



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA
(INCAP)**



**APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DEL
TIBURON
(ORDEN PLEUROTREMATA)**

ARMANDO ALFREDO LACERA RUA

**CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN NUTRICION Y CIENCIAS DE ALIMENTOS
(CESNA)**

CURSO DE POSTGRADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Guatemala, Diciembre de 1982

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANANA
(INCAP)

APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DEL TIBURON
(ORDEN PLEUROTREMATA)

Tesis elaborada por:

ARMANDO ALFREDO LACERA RUA
Previo a optar al grado de
MAESTRO
(Magister Scientifcae)

CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN NUTRICION Y CIENCIAS DE
ALIMENTO
(CESNA)

CURSO DE POSTGRADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
Guatemala, Diciembre de 1982

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

DECANO	Dr. José Héctor Aguilar Arreola
SECRETARIO	Lic. Leonel Carrillo Reeves
VOCAL PRIMERO	Lic. Luis Fernando Girón Rodos
VOCAL SEGUNDO	Lic. Francisco Monterroso S.
VOCAL TERCERO	Dr. Mario Roberto Molina
VOCAL CUARTO	Br. Sergio Molina Mejía
VOCAL QUINTO	Br. Héctor Oliveros Pons

COMITE INTERINSTITUCIONAL DEL CESNA

Director del CESNA	Dr. Luis Octavio Angel
Decano de la Facultad de Ciencias Médicas	Dr. Mario M. Cámbara
Decano de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	Dr. José H. Aguilar A.
Decano de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	Dr. Luis Felipe Rosales
Director de la Escuela de Nutrición	Dr. Luis Octavio Angel
Directora del Curso de Postgrado en Salud con Énfasis en Nutrición Materno-infantil	Dra. América de Fernández
Director del Curso de Postgrado en Bioquímica y Nutrición Humana	Dr. Oscar Pineda
Director del Curso de Postgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos	Dr. J. Edgar Braham

COMITE ASESOR DE TESIS

Dr. Mario R. Molina

Dr. Luis A. Mejía

Dr. Ricardo Bressani

Dr. J. Edgar Braham

Dr. Roberto Gómez Brenes

Dr. Luiz G. Elías

DEDICO ESTA TESIS

A MIS PADRES, JOSE Y DOLORES

A MIS HIJOS

A MI ESPOSA

A MIS HERMANOS Y SOBRINOS

A LUIS A. RINCON

A CARMEN G. DE RINCON

A ADOLFO CHARRIS CASTAÑEDA

**A LA UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAGDALENA (STA. MTA.,
COLOMBIA**

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (BOGOTA)

**A LOS PROFESIONALES, SECRETARIAS, TECNICOS, CONSERJES Y
DEMAS EMPLEADOS DEL INCAP**

AGRADECIMIENTOS

A los Drs. Mario R. Molina, Ricardo Bressani, Luis A. Mejía, J. Edgar Braham, Roberto Gómez Brenes y Luiz. G. Elías, por la asesoría brindada al presente trabajo.

A la Dra. Delia Navarrete por sus enseñanzas, amistad y cooperación.

Al Dr. Luis Octavio Angel y Lic. Boris Ibáñez.

A las Sras. María Antonieta Rottman y Carlota de Funes por sus consejos y amistad, a Felix Castillo y a la Sra. Carmen Morales.

A los amigos Terencio Ramírez, Ovidio Borrayo, Marco A. Baten, Luis E. Amézquita, Audel López, Carlos Calderón, Catalino Estrada, Hugo Paz, Julio Bolaños, Mario E. Rivas, Narciso Aquino, Víctor Chajón.

Al personal de la Biblioteca del INCAP.

Al personal de la División de Estadística y Centro de Cálculo del INCAP.

A mis compañeros del Curso de Post-grado, Adriana Blanco de Araya, Mario Paredes P. y María del Socorro Jiménez.

A todos los compañeros de Guatemala que me brindaron su amistad.

RECONOCIMIENTO

Al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Al United Kingdom of Overseas Development por el financiamiento de mis estudios en el CESNA

CONTENIDO

	Pag .
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	3
III OBJETIVOS	33
IV SIGNIFICADO DEL ESTUDIO	35
V MATERIALES Y METODOS	36
VI RESULTADOS Y DISCUSION	53
VII CONCLUSIONES	95
VIII RECOMENDACIONES	101
IX RESUMEN	103
X BIBLIOGRAFIA	107
XI APENDICES	117

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1	COMPOSICION QUIMICA DE LA CARNE DE TIBURON.
CUADRO 2	DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS CAPTURAS MUNDIALES DE TIBURONES, 1976.
CUADRO 3	CAPTURAS DE TIBURONES EN LA ZONA DEL ATLANTICO CENTROOCCIDENTAL, POR PAISES.
CUADRO 4	ESTUDIO PROSPECTIVO DE LA PRODUCCION MENSUAL DE LA FLOTA PICPA:SINTESIS.
CUADRO 5	ESTUDIO PROSPECTIVO DE LA PRODUCCION POR MES/ BARCO TIBURONERO.
CUADRO 6	CAPTURAS POR BARCOS 13 MT (EN MILES DE LIBRAS).
CUADRO 7	DATOS DE VITAMINA A EN 1980 PARA GUATEMALA.
CUADRO 8	COMPOSICION PROXIMAL DE LA CARNE DESECADA DEL TIBURON TOLLO (<u>Squalus Acanthias</u>), DE LOS SUBPRODUCTOS DE CORTES DE TIBURON, DE CABEZA DE CAMARON Y DE LA HARINA DE MEZCLA C.C.-D.T.
CUADRO 9	CONTENIDO DE P, Ca, Fe, Na Y K EN CARNE Y DESECHOS DE TIBURON TOLLO, EN CABEZA DE CAMARON Y EN LA MEZCLA C.C.-D.T.
CUADRO 10	COMPOSICION DE AMINOACIDOS EN PROTEINAS DE TIBURON TOLLO Y DE SUBPRODUCTOS.
CUADRO 11	GRANULOMETRIA DE LA HARINA DE C.C.-D.T.
CUADRO 12	COMPOSICION PROXIMAL DE LAS DIETAS ELABORADAS CON LA CARNE DESECADA DEL TIBURON TOLLO (<u>Squalus acanthias</u>), CON LOS SUBPRODUCTOS DE CORTES DE TIBURON, CON CABEZA DE CAMARON Y CON HARINA DE MEZCLA C.C.-D.T. PARA RATAS.
CUADRO 13	CALIDAD PROTEINICA DE LA CARNE DEL TIBURON TOLLO Y DE LA MEZCLA C.C.-D.T.
CUADRO 14	FORMULACION PORCENTUAL DE DIETAS BASALES USADAS EN EXPERIMENTOS CON POLLOS.
CUADRO 15	FORMULACION PORCENTUAL DE DIETAS BASALES EN EXPERIMENTOS CON POLLOS.
CUADRO 16	CONTRASTE DE KRUSKAL-WALLIS ENTRE LAS DIETAS FORMULADAS CON CARNE DE TIBURON TOLLO Y HA-

RINA DE C.C.-D.T.

CUADRO 17	ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LOS HIGADOS DE TIBURON NEGRO (<u>Delatius licha</u>) Y DE TIBURON TIGRE (<u>Galeocerdo cuvieri</u>).
CUADRO 17A	CONTENIDO DE VITAMINA A EN ACEITE DE HIGADO DE TIBURON CON EXPOSICION A VAPOR DE AGUA (11 PSI, 93°C).
CUADRO 18	PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE ACEITES DE HIGADO DE TIBURON.
CUADRO 19	COMPOSICION BASICA DE LAS PREMEZCLAS PARA FORTIFICACION DE AZUCAR CON ACEITE DE HIGADO DE TIBURON.
CUADRO 20	POTENCIA Y ESTABILIDAD VITAMINICAS DE PREMEZCLA PREPARADAS CON ACEITE DE HIGADO DE TIBURON MAS PALMITATO DE RETINILO (VIT. "A" BASF).
CUADRO 21	POTENCIA Y ESTABILIDAD VITAMINICAS DE AZUCARES FORTIFICADOS CON A.H.D.T. MAS VIT. "A" (BASF).
CUADRO 22	DETERMINACION DE POTENCIA DE VIT. "A" EN AZUCAR FORTIFICADO CON ACEITE DE HIGADO DE TIBURON NEGRO A 105-110°C.
CUADRO 23	DISTRIBUCION DE CARNE Y SALSA EN LAS FORMULACIONES DE ESCABECHADO DE DESECHOS DE FILETEADO DE TIBURON.
CUADRO 24	CONTENIDO ESTIMADO DE NUTRIENTES EN ESCABECHADO DE SUBPRODUCTOS DE TIBURON.
CUADRO 25	EVALUACIONES MICROBIOLOGICAS DE ESCABECHADO DE DESECHOS DE TIBURON.
CUADRO 26	RESUMEN DE CONSUMO TOTAL ESTIMADO PARA ENERGIA ELECTRICA Y COMBUSTIBLE.
CUADRO 27	ESTIMADO DEL CONSTO UNITARIO BASICO Y SU ESTRUCTURA.
CUADRO 28	ANALISIS DE COSTOS (\$C.A.).
CUADRO 29	ESTIMADO DE COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.
CUADRO 30	ESTADO DE INGRESO NETO POR VENTAS DE LA HARINA C.C.-D.T., DEL ACEITE DE HIGADO Y DEL ESCABECHADO.

LISTA DE GRAFICAS Y FIGURAS

GRAFICA 1	RELACION ENTRE EL MODULO MAS FINO Y EL TAMAÑO PROMEDIO DE PARTICULA DE LA HARINA DE C.C.-D.T.
GRAFICA 2	CURVA DE DESTRUCCION DE VITAMINA "A" EN ACEITE COMERCIAL DE HIGADO DE TIBURON, EN HIGADOS HOMOGENIZADOS DE TIBURONES NEGRO Y TIGRE SOMETIDOS A LA LUZ ULTRAVIOLETA POR DIFERENTES TIEMPOS.
GRAFICA 3	CURVA DE DESTRUCCION DE VITAMINA "A" EN ACEITE DE HIGADO DE TIBURON NEGRO (<u>Delatius licha</u>) TRATADO A DIFERENTES TIEMPOS CON VAPOR DE AGUA Y SOMETIDO A IRRADIACION CON LUZ ULTRAVIOLETA POR DIFERENTES PERIODOS.
GRAFICA 4	CURVA DE DESTRUCCION DE VITAMINA "A" EN ACEITE DE HIGADO DE TIBURON TIGRE (<u>Galeocerdo cuvieri</u>) TRATADO A DIFERENTES TIEMPOS CON VAPOR DE AGUA, Y SOMETIDO A IRRADIACION CON LUZ ULTRAVIOLETA POR DIFERENTES PERIODOS.
FIGURA 1	DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA MANUFACTURA DEL ESCABECHADO DE SUBPRODUCTOS DE FILETEADO DE TIBURON.
FIGURA 2	DISTRIBUCION DEL EQUIPO EN LA PLANTA DE APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS PESQUEROS.

