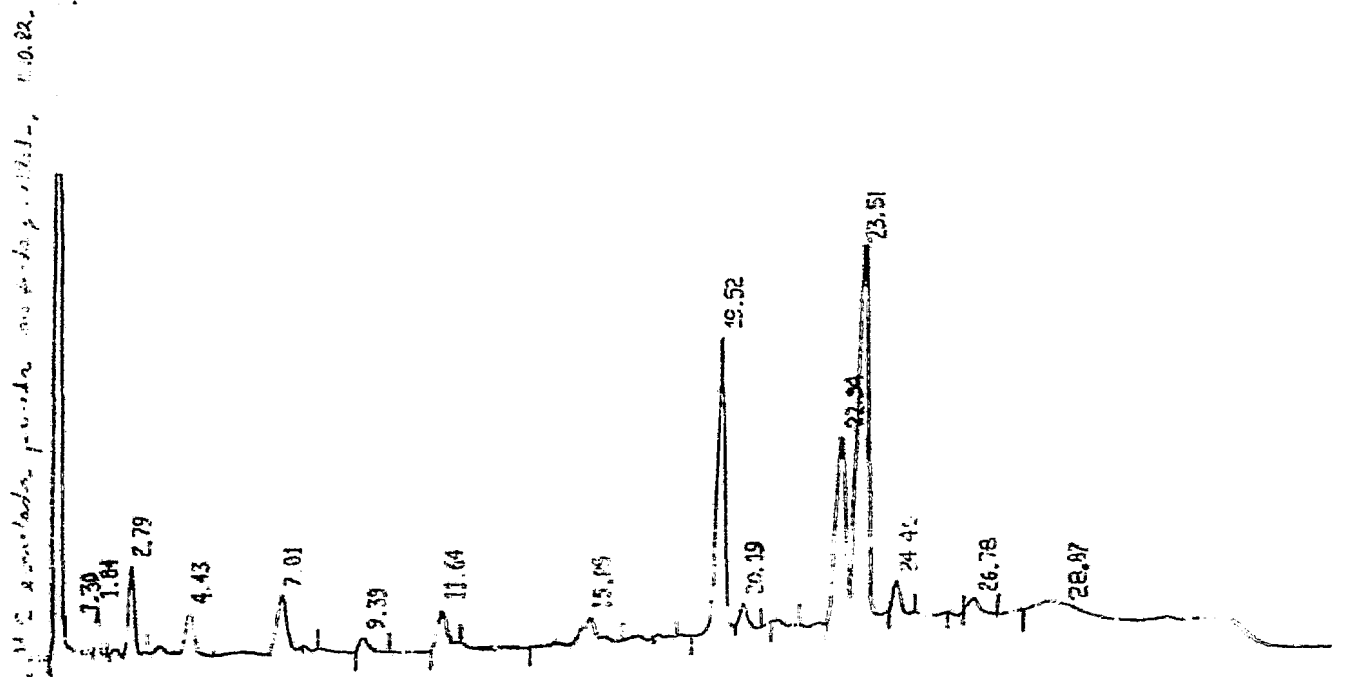


AREA	RT				
675160	0				
1348	1				
6266	2				
7141	3	BB			
913	6	BB			
10	10	BB			
21	11				
1	11				
17	15				
2891	16	PV			
72539	17	PV			
22186	18	VV			
114348	16	VB			
11266	21	PB			
1217	69	VB			
12326	43				

TOTAL AREA: 270870
40% FA: 100

CROMATOGRAMA DE LA GRASA EXCRETADA POR LOS ANIMALES CON DIETA MCS.
(saponificada y metilada)

MCS:manteca de cerdo sobrecalentada



RT	Area	Area	Area
1.70	69	691993	0.13
1.84	83	2544	0.09
2.79	84	5779	0.125
4.43	10	15300	0.11
7.01	4.43	11452	0.296
9.39	0.01	17393	0.322
11.64	9.39	4541	0.318
15.15	11.64	9735	0.278
19.52	15.15	13115	0.508
20.19	19.52	38436	0.55
23.51	20.19	7309	0.105
24.45	23.51	5297	0.099
26.78	24.45	12473	0.288
28.87	26.78	1129	0.033
	28.87	1394	0.329
		111	0.151

MSD 1000-1

BIBLIOGRAFIA

Alexander, J.C. Biological Effects Due to Changes in Fats - During Heating. J.Am.Oil Chem.Soc. [1978], 55(10):711-17.

Alfin-Slater, R.B., Auerbach, S., Aftergood, L. Nutritional Evaluation of Some Heated Oils. J.Am.Oil Chem.Soc. [1959], 36:638-41.

Andia, A.M.G. y Street, J.C. Dietary Induction of Hepatic - Microsomal Enzymes by Thermally Oxidized Fats. J.Agr.Food.Chem. [1975], 23:173-77.

Andrews, J.S., Griffith, W.H., Mead, J.F. y Stein, R.A. --- Toxicity of air-oxidized soybean oil. J.Nutrition. [1960], - 70:199-210.