I. INTRODUCCION

Es conocido, en forma axiomática, el deficiente aprovechamiento de los recursos pesqueros por parte de los países de América Latina, con muy pocas excepciones. Aún más, gran parte de los esfuerzos tecnológicos se ven disminuidos significativamente por falta de implementación para transformar todas aquellas partes de la materia prima denominadas simplemente "desechos" o "desperdicios".

El tiburón (Orden Pleurotremata) es un recurso pesquero que se caracteriza por prestarse al aprovechamiento de todas sus partes: aletas, piel, carne, hígado y dientes, por lo cual la rentabilidad de la pesca del tiburón debe basarse en el aprovechamiento de todo el animal. Lo cual no se hace así en nuestros países.

El departamento de Pesca de la FAO ha abordado recientemente estos problemas y ha realizado una importante labor sobre las especies de tiburones y las técnicas de producción, con el fin de ofrecer a los países en desarrollo orientaciones sobre la manera de aprovechar todo el tiburón (55). En respuesta a las solicitudes de información presentadas por gobiernos de países en desarrollo acerca de las posibilidades de comercialización que ofrece la exportación de productos del tiburón, y por importadores de países desarrollados que desean conocer las fuentes de suministros de esos productos, el Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT realizó en 1977 un estudio sobre los principales mercados mundiales de productos del tiburón. En este estudio se puso de relieve las posibilidades de los mercados de exportación mediante un

pormenorizado análisis estadístico y extensas entrevistas con funcionarios del ramo y de los gobiernos de los países en desarrollo, que podían servir de base para sus estrategias de producción y de comercialización de las exportaciones, y en las que se indica la mejor manera de aprovechar las posibilidades que ofrecen estos mercados (55).

Con la presente investigación se intentó aprovechar hasta el máximo aquellas partes del tiburón no utilizadas para consumo directo, y eliminadas como desperdicios:

- El hígado para la extracción de aceite y utilizarlo como posible fuente de vitamina A para alimentación humana,
- La carne descartada durante el fileteado, conservada y fortificada como producto nutritivo de bajo costo.
- La carne del tiburón de poca aceptabilidad por los consumidores, debido a condiciones organolépticas desfavorables (color), para la elaboración de harina, destinada a nutrición animal.
- Se incluye, en esta línea de harina, la posibilidad de utilizar desperdicios provenientes del descabezado de camarones y demás crustáceos, así como también los desechos del eviscerado de tiburones.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Tiburón

2.1.1. Clasificación

De una manera general, se pueden clasificar como tiburones todos los peces cuyos orificios branquiales se encuentren en el costado de la cabeza (17).

Se distinguen alrededor de 250 a 300 especies, las que se agrupan en 20 familias. El sistema de clasificación científico no es completamente seguro, y la FAO (55) ha utilizado, en una reciente revisión, la clasificación de Budker (17).

Uno de los tiburones de mayor captura y consumo directo en Guatemala es el tollo (Squalus acanthias), conocido como mielga o galludo en Francia, cuya clasificación, según Budker (17) es:

Orden: Pleurotremata (Tiburores)

Sub-orden: Escualiformes

Familia: Escualidos

2.1.2. Características Biológicas

Se calcula que la evolución de la mayoría de los tiburones terminó hace unos 69 millones de años, y estaban tan bien adaptados a la vida acuática que han sobrevivido con escasas transformaciones durante millones de años.

Las características biológicas y fisiológicas de los tiburones, peces elasmobranquios, son diferentes de los teleosteos más recientes (58). La carne de los tiburones

suele tener un sabor particular y es mucho más sensible a las transformaciones post-mortem que la carne de aquéllos, y no pueden conservarse debidamente si no se emplean procedimientos adecuados de manipulación, tales como el sangrado, la refrigeración o la congelación.

La urea es característica propia de la carne del tiburón, se forma en la sangre y en los fluidos del organismo de todos los peces marinos, tanto teleósteos (sistema óseo) como elasmobranquios (sistema cartilaginoso). Los primeros eliminan rápidamente la urea mientras los últimos la retienen en la sangre manteniendo un grado mayor de concentración osmótica, absorbiendo agua a través de unas membranas y, por lo tanto, no necesitan beber como los teleósteos.

A diferencia de los telósteos, los tiburones carecen de costillas; los músculos están adheridos directamente a la piel. Debido a ello, y a la sólida estructura fibrosa de la piel, cuesta mucho trabajo desollar los tiburones de gran tamaño. Además, las escamas de los tiburones son unas pequeñas láminas placoideas denominadas dentículos dérmicos que mellan rápidamente el filo de los cuchillos (4). Estas características naturales causan demoras en el beneficiado de los tiburones de gran tamaño, demoras que deben tenerse en cuenta al planificar la utilización de la carne de esos tiburones desollados para el consumo humano.

Los dientes del tiburón son también dentículos dérmicos. No están implantados en la mandíbula sino en la piel, por lo que pueden sacarse fácilmente hirviendo las mandíbulas (4). Los tiburones no tienen vejiga natatoria y su

principal órgano hidrostático es un gran hígado saturado de aceite.

El comportamiento de los tiburones y su dependencia de factores ambientales hacen que el movimiento sea un rasgo característico de las poblaciones de estos peces que influye en la industria de la pesca del tiburón y la limita. Algunas especies recorren grandes distancias en tanto que otros se mueven dentro de zonas más pequeñas o dentro de la misma zona, de la superficie hacia las aguas profundas y viceversa. Los adultos de algunas especies, como el tiburón tigre o tintorera (Galeocerdo cuvieri), prefieren las aguas profundas durante el día mientras que los más jóvenes salen a la superficie. Por eso es difícil prever capturas estables en una determinada zona. Springer (83), hace una distinción entre poblaciones principales (reproductoras) de tiburones y accesorias (errantes). Los movimientos y hábitos de las primeras tienen un carácter regular; las segundas, en cambio, se alejan de la población principal y es mucho más difícil prever sus movimientos. Las poblaciones errantes están más a menudo cerca de la costa que los tiburones de las poblaciones principales.

Springer (83) llega a la conclusión de que "una industria estable del tiburón depende de los tiburones de la población principal, que generalmente se encuentra en aguas profundas". El hecho que las especies y el tamaño de las que componen las capturas de tiburones varíen según el tipo de artes de pesca empleados y la época de la cap-

tura, depende también del comportamiento natural de los tiburones, la que hasta cierto punto permite influir en la composición de los desembarques.

En la pesca intensiva del tiburón hay que tener en cuenta el hecho biológico de que, a diferencia de muchos teleósteos, los tiburones no ponen miles o millones de huevos. La mayoría dan a luz sus crías después de un período de gestación que oscila entre seis meses y dos años. Otros ponen un número reducido de huevos. Los tiburones no crecen con mucha rapidez pero viven mucho tiempo, por consiguiente, las poblaciones pueden ser vulnerables a la presión de una pesca intensiva (58).

2.1.3. Composición Química y Valor Nutritivo

El Cuadro 1 muestra el contenido de humedad, proteínas, grasas y minerales de la carne de distintos tiburones (37).

En comparación con la de otros peces, la carne de tiburón es magra y un poco ácida. El contenido de proteínas es diferente según las distintas especies, variaciones que son influenciadas además por tipo de músculo, origen geográfico, edad y estado fisiológico, tal como ha sido informado por Gordievskaya (1973), Kizevetter y Nasedkina (1975), Petkevich y Zandyuk (1975) y Stanby (1976).

Kizevetter y Nasedkina (1975), en un estudio de nueve especies de tiburones, notifican que del contenido total de nitrógeno, sólo del 50% al 64% representa proteína. La diferencia representa nitrógeno no proteico, cuyo componen-

principal, para todas las especies, es la urea. Cada especie de tiburón tiene un contenido diferente de urea, que es característico de la especie tratada. Gordievskaya (1973), encuentra 1,570 mg% para la mielga o tollo (Squalus acanthias), 1,990 mg% para la tintorera y tiburón tigre (Galeocerdo cuvieri) y 2,330 mg% para el pez martillo o cornuda común (Sphyrna sygaena). Este autor señala que "el alto contenido de urea es un rasgo característico de la carne de tiburón, que requiere un tratamiento especial para poder ser consumido" (37).

Gordievskaya (1973), asegura que 1,200 mg% es el límite inferior por debajo del cual no se puede detectar la presencia de urea en la carne de tiburón, y que 1,400 mg% de urea no se nota si la carne se prepara con ingredientes que le den un sabor particular, por ejemplo, con especias o con sal, o cuando se fríe.

Algunas especies de tiburones contienen considerables cantidades de óxido de trimetil amina (85).

Kizevetter y Nasedkina (1975) han notificado un contenido de aminoácidos libres en tiburones entre 27.6 y 112 mg/100 de músculo fresco.

El valor nutritivo de la carne de tiburón es algo menor que el de la carne de los teleósteos en lo tocante a la composición y distribución de aminoácidos esenciales (37).

Kiezevetter y Nasedkina (1975), aseguran que los aminoácidos esenciales en la proteína de la carne de tiburón tienden a ser menores que en la proteína de carne de res y que, además, los mayores déficits relativos dependen de la especie, por lo cual estos autores colocan la carne de los elasmobranchios como de bajo valor alimenticio.

2.1.4. Distribución Geográfica de las Capturas

Potencial de Pesca de Tiburón de Guatemala

Se desconoce aún el tamaño y la composición de la población mundial de tiburones, por ello resulta difícil saber si con una utilización más sistemática de esta fuente de proteína se correría el riesgo de una pesca excesiva del tiburón.

En el Cuadro 2 figura la estructura actual de la pesca del tiburón en todo el mundo. Las mayores capturas se observan en el Pacífico Norteoccidental (Japón, República de Corea) y en el Atlántico Nor-oriental, zonas que representaron conjuntamente el 45% del total de las capturas en 1976, lo que significa que el Japón y Europa Septentrional son los mayores mercados de carne de tiburón. Las capturas realizadas en el Océano Indico Occidental y en las regiones centrales del Atlántico y del Pacífico, además del Atlántico Noroccidental, representaron en conjunto otro 42% de las capturas mundiales (29,30). Estas capturas alcanzaron, para 1976 unas 307,000 toneladas, cifra inferior a la real, ya que en ella no se incluye los tiburones de-

sembarcados en las pesquerías pequeñas, ni los capturados en pesca deportiva, ni los ejemplares devueltos al mar sin utilizar.

Se tienen estadísticas sobre la evolución seguida por la pesca del tiburón en las principales zonas pesqueras del mundo durante el período 1970-1976, así como también de la distribución de las capturas de tiburones por especies principales, en el mismo intervalo de tiempo de pesca (29, 30). En el transcurso de este período, casi dos terceras partes del total de las capturas mundiales fueron de especies que no se especifican en las estadísticas. Las capturas de tiburones de la familia Carcharhinidae y las de mielgas (Squalus acanthias), representaron cada una alrededor del 10% de las capturas mundiales en 1976. A éstas siguieron en orden de importancia las de otras mielgas y musolas (Mustelus), que por separado representaron aproximadamente el 4%. En el caso de cada una de las especies que siguen a las anteriores, a saber, la musola de Patagonia (Gatuso) y los tiburones destinados a la extracción de aceite de hígado, la parte correspondiente a las capturas fue del orden de 1.5 a 2.0% (29, 30).

Es interesante observar las estadísticas de capturas de tiburones en la zona del Atlántico Centro-occidental (Cuadro 3). Esta zona comprende el Golfo de México, el Mar del Caribe, la Costa Oriental de Centro América y la Costa Septentrional de Sudamérica. Se observa, en general, un aumento de capturas en los años setenta (29,30). Los re-

cursos de esta zona son más importantes de lo que indican las estadísticas disponibles, pues pescadores aficionados y los que se dedican a la pesca del camarón capturan una considerable cantidad de tiburones (55).

Kreuzer y Ahmed (1978), informan que, para el área Centroamericana, Belice es la zona donde se captura el mayor número de especies de tiburones.

El potencial de pesca tiburonera de Guatemala ha sido analizado recientemente en un estudio prospectivo de la producción por mes, barco tiburonero, en un proyecto de Pesca Marítima Artesanal entre FAO y las Cooperativas Pesqueras de Guatemala (1980).

En los Cuadros 4 y 5 se registran las capturas (en miles de lbs) durante el mes de marzo 1980. Partiendo de una captura constante de 10,000 Lbs/mes, se puede calcular para 1980, como cifra total de captura, 120,000 Lbs/12 meses o sean 60 toneladas de tiburones.

El análisis de capturas para niveles alcanzables a mediano plazo durante 1981, estiman cifras de 24,000 a 30,000 Lbs/mes/barco lo que es equivalente a un rango entre 144-180 toneladas de carne de tiburón/año/barco (Cuadros 4 y 5).

Las cifras estimadas y relacionadas con la producción alcanzable a largo plazo a partir de 1982, se consideran en 200,000 Lbs. de carne de tiburón/mes/total de flota tiburonera, la que es equivalente a 1,200 toneladas de tiburón/año/total flota tiburonera (Cuadro 6).

Dentro del marco de cifras de 144-180 toneladas de carne de tiburón/año/barco en 1981, se puede tener idea de la cantidad de desperdicio y subproductos del tiburón, factibles de ser aprovechados pero que en este momento no se les ha dado una implementación adecuada con miras a obtener una utilidad mayor. Aún más, a partir de 1982 se incrementaron estos recursos no aprovechados, tal como se deduce de las 1,200 toneladas de tiburones/año/total flota tiburonera (Cuadro 6).

2.2. Aceite de Hígado de Tiburón

2.2.1. Tamaño del Hígado

El tamaño y el peso del hígado de tiburón varían según las especies y, en particular, según la estación del año. En ciertas especies el peso alcanza casi una quinta parte del peso del animal y el más rico en aceite es el hígado del tiburón tigre (55). Cuanto mayor sea el tiburón, mayor será el peso relativo del hígado, por ejemplo, 4.2% en el caso de un pez de 2 kg. y 12.7% si pesa 224 kg.

2.2.2. Bioquímica del Aceite de Hígado de Tiburón

En general, el aceite de pescado consiste predominantemente de ésteres tri-glicéridos de ácidos grasos y en menor proporción de ácidos grasos libres, vitaminas (A y D), materiales coloreados, hidrocarburos, esteroides y fosfátidos. Sin embargo, algunas clases de aceites de hígado de peces elasmobranchios contienen una cantidad relativamente

grande de escualeno o ésteres éter-glicérido de ácidos grasos, y en algunos aceites de hígados de pescados se han encontrado frecuentemente cantidades considerables de ácidos grasos libres (13).

El aceite de hígado de tiburón es también la fuente de un hidrocarburo acíclico denominado triterpeno. Unas diez especies de tiburones pertenecientes a la familia de los Escualidos tienen aceite de hígado que contiene por lo menos un 8% de sustancia no saponificable, que en su mayor parte está constituida por el triterpeno, pero estas proporciones pueden variar. El contenido de triterpeno del aceite de hígado de Squalus scanthias es escaso (55). Budker (1971) ha señalado que los tiburones que poseen un alto nivel de triterpeno tienen por lo general un contenido proporcionalmente menor de vitamina A en el aceite de su hígado.

Valor Nutritivo

Los aceites de pescados como tales no son tóxicos y su valor nutritivo se mantiene si están bien preservados. Sin embargo, son ricos en enlaces etilénicos y son rápidamente atacados por el oxígeno, con producción de rancidez y de olores y sabores desagradables. Estos aceites de pescado ya deteriorados no son de ninguna manera adecuados para la alimentación (13). Por otro lado, Caster y Andrews (1976) encontraron que grandes cantidades de aceite de pescado en la dieta de ratas, tienden a disminuir la concentración de araquidonato en los lípidos del tejido hepático de éstas.

La mayoría de las grasas para consumo humano son insaturadas, especialmente las provenientes de pescados y otras fuentes marinas. Estas grasas presentan a menudo una serie de cambios que afectan su valor nutricional. Los cambios dependen del grado de insaturación y de la cantidad de calor aplicado. En la presencia de aire, los cambios consistirán de peroxidación y descomposición parcial, una secuencia de deterioro conocida colectivamente como auto-oxidación o rancidificación oxidativa. Si las anteriores grasas son calentadas en la ausencia o poca cantidad de aire, el proceso se conoce como polimerización térmica (13).

Tocoferoles y Antioxidantes Comerciales. Los bien conocidos antioxidantes naturales, tocoferoles, aparecen en pequeñas concentraciones en diversos aceites. El aceite de sardina contiene 40 mg/kg, el de arenque 142 y el del salmón rosa 217 mg/kg (13).

Según Einset (1957), el contenido de tocoferoles naturales presentes en los aceites de pescado, determina la estabilidad relativa de los aceites contra la auto-oxidación. Los aceites de pescado extraídos se oxidan con bastante más facilidad que la mayoría de los aceites vegetales y grasas animales, debido a su contenido mucho mayor de ácidos grasos con un acusado grado de insaturación. Nair y Gopakumar (1978), estudiaron la composición de 15 especies de pescados de aguas tropicales (5 de aguas dulces, 7 de aguas salobres y 3 de aguas saladas) y encontraron los siguientes rangos: 36-52% ácidos saturados; 21 a 42% mono-enoicos y

19-39 poli-enoicos. De estos últimos ácidos se encontró un porcentaje entre 2.9 y 8.1 para $C_{20:4}$.

En aceites de tiburones se ha encontrado el ácido scólico (un ácido eicosa-trienoico) por Hata y Kunikasi (43); el ácido 8, 11, 14-eicosatrienoico por Baudart (12); un ácido docosa trienoico por Hata y Kunisaky (44); ácido 8, 12, 15, 19-docosa tetraenoico por Baudert (9) y el ácido nisínico ($C_{24:6}$), por Toyama y Tsuchiya (91).

Ciertas sustancias químicas con una función anti-oxidante han sido examinadas para retardar la auto-oxidación de aceites y grasas; sin embargo, solamente los polifenoles pueden utilizarse como antioxidantes para aceites con vitamina A y aceites comestibles. Chahine (1978), ha establecido carne de pescado almacenándola durante 8 meses, al aplicar hidroxí-tolueno-butilado (BTH). Otros antioxidantes utilizados ampliamente son el Butil-hidroxí-anisol (BHA), propil-galato, ácido nor-dihidro guaiarético y la resina guaiaica (13). Pero se ha encontrado muchas veces que los antioxidantes que representan una eficaz protección en muchos lípidos, a veces confieren protecciones muy inferiores a los aceites de pescados. En muchos de estos casos parece existir una falta de relación entre el efecto anti-oxidante sobre los aceites de pescados y el efecto reegistrado en pruebas diferentes. Parte de estas discrepancias pueden explicarse tomando como base el efecto de las impurezas que naturalmente pueden hallarse en los aceites de pescados, como ácidos grasos libres y aminos, que ejercen, respectivamente,

una acción negativa antagónica y una acción positiva sinérgica sobre la eficacia de ciertos anti-oxidantes en la oxidación de los aceites de pescados (84).

2.2.3. Contenido de Vitamina A en el Aceite de Hígado de Tiburón.

La producción de aceites con una elevada concentración de las vitaminas A y D a partir de hígado de peces fue una rama especial muy lucrativa e importante de la industria transformadora del pescado durante el período de 1930 a 1945. Es así que el aceite de hígado de tiburón adquirió popularidad en U.S.A. y Australia, pero la fabricación de vitaminas sintéticas lo hizo prácticamente desaparecer de los mercados (55, 84).