ANUARIO ESTADISTICO DEL COMERCIO EXTERIOR DE LOS E.U.M., 1978. Datos para el año de 1975. X Censo Industrial 1976. Secretaría de Programación y Presupuesto. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geográfica e Informática.

A.O.A.C. (Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists). 28.022 y 28.023. Horwitz, W. - editor. 11a. Edición Washington, D.C. 1970a.

Ibid. 28.018 y 28.019. 1970b.

Ibid. 28.006. 1970c.

Ibid. 14.018. 1970d.

Ibid. 14.026. 1970e.

Ibid. 14.020. 1970f.

Artman, N.R. y Alexander, J.C. Characterization of Some -- Heated Fat Components. J.Am.Oil Chem.Soc. [1968], 45:643-48.

Artman, N.R. Chemical and Biological Properties of Heated - and Oxidized Fats. Advan.Lipid.Res. [1969], 7:245-330.

Armed Forces Institute of Pathology. Manual of Histologic - Staining Methods, 3rd. edition. Mc.Graw-Hill Co. [1968].

Badui, D.S. Química de los Alimentos. Capítulo 4. Editorial Alhambra. [1981]. México, D.F.

Billek, G., Guhr, G. y Waibel, J. Quality Assesment of -- Used Fring Fats: A Compararison of Four Methods. J.Am.Oil - Chem.Soc. [1978], 55(10):728-33.

Crampton, E.W., Common, R.H., Farmer, F.A., Wells, A.F. y - Crawford, D. Studies to Determine the Nature of the Damage to the Nutritive Value of Some Vegetables Oils from Heat -- Treatment. III. The Segregation of Toxic and Non-Toxic ---- Material from the esteres of Heat-Polimerized Linseed Oil - by Distillation and by Urea-Adduct Formation. J.Nutrition.- [1953], 49:333-46.

Chang, S.S., Peterson, R.J. y Ho, C.T. Chemical Reactions- Involved in the Deep-Fat Frying of Foods. J.Am.Oil Chem.Soc. [1978], 55(10):718-727.

Cheville, N. Patología Celular, Editorial Acribia. 1a.edi- ción. [1980], 19-53.

DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA. Secretaria de Agri- cultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaria de Agricultu-

ra y Operación. Estadística del Subsector Pecuario de los --
E.U.M. 1972-1980.

Dubouloz, P., Dumas, J. y Laurent, J. Nature of the Pigment
which destroys lipid peroxides. Compt. rend. soc. biol. ----
[1951], 145:905-6.

Dubouloz, P., Fondarai, J. y Lagarde, C. Metabolism of per-
oxides of fatty acid esters. Biochem. et Biophys. Acta. ----
[1949], 3:371-77.

Dubouloz, P. y Laurent, J. A pigment which destroys certain
lipid peroxides. Compt. rend. soc. biol. [1950], 44:1183-85.

Dubouloz, P., Laurent, J. y Dumas, J. Metabolism of lipid -
peroxides. I. Characterization of a hematin pigment which --
destroys lipid peroxides. Bull. soc. chim. biol. [1951], 33:
1740-44.

Friedman, L., Shue, G.M., Douglass, C.D. y Firestone, Fed. --
Proc. [1961], 20:369. Citado en Alexander, J.C. 1978.

Glavind, J. y Tryding, N. Digestion and Absorption of Lipo-
peroxides. Acta Physiol.Scand. [1960], 49:97-102.

Granados, H., Aaes-Jørgensen, E. y Dam, H. Influence of --
Various Protein Levels and of Mg. on Changes in Adipose --
and Dental Tissues of Vitamin E-Deficient Rats. Brit.J. --
Nutrition. [1950], 3:320.

Holman, R.T. y Greenberg, S.I. The Toxicity of Methyl ---
oleate peroxide and ethyl linoleate peroxide. J.Am.Oil Chem.
Soc. [1953], 35:707.

Iwaoka, W.T. y Perkins, E.G. Metabolism and Lipogenic ---

Effects of the Cyclic Monomers of Methyl Linoleate in the --
Rat. J.Am.Oil Chem.Soc. [1978], 55(10):734-38.

Jones, R.J. Role of Dietary Fat in Health. J.Am.Oil Chem.Soc.
[1974], 51:251-54.

Kaneda, T., Sakai, H y Isihii, S. Nutritive Value or Toxicii
ty of Highly Unsaturated Fatty Acids. J.Biochm. [1955], 42:
561-73.

Kaunitz, H., Slanetz, C.A., Johnson, R.E., Knight, H.B., ---
Koos, R.E. y Swern, D. Influence of Feeding Fractionated --
Esters of Autoxidized Lard and Cottonseed Oil on Growth, --
Thirst, Organ Weights, and Liver Lipides of Rats. J.Am.Oil -
Chem.Soc. [1959], 36:611-15.