Sin embargo, diversos países realizan investigaciones sobre el aprovechamiento del aceite de hígado y otras partes del tiburón como materia prima para la fabricación de productos farmacéuticos. Así la India y otros países utilizan el aceite de hígado de tiburón como fuente directa de vitamina A (55).

Los aceites de pescados son ricas fuentes conocidas de vitaminas A y D. Es excepcional el altísimo contenido de vitamina A en hígado de tiburón, concentración que, según Petkevich y Kandyuk (1975); Lisovskaya y Rudenko (1975); Gunstone y Wijesundera (1978), depende de la especie, sexo, origen geográfico, edad, estado fisiológico, habitat, estación y hábitos alimenticios. Ripley y Bolomey (1946),

encontraron que el Galeorhinus galeus de aguas California-na incrementaba el contenido de vitamina A con el aumento de su longitud. Como ejemplos se tienen: tiburón macarela (Isurus oxyrinchus) contiene 21 millones U.I. vitamina A/100 gramos de hígado (26).

Origen de Vitamina A en los Peces. Probablemente el origen fundamental de vitamina A lo sea el beta-caroteno presente en las diatomeas, de las cuales se alimentan pequeños crustáceos, como los camarones (Strain, 1944). Estos últimos contienen la vitamina pre-formada (Fisher et al, 1951) y son ingeridos por pequeños peces, los cuales a su vez conforman el alimento de las especies mayores.

Las formas de vitamina A que contribuyen a la potencia biológica de los aceites de pescado incluyen vitamina A₁ y la forma mayormente insaturada, la vitamina A₂; ésta predominante en peces de aguas dulces y aquélla en peces de aguas marinas (Edisbury y col, 1938).

2.2.4. Extracción del Aceite a Partir del Hígado

Stansby (84), comenta que todavía en algunos países se cuecen al vapor los hígados de los peces a bordo de los barcos de arrastre obteniéndose así un producto crudo; esto evita el deterioro de los hígados, lo que traería como consecuencia buques indeseables en el aceite. El producto crudo se refina más tarde en factorías costeras para eliminar las pequeñas cantidades de agua y materias nitrogenadas del

tejido hepático,

Además de la cocción al vapor, las factorías costeras proporcionan un proceso digestivo alcalino que solubiliza por completo los tejidos para permitir la separación del aceite mediante centrifugación (18).

Egorova (1973), encontró en hígado de merluza (especie Gadus) que la grasa y la vitamina A se conservan mejor cuando el hígado no es sometido a un procesamiento preliminar y se ha almacenado en polietileno.

Hannukainen y Ninivaara (1974), no encontraron correlación significativa entre el pH inicial original, la temperatura de maceración, concentración de hierro, concentración total de pigmentos, concentración de hemoglobina, mioglobina y meta-mioglobina, y la destrucción de la vitamina A. Tampoco estos autores encontraron diferencias significativas entre las pérdidas de vitamina A durante la cocción del hígado y la maceración del mismo, tanto crudo como cocido. Por otro lado, la pérdida de vitamina A fue la misma cuando el hígado se maceró en calor, a temperatura ambiente o a temperatura de refrigeración.

Stodolnik (1975), estudió la composición de ácidos grasos de hígado y aceite de hígado de bacalao del Báltico, durante el almacenamiento a 0° y -10°C. Los ácidos grasos poli-insaturados, en particular C₂₀ y C₂₂, decrecieron apreciablemente más en el hígado que en el aceite. El valor de peróxido y acidez de las grasas ascendió en todas las muestras, siendo la tasa de incremento mayor para el hígado que

para el aceite. Stodolnik sugiere que la calidad de conservación del hígado a -10°C está limitada aproximadamente a semana y media.

2.2.5. Utilizaciones Industriales de los Aceites de Pescado.

Muchas de las aplicaciones no son de conocimiento general debido a que se encuentran patentadas las formulaciones. Otras son bien conocidas y se pueden resumir así:

- Pinturas y barnices, son quizás los productos industriales más conocidos (65).
- Hules. Las grasas sólidas o los ácidos grasos sirven como reforzadores del hule (24).
- Tinta de imprenta (84).
- Tratamiento de agamuzado del cuero (64).
- Grasas y lubricantes (36).
- Compuestos insecticidas (40).
- Farmacología y cosmetología (55).

2.2.6. Necesidades de Vitamina A en Guatemala

En la actualidad, Guatemala importa en su totalidad la vitamina A sintética, en forma de palmitato de retinilo. Este producto es destinado a las industrias farmacéuticas y alimenticias, para la nutrición animal y humana.

Una de las vías de frecuente utilización es en los ingenios azucareros, donde en forma directa el palmitato de retinilo se mezcla con el azúcar de consumo diario, co-

mo medida preventiva en la aparición o agudización de enfermedades relacionadas con su carencia (34).

En el Cuadro 7 se resumen los datos de ventas de vitamina A (Laboratorio Roche), durante el año 1980 para Guatemala y la región Centro Americana. El total 31,385 M.I.A. (1 M.I.A = 1000 millones de U.I. vit. A) es equivalente 9,416 kg de retinol.

Según datos suministrados por la Comisión de Vigilancia de Fortificación de Azúcar, en la actualidad se fortifican 2.425,096.50 quintales de azúcar, y para la zafra 1980-1981 la compra de palmitato de retinilo (vitamina A) ascendió a una cantidad total de 22,000 kg.

Como se comentó previamente, la vitamina A sintética es importada en su totalidad, y el precio de compra no está sujeto sólo a la oferta y demanda, sino también muestra dependencia de la política económica internacional del proceso petrolero actual. Conocida es la tendencia alcista en precio de todo producto derivado, directa o indirectamente, de la industria del petróleo.

2.3. Aprovechamiento de los Desechos de Tiburón

2.3.1. Generalidades

La necesidad de una utilización más adecuada de los residuos de la agricultura, de la pesca, de los bosques y de las industrias anexas está basada en la obligación del hombre de utilizar en la mejor forma los recursos naturales limitados, así como de proteger el medio ambiente (31).

Materiales de desecho que ameritan consideración como medios de proporcionar alimentos para consumo humano, incluyen los residuos provenientes de explotación intensiva de gallinas ponedoras, los de fábricas de alimentos y residuos de plantas procesadoras de pescados, pollos y carne (82).

Algunos residuos pueden transformarse rápidamente en alimento adecuado para consumo humano. Así por ejemplo, una cantidad considerable de tejido muscular del pescado permanece en los huesos y cabeza, después del fileteado. Este tejido residual puede obtenerse mecánicamente. Nutricionalmente es igual al filete de pescado y no demuestra anomalías en el sabor. Otros residuos pueden convertirse en material alimenticio para animales y ayudar así al suministro normal de pollo, huevos y leche, y reducir de esa forma el requerimiento de alimentos importantes (82).

Es de lamentar que en la mayoría de los países poco desarrollados se aplique un criterio rutinario a la captura y/o matanza de animales, lo cual hace que se malgaste y pierda toda una serie de sub-productos valiosos. La errónea creencia de que se necesitan maquinarias costosas, un personal muy especializado y laboratorios altamente equipados para obtener subproductos útiles conduce a una situación paradójica en estos países, donde es mayor la necesidad de proteínas y de minerales para el hombre, los animales y el suelo, y donde se aprovechan aquéllas menos que en cualquier otra parte (60).

2.3.2. Harina de la Carne de Desechos de Tiburón

La harina de pescado se adquiere en base a su contenido proteínico.

La calidad proteínica de la harina de pescado ha sido evaluada en términos de su valor como suplemento para proteínas de cereales o de papa en dieta con un contenido total de proteína entre 17 y 21%, por proporcionar cantidades adecuadas de lisina, metionina y cistina (1).

Un alto contenido de grasa en la harina de pescado, generalmente ha sido considerado como un factor que disminuye el valor de la harina para propósitos alimenticios. Allardyce (1) demostró que pollos alimentados con harina de pescado de alto contenido en grasa mostraban depresión en el crecimiento, a menos que tuviera niveles óptimos de vitaminas.

La gran área superficial presentada por la harina de pescado facilita la oxidación del aceite presente. La constitución del aceite de por sí es tal que se oxida rápidamente.

En adición a la susceptibilidad del aceite de la harina a la oxidación, la presencia de hematina en dicha harina cataliza el proceso. Banks (1939), demostró que la hematina acelera la rancidez en el aceite del tejido del pescado; y Anonymous (1958), demostró que el contenido de hematina es un factor mayor determinante en el deterioro de las harinas de pescados.

Lea (57) demostró que las harinas de arenque almacenada al aire sufrían una rápida oxidación en su contenido de aceite. La oxidación fue mayor en harina con un menor contenido de humedad.

Lea (57) demostró que las harinas de arenque almacenada al aire sufrían una rápida oxidación en su contenido de aceite. La oxidación fue mayor en harina con un menor contenido de humedad.

Laksesvela (56), estudiando los efectos del calentamiento espontáneo en harina de pescado encontró que, aunque la lisina y la metionina sufrieron daños durante el calentamiento, la histidina se tornó no disponible en una mayor extensión.

"Harina de Pescado" es un término general aplicado a diferentes productos, que varían a la clase de materia prima y método de preparación.

Esto da como resultado diferencias en su calidad y composición (84). La clase de pescado afectará la composición del producto final, no sólo debido a las diferencias en la composición del pescado completo, sino debido a las diferencias en las proporciones de diversos tejidos que se utilizan en productos para consumo humano, y aquellos que representan desechos y proporcionan la base material para harina. Por lo tanto, debido a variaciones en la calidad de harinas de pescado, aun entre las fabricadas con el mismo tipo de pescado y con idéntico procedimiento

general, es necesario estudiar un gran número de muestras antes de llegar a conclusiones generales con respecto a un tipo particular de harina (1).

Las diferencias entre especies en relación a la composición del músculo per se, no son responsables de ninguna diferencia apreciable en la calidad proteínica de harinas procesadas de diferentes clases de peces (72). Las diferencias entre harinas de diferentes fuentes parecen más influenciadas por la naturaleza del método de manufactura, especialmente por la extensión a la cual las vitaminas pueden perderse por lixiviado o pueden ser destruidas por calentamiento excesivo, que por la clase de pescado (54).

2.3.2.1. Producción de Harina de Pescado

Los métodos utilizados para producir harina, aceite y solubles condensados de pescado a partir de los desperdicios y recortes resultantes del enlatado son, en líneas generales, idénticos a los puestos en prácticas para transformar los peces enteros (84):

- Cocción, con chorro de vapor de 10-15 minutos.
- Prensado, con prensa continua de expulsión (tipo tornillo) o por prensa de disco.
- Desecación. Desde la prensa, la torta comprimida pasa a través de un molino en seco hasta el desecador, que puede ser desecador rotatorio de calor directo, desecador de tubo de vapor o desecador corriente de aire vertical.

Vicent (1976), ha patentado un método para fabricar harina de pescado modificado y extraer el aceite como subproducto. El pescado se cocina y se prensa, separando el primer licor de prensa, y el remanente se concentra entre 30 y 50% de sólidos y luego se mezcla con la primera fase del prensado. La anterior mezcla se prensa una vez y luego se seca para producir una harina de pescado que contiene la mayoría de los sólidos originales del pescado.

Tronstad (1977), creó un método para la producción y secado de harina de materia prima animal, por ejemplo pescado. El tiempo corto de secado permite obtener una harina sin desnaturalización de proteínas digerible, sin color indeseable o sin destrucción de vitamina, etc. Además, el producto es adecuado para consumo humano o alimentación animal.

FAO (1978), aconseja aprovechar los despojos de tiburones secándolos al aire libre, previo desmenuzamiento y cocción por 25 minutos. Una vez secos, se les muelen para dar la harina característica.

2.3.2.2. Valor Nutritivo de la Harina de Tiburón

Respecto al valor nutritivo de la carne de la harina de tiburón hay controversia entre investigadores.

Marshall y Davies (62) estudiaron el valor de la harina de tiburón (no especificado), preparada por proceso húmedo y encontraron que el nitrógeno no proteico presente no interfirió con la eficiencia de las raciones. También

alimentaron cerdos con la harina de tiburón y concluyeron que, sobre la base del contenido de proteína cruda, la carne de tiburón es una fuente aceptable de proteína para uso en raciones para cerdos.

Grau (1974), obtuvo resultados pobres con harina de dogfish (cazón) en ensayo de alimentación en pollos, aunque se había realizado la corrección por contenido de urea en el nivel proteínico.

Almquist y col. (1935), encontraron que las harinas de dogfish (cazón) produjeron resultados menores, en comparación a otros concentrados proteínicos animal, en ensayo de alimentación con pollos.

Los métodos de procesamiento para convertir la carne de elasmobranchios (tiburones, rayas) en harina son de importancia crítica. Las harinas fabricadas por proceso seco pueden tener poco o ningún valor como proteína suplementaria, pero las harinas por proceso húmedo son de igual valor alimenticio que la carne de pescado, para pollos y cerdos (84).

Kondo, Shinano y Yamamoto (1941) notificaron que la carne de tiburón azul (Prionace glauca) mostró una distribución de nitrógeno proteico muy similar a la de la carne de langosta.

Mohanty (68) preparó hidrolizados de desechos de tiburón, y recuperó pacientes humanos que padecían de desnutrición. Este hidrolizado mostró una composición de los aminoácidos principales en cantidades adecuadas, en compara-

ción con otros productos alimenticios (músculo de res, caseína, albúmina de huevo), por lo cual este investigador lo recomendó para tratar casos de tuberculosis y úlceras ventricular y duodenal.

Maciejczyk (1979), discutió el uso de la carne de tiburón como alimento, en Polonia, con especial referencia a problemas con el suministro de pescado por regulaciones de pesquería y límites. Considera así el uso potencial de la carne de tiburón en la manufactura de sopas, albóndigas de pescado, salsa y otros productos.

Entre las características importantes considera:

- Contenido de proteína (21%)
- Digestibilidad de proteína (92-95%)
- Concentraciones de vitaminas A, B y D relativamente altas.

Kizevetter y Nasedkina (1975), sin embargo, informaron que los aminoácidos esenciales en la proteína del músculo de 4 especies de tiburón, tendieron a ser mayores que los presentes en la carne de res. Estos autores, por la razón anterior, colocan la carne de elasmobranquios como de bajo valor alimenticio.

2.3.2.3. Sabor a Pescado en Huevos y Carne

El denominado "huevo con sabor a pescado" usualmente no es el resultado de administrar altos niveles de productos pesqueros en la ración de las ponedoras (25). Vondell (1933), alimentó diariamente a ponedoras con pescado fres-

co y no consiguió producir "huevos con sabor a pescado". Tepper y col. (1939) informaron que ningún olor o sabor se hizo evidente en huevos o carne de aves alimentadas con 13% de pescado en la ración.

Por otro lado, hay alguna producción de "huevos con sabor a pescado" de gallinas que reciben pescado fresco o harina de pescado en la ración. Por lo cual, parece que la producción de dichos huevos es el resultado de una característica hereditaria, puesto que se muestra una alta frecuencia en variedades relacionadas de aves (95). A menos que el contenido de grasa en la harina de pescado esté en un exceso considerable del promedio, aquella puede administrarse aun en gran cantidad y no proporcionar olor ni gusto a los huevos producidos por ponedoras.

Gasperdone y col. (1960) demostraron que la alimentación de ciertas variedades de aves ponedoras con una excesiva cantidad de harina de pescado podrían dar como resultado la producción de "huevos con sabor a pescado".

Odland y col. (1955) encontraron algo de sabor a pescado en pollos asados que fueron alimentados sin suplementos de productos pesqueros. Klose y col. (1951) demostraron que la alimentación con aceites altamente insaturados, como aceite de linaza, pueden producir sabor a pescado en carne de pavo. Como una generalidad, los pavos son más susceptibles a la influencia de los productos pesqueros en las dietas, que los pollos y patos. Prevalece una diferencia definitiva entre especies (25).

Almquist y col (1938) establecieron que la alimentación con harina de pescado no produce sabor a pescado en carne de pollos, a menos que el contenido de grasa de la harina sea excepcionalmente alto. Sin embargo, existen reportes en los cuales la alimentación con harina de pescado ha estado implicada en sabor a pescado en carne de pollos.

Marshall y Davies (1946), no observaron sabor a pescado en la carne de pollos alimentados durante 12 semanas con raciones que contenían harina de tiburón en niveles de 9.9 a 13.58%; tampoco encontraron sabor a pescado en la carne de cerdos alimentados con niveles superiores a 13% de harina de tiburón (63).

2.3.2.4. Necesidades de Harina de Pescado en Guatemala

La oficina Nacional de Estadística de Guatemala publica las cifras de harinas preparadas destinadas al consumo animal que el país importó durante el año 1979 (últimos datos de importación y exportación, publicados en el Anuario de Comercio Exterior, 1981).

En este anuario realmente no se especifica harina de tiburón o de pescado; sólo aparecen los rubros siguientes:

- Harina de residuos de animales marinos preparados para alimentación animal.
- Harina de residuos de crustáceos.
- Harina de residuos de pescados.

Estos tres aspectos aparecen en un único registro, con su correspondiente N.A.U.C.A. (Nomenclatura Arancelaria

Uniforme de Centro América); 081-94-00.

El N.A.U.C.A. 081-04-00 especifica que para el año de 1979 las importaciones de harina fueron:

	Peso Total (kg)	Precios (Quetzales)	Pagos de fletes (Quetzales)
HARINA:	5'115'739	1'111'688	89'507

Estas cifras sugieren que los desperdicios actuales y futuros de la pesca al ser transformados en harinas, pueden encontrar demanda en el país debido a que no existe fabricación alguna en el momento.

2.3.3. Aprovechamiento de los Subproductos de Corte

Pescado escabechado. En estados Unidos se prepara principalmente a partir de arenques o de su especie similar, el alewife (Pomolobus pseudoharengus). El pescado se suele recibir salazonado en la planta en donde tiene lugar el escabechado. A veces se practica un escabechado preliminar en el punto original de obtención de la materia prima, curándole en salmuera de 80-90% de tres a siete días y con un 2.5% de vinagre purificado (84).

Arenques troceados y condimentados. Este producto se prepara a partir de porciones de arenques de 3 a 5 cm de anchura cortada transversalmente al cuerpo de los pescados. Las tajadas se presentan en jarras de vidrio de 8, 16 y 32 onzas con mezclas de especias y vinagre diluido, azúcar

y sal. Se pueden combinar las siguientes especias: mostaza, esencia de cardamomo, pimentón, pimienta, clavo y hojas de laurel. En algunos casos pueden agregarse rodajas de cebolla limón o trozos de pimienta (84).

Rollos de arenque. Se preparan con filetes de arenques curados en vinagre que se enrollan alrededor de hinojo y cebollas encurtidos; los rollos se curan en una salsa de vinagre y especias y luego se envasan, por lo general, en frascos de vidrio (84).

Arenques Bismark. Este producto se parece en cierto modo a los arenques abiertos y condimentados, si bien en lugar de emplear los trozos cortados de los arenques, éstos se limpian de su parte central, se recortan y se descabezan pero dejando ambos laterales unidos a lo largo del dorso del pez. Las piezas se curan luego durante unos 10 días a 4°C en la mezcla de especias y vinagre antes de envasarlas verticalmente en frascos de vidrio que contienen vinagre con el 3% de acidez y por lo general una rodaja de limón o un trozo de laurel (84).

Balakrishnan, Nair y Chattopadhyay (1979) han estudiado el desarrollo de productos curados modificados a partir de pescado, en la India.

Maciejczyk (1979), en su estudio sobre el uso de la carne de tiburón como alimento, comenta que los productos de tiburón fritos ahumados, cocinados o escabechados son fabricados y consumidos en Polonia.

El Soviet Standard Cost (1978), especifica los estándar-

dares sobre calidad y tamaño de 21 clases de pescado con y sin licor. Los requerimientos específicos incluyen:

- Sal de cocción: 6-9%
- Contenido de grasa: Mayor o igual 6-12%
- Benzoato de sodio: 1-2 g/kg%
- Pescado 75-85%
- Licor: Mayor o igual 7-10%
- Capacidad Buffer: 110-240

Se aclara que los intervalos porcentuales son dependientes de la variedad de pescado.

III. OBJETIVOS

Objetivo General

Con la presente investigación se intenta, fundamentalmente, aprovechar un recurso marino (tiburón) que, aunque algunas especies son utilizadas directamente en alimentación humana, en Guatemala aún no se ha implementado la base de explotación industrial o artesanal para la gran cantidad de desperdicios (hígados, subproductos de corte) provenientes de la comercialización de este recurso.