Kaunitz, H. y Johnson, R.E. Exacerbation of heart and liver-
lesions in rats by feeding of various mildly oxidized fats.-
Lipids. [1973], 8(6):329-36.

Kramer, A. y Twigg, B.A. Quality Control for the Food Indusu
try. The Avi Publishing. Vol. I, 3a. edición. [1979], 456. -
Westport, Conn.

Krause, V.M. y Hunscher, A.M. Nutrición y Dietética en Clí-
nica, Editorial Interamericana. 5a. edición. [1975], 95-96.
México, D.F.

Kummerow, F.A. "Toxicity of Heated Fats". en Schultz, H.W. -
et al (editores). Symposium on Foods: Lipids and Their ----
Oxidation. [1962], 294-320. Westport, Conn.

Kummerow, F.A. Concurrent Studies on Relation of Fat to ---
Health. J.Am.Oil Chem.Soc. [1974], 51:255-59.

Kummerow, F.A. y Perkins, E.G. Nutritional effect of polymers isolated from thermally oxidized corn oil. J.Nutrition. [1959], 68:101-8.

Mead, J.F. "Digestion and Absorption of Autoxidized Lipids". en Schultz, H.W. et al (editores). Symposium on Foods: --- Lipids and Their Oxidation. [1962], 360-66. Westport, Conn.

Michael, W.R., Alexander, J.C. y Artman, N.R. Thermal ---- Reactions of Methyl Linoleate. I. Heating Conditions, Isolation Techniques, Biological Studies and Chemical Changes. - Lipids. [1966], 1(5):353-58.

Miller, J. y Landes, D.R. Effects of Feeding Oxidized or - Heated Soybean Oil on Tissue Composition and Hematological- Status of Rats. J.Food Sci. [1975], 40:545-47.

Nakamura, M., Tanaka, H., Hattori, Y. y Watanabe, M. ---- Biological effects of autoxidized safflower oils. Lipids. -- [1973], 8(10):566-72.

Newberne, M.P., Bieri, J.G., Briggs, G.M. y Nesheim, M.C. - Control of Diets in Laboratory Animal Experimentation. A -- Report of the: Committee on Laboratory Animal Diets Institute of Laboratory Animal Resources Assembly of Life Sciences National Research Council. From ILAR News, Vol. XXI, Number 2 Winter-Spring. [1978].

Nishida, T. y Kummerow, F.A. Interaction of Serum Lipoproteins with the Hidroperoxide of Methyl Linoleate. J.Lipid - Research. [1960], 1:450-57.

Nolen, G.A. Effects of Fresh and Used Hydrogenated Soybean Oil on Reproduction and Teratology in Rats. J.Am.Oil Chem.- Soc. [1973], 49:688.

- Perkins, E.G. y Kummerow, F.A. The isolation and characterization of the polymers formed during the thermal oxidation-
of the corn oil. J.Am.Oil Chem.Soc. [1959], 36:371-5.
- Poling, C.E. The Nutritional Value of Fats after Use in -
Commercial Deep-Fat-Frying. J.Nutrition. [1960], 72:109.
- Poling, C.E., Warner, W.D., Mone, P.E. y Rice, E.E. The ---
Influence of Temperature, Heating time, and Aereation upon-
the Nutritive Value of Fats. J.Am.Oil Chem.Soc. [1962], 39:
315-320.
- Poling, C.E., Eagle, E., Rice, E.E., Durand, A.M., y Fisher,
M. Toxicity of heated fats. Lipids. [1970], 5:128.
- Reporter, M.C. y Harris, R.S. Effects of Oxidized Soybean -
Oil on Vit.A Nutrition of the Rat. J.Am.Oil Chem.Soc. [1961],
38:47-51.
- Rice, E.E. Symposium: Status of Fat in Food and Nutrition.-
J.Am.Oil Chem.Soc. [1974], 55:244-49.
- Rice, E.E., Poling, C.E., Mone, P.E. y Warner, W.D. Nutritive
evaluation of over heated fats. J.Am.Oil Chem.Soc. [1960], -
37:607.
- Roffo, A.H. Carcinogenic value of oxidized oils. II Sunflower
Oil. Bol.Inst.Med.Explt.Estd.Cáncer. [1944], 21(64):1-133.
- Sherwin, E.R. Oxidation and antioxidants in fat and oil proq
cessing. J.Am.Oil Chem.Soc. [1978], 55:809-14.
- Simiko, V., Bucko, A., Babala, J., y Ondreicka, R. Nutr. --
Dieta. [1964], 6:91. Citado en Alexander, J.C., 1978.

Stansby, M.E., Kuda, G. y Hall, A. Chemical spoilage patterns of gray fish. Food Tech. [1968], 22:107.

Schultz, H.W., Day, E.A. y Sinnhuber, R.O. (editores). Lipids and their oxidation. The Avi Publ. Co., [1962]. Westport. Conn.

Zipser, M.W. y Watts, B.M. Oxidative rancidity of cooked ---millet. Food Tech. [1961], June:318.