Objetivos Específicos

- 1) Caracterizar química y biológicamente en ratas y pollos, la carne del tiburón tollo (Squalus acanthias) de alto consumo en la población guatemalteca. Esta harina será utilizada como control en ensayos biológicos de harinas de desechos y subproductos.
- 2) Determinar la posibilidad de uso de los subproductos de proceso del tiburón y del camarón en la elaboración de harinas para nutrición animal.
- 3) Determinar las condiciones óptimas para la extracción del aceite de hígado de tiburón, utilizando dos especies.
- 4) Determinar la concentración de vitamina A en el aceite de hígado de las dos especies de tiburón.
- 5) Determinar la especie de tiburón cuyo hígado posee las mejores características para ser utilizado co-

mo fuente de aceite rico en vitamina "A" en la fortificación de azúcar.

- 6) Determinar las condiciones para el aprovechamiento de la carne de tiburones de baja aceptabilidad y de los productos de corte de los tiburones comerciales en la elaboración de conservas cárnicas fortificadas (tipo escabechado) de bajo costo.
- 7) Establecer las variables críticas y económicamente más importantes que determinan el costo de cada uno de los procesos anteriores.

IV. SIGNIFICADO DEL ESTUDIO

Basado en estadísticas de producción prospectiva para años futuros en los que respecta a tiburones y demás especies (Cuadros 4 y 6); en las necesidades reales totales de vitamina A de las diferentes industrias y fuentes de consumo; en la necesidad de alimentos de alta calidad alimentaria y por las cifras totales de harina de pescado importadas, se justifica realizar este trabajo con miras a un aprovechamiento integral del tiburón.

Se tratará en lo posible de desarrollar un modelo a nivel de Pequeña Industria o Pesca Artesanal, con miras a encontrar soluciones al aprovechamiento integral del tiburón (incluyendo los desperdicios) y, por ende, a un mejoramiento económico de todo el núcleo humano dependiente de estas infra-estructuras. Por otro lado, también se considera buscar otra alternativa para llevar a la población guatemalteca derivados alimenticios de alta calidad nutricional. En adición a lo anterior, existe también la ambición de disminuir en parte, o eliminar totalmente, la necesidad de importar tanto la vitamina A utilizada en programa de fortificación como la harina de pescado utilizada actualmente en producción animal.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Generalidades

El trabajo investigativo se desarrolló en tres etapas: En la primera se evaluó a nivel de planta piloto la harina preparada con la mezcla de desechos de camarones y subproductos del fileteado de tiburones comerciales. En esta etapa también se evaluó la carne del tiburón tollo (Squalus acanthias) con el fin de utilizarla como patrón de comparación química y biológica de la harina de subproductos y desechos. En la segunda etapa se obtuvieron muestras de hígado de dos diferentes especies de tiburón, directamente en un barco tiburonero, para posterior estudio de la extracción del aceite y su posible incorporación como agente fortificante de vitamina "A" en el azúcar. En la tercera etapa se ensayaron las variables para establecer las condiciones de la elaboración de un producto envasado "tipo escabechado" con los subproductos de fileteado de tiburones.

En cada una de las anteriores etapas se analizaron las variables de costo para establecer las bases para el análisis técnico-económico de las alternativas surgidas en el presente estudio.

5.1.1 Carne de Filete de Tollo y Subproductos

El primero fue adquirido directamente de los sitios de comercialización de la ciudad de Guatemala. Los sub-

productos de tiburones, los desechos de camarones e hígados fueron obtenidos en una Federación de Cooperativas de Pescadores de la República de Guatemala.

ETAPA I

Objetivos específicos 1 y 2

Caracterizar química y biológicamente, en ratas y en pollos, la carne del tiburón tollo (Squalus acanthias) molida y desecada, así como la harina elaborada con la mezcla de desechos de tiburones y desechos de camarones comerciales.

Tratamiento de la Materia Prima

La carne del tiburón tollo fue triturada en un molino de discos en la planta piloto del INCAP y colocada en un secador de bandeja con una temperatura de aire entrante de 60°C por 8 horas. Luego se sometió a la acción de un molino de martillos, se empaquetó en bolsa de polietileno, introducida en bolsa de papel grueso se selló y se almacenó bajo refrigeración a 8°C, para su utilización futura.

METODOLOGIA

A. Preparación de la Harina de Subproductos

A.1. Se controló la temperatura y el tiempo durante el desecado de la materia prima (subproductos de tiburón, desechos de camarón y carne fresca de tiburón tollo), para disminuir la posibilidad de efectos nocivos del procesamiento

sobre algunos aminoácidos esenciales (por ejemplo, lisina) (45).

A.2. Cocción de Desechos de Camarones y Demás Subproductos

Cien kg de desechos de camarón o de subproducto de tiburón (desmenuzados en todo lo posible y colocados en recipientes provistos de telas metálicas), se hirvieron por 30 minutos en 55 lt. de H₂O. El líquido se agitó constantemente. Los despojos hervidos se prensaron para eliminar la mayor cantidad posible de agua y luego se esparcieron en un piso de cemento y se secaron al sol. Una vez secos se molieron y se guardaron en bolsas de papel grueso (55).

A.3. Se determinó la composición química proximal de los desechos de camarones y subproductos de tiburones, respectivamente por el método oficial de la AOAC (8).

A.4. Para la formulación de la harina de subproductos secos, se utilizó la relación 1.15: 1.0 entre desechos de camarones y subproductos de tiburón (47). Los materiales de desechos, previamente tamizados, fueron sometidos a un mezclado uniforme en tambor rotatorio durante dos horas.

A.5. La calidad de la harina se determinó en base a los contenidos de:

Humedad (8)	Aminoácidos totales (88)
Grasa (8)	Lisina disponible (19)
Proteína (8)	

Cenizas y minerales:

Calcio (79)

Hierro (79)

Fósforo (33)

A.6. El tamaño máximo de partícula de la harina anterior y de la carne de tollo desecado fue establecida por intermedio de la criba estándar Tyler 10 (con tamaño de abertura: 0.065 pulgada) (45).

A.7. El nitrógeno no proteico se determinó por precipitación del nitrógeno proteico con ácido tricloroacético al 5%, según la metodología propuesta por Hamilton y Simpson (41). La urea se determinó por espectrofotometría de luz visible, según la AOAC (8).

B. Evaluación Biológica

B.1. En Ratas Wistar

Se realizó tanto en la harina elaborada con los desechos y subproductos, como también en la carne del tiburón tollo (Squalus acanthias), con el fin de utilizar ésta como patrón de referencia de la materia prima anterior.

Se prepararon 5 kg de dieta con 0*, 3, 6, 9 y 12% de proteína de la harina de desechos, y con la carne desecada de tiburón tollo. A cada una de las dietas se les adicionó 5% de celulosa, 1% de aceite de hígado de bacalao, 5% de aceite vegetal refinado, 4% de mezcla mineral (90), 5 ml de una solución vitamínica del complejo B (90). Las dietas se

* Dieta libre de nitrógeno.

llevaron a 100% con almidón de maíz. Se preparó una dieta control de caseína con 9.43% de proteína y completada a 100% con proporción igual de los anteriores ingredientes.

Cada nivel de dieta constó de 8 ratas de 21 días de edad (4 hembras y 4 machos), a las cuales se les proporcionó agua ad-libitum y alimentación semanal. Semanalmente se registraron los pesos de las ratas y del alimento consumido durante 4 semanas.

Con estos datos se calculó la Razón de Eficiencia Proteica (PER), la Razón Proteínica Neta (NPR), Índice de Crecimiento Nitrogenado (NGI y NGI_0) y la Digestibilidad Aparente (DA). La duración del estudio fue de 28 días para el PER; 14 días para el NPR y NGI y NGI_0 y 6 días para la DA (90).

B.2. En Pollos en Crecimiento

Se usaron pollos de tres días de edad, los cuales se distribuyeron con un mismo peso inicial promedio de 46 g, en las dietas preparadas con la carne desecada de tollo (Squalus acanthias), y de 48.6 g, en las dietas preparadas con la harina de desechos.

A partir de la harina de desechos y de la carne de tollo desecada se prepararon sendas dietas con un contenido porcentual, referido a cada material alimenticio, de 0, 3, 6, 9 y 12. La proteína fue ajustada a un total de 22% con harina de soya y harina de algodón en la proporción de 1.6:1.0 (15), más harina de alfalfa y maíz. Cada dieta fue evaluada con un grupo de 20 pollos, redistribuidos en grupos de 10 pollos. En los Cuadros 14 y 15 se describe

la composición de las diferentes dietas.

Se registraron los cambios de pesos, consumo de alimento y eficiencia alimenticia (EA), por seis semanas según la metodología establecida por Bressani y González (16). El valor energético en las dietas se determinó por medio de la bomba calorimétrica.

La significancia estadística para las eficiencias alimenticias fue establecida utilizando el análisis no paramétrico del contraste de la H de Kruskal-Wallis (contraste de rango) (23).

B.2.1. Aceptación Organoléptica

La carne obtenida de los pollos alimentados con la carne del tiburón tollo, se evaluó organolépticamente mediante la prueba de sabor, utilizando el método por diferencia (49), basado en la escala hedónica 1, 3, 5, 7 y 9 acorde al nivel de gustación: pobre, regular, bueno, muy bueno y excelente. La prueba organoléptica en la carne de los pollos alimentados con la harina de desechos se realizó por medio del test de Cochran (prueba estadística no paramétrica) (61).

ETAPA II

Objetivos Específicos 3, 4 y 5

A nivel de campo, se seleccionaron los hígados del tiburón tigre (Galeocerdo cuvieri) y del tiburón negro (Delatis licha), capturados en la zona del Pacífico Guatemalteco.

También se eligió un aceite comercial de tiburón (marca desconocida), en el puerto de San José, para propósitos comparativos.

A. Tratamiento del Hígado

A.1. Una vez capturados, los tiburones correspondientes fueron eviscerados y los hígados se colocaron en bolsas de polietileno, transportándose a la planta piloto en nevera de icopor con hielo, como medio de refrigeración.

A.2. Determinación de los Contenidos de Humedad y de Grasa Total de los Hígados

Se pesaron entre 5 y 7 g de hígado fresco y en un vaso de precipitar de 150 ml se pusieron durante 16 horas en estufa con corriente de aire a $100 \pm 5^\circ\text{C}$; no se pudo utilizar horno al vacío debido a haberse constatado pérdidas de aceites por efecto del mismo vacío. Después del horno, las muestras fueron colocadas en desecadores hasta peso constante para estimar la humedad total. La determinación de grasa se efectuó acorde al método oficial de la AOAC (8), teniendo el cuidado de recoger todo el aceite del recipiente usado para la anterior determinación de humedad. Los vasos de precipitar respectivos fueron lavados exhaustivamente con éter dietílico y se agregaron los lavados a cada balón de reflujo, el cual se efectuó durante 16 horas, a 35°C (8).

A.3. Determinación de Vitamina A en Hígados Homogenizados

Se homogenizó en una mezcladora un gramo de hígado fresco con 50 ml de agua refrigerada, por 2 minutos a baja revolución. Se lavaron cuidadosamente las paredes con 150 ml más de agua y se centrifugó por 5 minutos más. Se realizó filtración con gasa doble. Se tomó un ml del filtrado más un ml de KOH alcohólico y se calentó durante 30 minutos, en baño maría entre $58-60^\circ\text{C}$. La vitamina A se extrajo con un ml de ciclohexano y se agitó por un minuto, centrifugando después a 3,000 r.p.m., durante 10 minutos. Se tomó la fase de ciclohexano y se realizó una lectura espectrofotométrica inicial a 328 nanómetro, utilizando ciclohexano como blanco. La muestra y el blanco fueron irradiados durante 50 minutos con lámpara de luz ultravioleta y luego se hicieron lecturas espectrofotométricas a 328 nanómetro (7, 66).

B. Extracción del Aceite de Hígado de Tiburón

B.1. Forma de extracción. Los hígados partidos en pedazos muy pequeños fueron colocados en una rejilla de acero inoxidable, la cual a su vez se depositó en un recipiente también de acero inoxidable y se realizó la cocción y posteriormente se sometió a prensado simple. Como líquido de cocción se utilizó solución de KOH al 2%, en base al peso de los hígados, con un tiempo de cocción de 30-45 minutos y una temperatura de 82°C (55).

B.2. Rendimiento en la extracción de aceite

Se determinó para cada especie el volumen de aceite crudo producido en la extracción, por medio de una probeta. Se dejó reposar por un día y luego se efectuó una centrifugación a 2000 r.p.m.

B.3. Almacenamiento. Se conservaron los aceites protegidos de la acción del aire, polvo y luz en recipientes de vidrio oscuro y cerrados herméticamente.

C. Análisis Físicos y Químicos

Aceite de Hígado

Se determinó la densidad por medio de un picnómetro, el índice de refracción por refractometría simple y el índice colorimétrico por medio de un tintómetro Lq vibond (79).

Igualmente, se determinó el índice de peróxidos y ácidos grasos libres, para establecer la estabilidad de cada aceite (79), así como aproximadamente, el grado de insaturación y tamaño relativo de la cadena carbonada (79). Se analizó el contenido de materia no saponificable (79) para establecer el contenido de componentes que no eran triglicéridos.

La deodorización parcial (84) de los aceites de tiburón se realizó mediante inyección de vapor saturado (11 psi) bajo condiciones ambientales (alcanzando 93°C), durante 5 y 10 minutos como tiempos de deodorización. El agua de condensación fue extraída mediante una pipeta de vidrio

acoplada a un sistema de vacío.

Se determinó el contenido de vitamina A en los aceites de hígado de tiburón, según el método espectrofotométrico de inactivación ultravioleta, utilizando como solvente ciclohexano y una longitud de onda de 328 nanómetros (66). Se estableció asimismo la curva de tiempo de destrucción de cada uno de los aceites bajo irradiación de luz ultravioleta (7).

D. Fortificación de Azúcar con Aceite de Hígado de Tiburón

D.1. Preparación de las Pre-mezclas

Con el aceite comercial sin tratamiento de vapor se prepararon pre-mezclas con 55.3 y 28 ml de aceite (más 16.5 g de aceite de maní, Cuadro 19), respectivamente. Se prepararon también pre-mezclas con 64 ml del aceite de hígado de tiburón negro (Delatius licha), crudo (pre-mezcla III) y tratado con 5 (pre-mezcla IV) y 10 (pre-mezcla V) minutos de vapor respectivamente (Cuadro 19).

La cantidad especificada en mililitros de aceites de tiburón se colocó en un matraz de 250 ml junto con 0.08 g del estabilizador (Ronoxan A de Hoffman - La Roche). Se agitó cada mezcla magnéticamente, a 60°C, hasta disolución total. Luego se mezclaron, poco a poco, el azúcar, la vitamina A pura y el aceite de tiburón con estabilizador. Se realizó un mezclado continuo con el fin de lograr uniformidad. La pre-mezcla terminada se empacó en bolsas do-

bles de polietileno (6).

D.2. Preparación de las Azúcares Fortificadas

Se pesó exactamente un gramo de cada pre-mezcla y se mezcló lo más homogéneo, en cada caso, con 999 g de azúcar comercial no fortificada (6).

E. Análisis Físicos y Químicos

E.1. Estabilidad Física

Azúcar III

Cien mg de pre-mezcla III más 10 g de azúcar pura, fueron mezclados y calentados (105-110°C) a tiempos diferentes (0, 2 y 4 horas). Se aplicó luego el procedimiento general para la determinación de vitamina A en azúcar fortificada (7), tal como se describe en E.3.

Azúcar IV

1. Las pesadas y el proceso térmico fueron similares a la determinación de azúcar III. Se aplicó el método general de determinación de vitamina A en azúcar fortificada (7), con la modificación de haber realizado una primera dilución a 100 mls con agua, luego se tomó una alícuota de un ml y se completó nuevamente a 100 con agua.

2. Se pesaron 100 mg de pre-mezcla más 100 gramos de azúcar y se hizo dilución directa a 1000 con agua y sin realizar filtración se determinó el contenido de vitamina A (7).

E.2. Estabilidad Química de las Pre-mezclas

Mensualmente y durante 3-5 meses se realizó, en cada una de las pre-mezclas, la determinación siguiente: Se pesaron 50 mg de pre-mezcla en matraces aforados de 25 ml, agregando en porciones, 5 ml de agua a 60°C, con previa agitación y lavado total. Después de 5 minutos de contacto del agua con la pre-mezcla, se agregó isopropanol hasta 25 ml. Se agitó el matraz vigorosamente y se depositó una alícuota de un ml en un matraz aforado de 10 ml, completándose el volumen a 10 con isopropanol. Las lecturas espectrofotométricas se hicieron a 326 milimicras y como blanco se utilizó isopropanol puro (66).

E.3. Estabilidad Química de los Azúcares Fortificados

Durante 4 meses, se realizó mensualmente en cada uno de los azúcares fortificados, el siguiente análisis: Diez gramos del azúcar fortificada se disolvieron en agua caliente (60-80°C) en balones aforados de 100 ml. Alícuotas de 30 ml del azúcar en agua se colocaron en un embudo de decantación de 125 ml, agregándose 30 ml de alcohol a 85%, 250 microlitros de NaOH 12.5 N y 2 gotas de fenolftalina 1% en alcohol y se agitó enérgicamente. La capa superior se recogió en una probeta graduada de 50 ml. La capa inferior se recogió en otro embudo de decantación y se le agregó 20 ml de mezcla éter etílico y éter de petróleo (1:1), se repitió este proceso con 10 ml de esta mezcla y se completó un volumen de extracción total de 50 ml. En la probeta

se agregó 4 g de Na_2SO_4 anhidro, se agitó por inversión y se dejó reposar. Se tomó una alícuota de 2 ml y se colocó en un tubo de 7 ml, se le pasó corriente de nitrógeno hasta evaporación total de la mezcla éter etílico-éter de petróleo. Luego se le agregó al residuo 2 ml de ciclohexano y se agitó durante 2 minutos. La lectura espectrofotométrica se realizó a 328 milimicras; como blanco se utilizó ciclohexano (7, 66).

E.4. Aceptación Organoléptica de los Azúcares Fortificados En Bebida Caliente (Café)

Se utilizó un pñel integrado por 23 personas del INCAP (estudiantes de nutrición, estudiantes de post-grado en Ciencia Y Tecnología de Alimentos, secretarias y conserjes). La distribución por personas de las bebidas preparadas con los azúcares fortificados (incluyendo una comercial) se realizó al azar, degustando cada semana, hasta completar los 4 azúcares. Se utilizó el test de Cochran (61) para determinar la aceptabilidad en los azúcares fortificados.

En Bebida Fría (Limonada)

El pñel utilizado estuvo integrado por las mismas 23 personas del ensayo anterior y la prueba se realizó bajo idénticas condiciones de distribución, tiempo de degustación y análisis.

ETAPA III

Objetivo Específico 6

Se seleccionó el nivel más adecuado de tratamiento de los productos del fileteado de tiburón y de los ingredientes de preservación y presentación durante la elaboración del escabechado.

Tratamiento de los Materiales

Los desechos del fileteado de tiburones comerciales se dejaron en remojo con agua corriente durante una hora.

A. Preparación del Escabechado

A.1. Formulación I

1. Trozos de desechos de 9.5 cm de largo se colocaron 5 horas en salmuera con vinagre (2 tazas de sal de cocina + 1 galón de agua + 1/2 taza de vinagre comestible + el jugo de 2 limones)
2. Mezcla Vegetal
 - 2 cucharadas de aceite de oliva
 - media taza de cebolla picada
 - 1/4 taza de pimienta de Castilla
 - 1/4 taza de zanahoria en rodajas
 - 2 dientes de ajo picados
 - 20 onzas de salsa de tomate
 - 1/2 taza de agua

- 1/2 cucharadita de sal
- 1 cucharada de jugo de limón
- 2 chiles nimentón y 2 chiles picantes en tiras (71).

Se colocó el aceite, la cebolla, la pimienta y el ajo en sartén caliente hasta que estuvieron suaves. Luego se agregó el resto de ingredientes y se dejó hervir a fuego lento por 15 minutos.

3. Llenado

Se colocaron 200 g de la carne de tiburón en el envase de vidrio (Jarra Mason de una pinta) y se calentó, sin tapar el envase, por 10 minutos. Se agregó la salsa vegetal (5 cm por debajo del borde superior) en caliente, se cerró herméticamente y se colocó en olla de presión a 10 psi, por 100 minutos.

A.2. Formulación II

1. La carne de desecho se preparó similarmente a la carne de la Formulación I.
2. Salsa de tomate:
 - un cuarto de puré de tomate
 - una cucharada de cebolla deshidratada
 - 4 cucharadas de salsa de vinagre en especias*
 - una cucharada de sal

Se mezclaron los ingredientes y se concentraron a la mitad del volumen a fuego lento

* Salsa de vinagre en especias:

- 4 tazas de vinagre
- una taza de agua
- 3 cucharadas de azúcar
- 6 g de pimienta blanca
- 24 g de mostaza en polvo
- 28 g de clavo de olor
- 14 g de semilla de cardamomo
- 14 g de jengibre
- una hoja de laurel.

Al vinagre se le adicionó azúcar y agua. Las especias fueron colocadas en una tela, se sumergió ésta en vinagre y se calentó a fuego lento por una hora. Se retiraron los sólidos en suspensión para obtener una solución clara (71).

3. Llenado

Se realizó en igual forma a la de la Formulación I. El termo proceso se hizo a 10 psi durante 100 minutos en olla de presión.

A.3. Evaluación Organoléptica

Se hizo una prueba dicotómica ("si", "no") y se aplicó a los datos el contraste de chi-cuadrado de Pearson (23).

A.4. Análisis Físico-Químico

pH. Se realizó directamente en el envase abierto, colocado dentro los electrodos de un potenciómetro (8).

A.5. Microbiología Sanitaria

Se escogieron al azar muestras de escabechado de la Formulación I y II. Se realizó el conteo bacteriano total, recuentos de hongos y levaduras y bacterias lácticas, según las Normas Sanitarias de Alimentos de la Organización Panamericana de la Salud (77).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

A. ETAPA I

1. Materias Primas

Propiedades Químicas

Composición Proximal. La composición proximal de la carne desecada del tiburón tollo, de los desechos de fileteado de dicho tiburón, de las cabezas de camarón y de la harina elaborada con la mezcla de los dos últimos materiales (c.c.-d.t) en relación 1.15:1.00, se presentan en el Cuadro 8. Como era de esperarse, la carne de tiburón tollo presentó el mayor contenido de proteína (91, 52%) y menor contenido de grasa (2. 4%) en relación a los otros tres materiales descritos, condición alto favorable para su conservación, sea en forma de filete fresco o procesada en harina para alimentación animal. Se nota que el contenido de nitrógeno no proteico (N.N.P.) en los cuatro materiales representa una cifra importante del contenido de nitrógeno total (N.T.). En los casos del tiburón tollo y de la harina c.c.-d.t., el contenido de N.N.P. (3.47 y 3.26%) representa 23.70 y 36.59% del N.T., respectivamente. La harina de cabeza de camarón presenta 4.44% de N.N.P., lo que constituye excepcionalmente un 47.49% del N.T. diferente al valor promedio (20%) reportado para crustáceos por Velankar (14).

Los porcentajes de urea en la carne del tiburón tollo, en las cabezas de camarón, en los desechos de fileteado de tiburón y en la harina c.c.-d.t., expresados como N.N.P.,

corresponden a: 28.65; 13.31; 31.41 y 18.12%, respectivamente. Es importante relacionar estos valores de NNP y urea con los encontrados por Kizevetter y Nasedkina (51) quienes informan que del contenido de NT en tiburones sólo entre 50-64% representa nitrógeno proteico y el 50-36% NNP, cuya fracción porcentual principal es nitrógeno ureico. El contenido de proteína de la harina c.c.-d.t. es prácticamente igual a las harinas de residuos de atún (61%), de caballa (Scomber japonicus) (58.6%) y de otras importantes harinas norteamericanas (84).

No existen diferencias apreciables en los contenidos finales de humedad entre los cuatro materiales mencionados lo cual posiblemente se deba a que se usó el mismo proceso de secado y condiciones semejantes para la remoción de humedad de los diferentes materiales. Por otro lado, el contenido de humedad de la harina c.c.-d.t., 5.80% (Cuadro 8), se puede considerar satisfactorio para encontrarse lejos del 12%, margen peligroso de calentamiento espontáneo y de crecimiento de hongos; y cercano al contenido normal promedio de humedad (8%) de las harinas de pescados estadounidenses (84).

El contenido de grasa de la harina de c.c.-d.t., 5.63% se encuentra lejos del máximo valor (10%) y cercano al mínimo valor (5%), por debajo del cual siempre se obtiene un producto pulverulento (84).

Cenizas y Minerales. El contenido de ceniza y su fraccionamiento en P, Ca, Fe, Na y K de la carne desecada de tiburón tollo, de las cabezas de camarón, de los desechos de fileteado de tiburón y de la harina c.c.-d.t. se muestran en los Cuadros 8 y 9. El contenido de cenizas del tiburón tollo (2.1%) es muchísimo menor que el de los otros tres materiales, los cuales comprenden valores de 25.07, 37.00 y 30.07% respectivamente. Asimismo, como consecuencia, todos los materiales, con excepción de la harina de carne de tiburón, presentaron un alto contenido de minerales, particularmente P, Ca Na y K. Con excepción de la carne de tollo, la relación Ca:P fue mayor de 2 para todos los materiales evaluados; 2.97 en los desechos de fileteado del tiburón tollo; 6.22 en cabeza de camarón y 5.76 en la harina de c.c.-d.t. Posteriormente se relacionará este último valor con las respuestas biológicas obtenidas en ratas.

El contenido de sodio en la carne de tiburón tollo es 10 veces menor que el presentado por los otros materiales, los cuales también contienen 5 veces más K que el primero. De los minerales presentados por la harina de c.c.-d.t., sólo el P posee un valor similar a los de harinas americanas, las cuales tienen valores entre 5 y 10 veces menores de calcio (84). Los contenidos de sodio y potasio de la harina de c.c.-d.t. expresados como g de NaCl y KCl/100g, equivalen a 22.2 y 9.18, respectivamente.

Valores muy altos, especialmente el de NaCl, el cual posiblemente se deba a concentración de minerales en los materiales, provenientes del agua salada.

El contenido de hierro de los materiales pesqueros aquí evaluados mostró ser inferior al informado para harina de pescado (208.2 mg/100g) (78). Este factor se considera muy importante para la estabilidad química de aquellos durante su procesamiento y elaboración, debido a que los compuestos con hierro (por ejemplo, hematina) catalizan la oxidación de harinas de pescados (14).

Contenido de Aminoácidos. La composición de aminoácidos esenciales y no esenciales del tiburón tollo, de los desechos de fileteado de este tiburón, de la cabeza de camarón y de la harina c.c.-d.t., se muestran en el Cuadro 10. Se incluye también la composición aminoacídica de una harina de pescado (78) y el Patrón FAO/OMS (90) para propósitos comparativos.

Al comparar el contenido de aminoácidos esenciales del tiburón tollo con el de la harina de pescado presentado como referencia, se observa que aquél posee un contenido de valina superior a ésta, la que a su vez presenta contenidos de lisina y fenilalanina + tirosina mayores que la carne de tiburón tollo. El contenido de los aminoácidos esenciales leucina, isoleucina, treonina y metionina es muy similar en ambos materiales pesqueros, así como también lo es el contenido de AANE, con la excepción de ácido glutámico, prolina y alanina que presentan una mayor concentración en la

harina de pescado.

La carne de tiburón tollo, además de ser buena fuente de lisina, presenta una relación leucina:isoleucina cercana a la unidad (1.2): por lo que desde este punto de vista, no existe antagonismo entre estos a AAE en este material, ya que la razón ideal entre leucina e isoleucina es de 1:1 (46).

Los desechos de tiburón presentan valores inferiores de leucina, valina, lisina y tirosina + fenilalanina, en comparación a la harina de pescado; pero su contenido del resto de AAE es mayor o similar. Con relación a los AANE los desechos de fileteado de tiburón sólo presentan un menor valor de ácido glutámico que la harina de pescado. Con relación al resto de AANE sobresale el alto contenido de la arginina de la harina de desechos evaluada. Este aminoácido es importante para el crecimiento de pollos (70).

La composición de aminoácidos esenciales de la harina de cabezas de camarón, como era de esperarse, presenta un patrón muy similar al de la harina de pescado; con las excepciones de los aa aromáticos, isoleucina (mayores valores) y leucina (menor valor). Entre el contenido de AANE, sólo es notable la gran diferencia en el contenido de ácido glutámico, entre estos dos materiales. La harina de c.c.-d.t. muestra un contenido de AAE similar al de las principales harinas de rescado de Estados Unidos, con excepción de lisina, siendo los valores de arginina e his-

dina iguales (84).

Si consideramos en todos los materiales pesqueros de estudio y en la harina de pescado un valor de triptofano igual a 60 mg/g N (78), se obtiene, por cálculos, que en cada uno de ellos el primer aminoácido limitante es la metionina. Por lo cual los puntajes de aminoácidos son de 54.2% para los desechos de corte de tiburón, cuyo segundo aminoácido limitante es la valina (60% y tercer limitante, los aminoácidos aromáticos (78.2%); de 54.2% para la harina de cabeza de camarón (segundo limitante, la leucina (74.9%) y tercer limitante, treonina (77.9)); de 43.8% para la carne de tiburón tollo (segundo limitante, los aminoácidos aromáticos (43.8%) y tercer limitante, la leucina (81.5%)); y de 67.7% para la harina c.c.-d.t. (segundo limitante, valina (81.7%) y tercer limitante, la leucina (88.7%)). No obstante ser la leucina el segundo o tercer aminoácido limitante (con excepción de los desechos de corte de tiburón), los materiales pesqueros muestran relación leucina;isoleucina adecuada (45).

Lisina Disponible. Los valores de ϵ -amino-NH₂-lisina (lisina disponible) de la carne de tiburón tollo, de los desechos de tiburón, de la harina de cabeza de camarón y de la harina c.c.-d.t. se presentan en el Cuadro 10. Los valores de lisina disponible representan 73.8, 86.70, 59.30 y 93.80% del contenido de lisina total de los cuatro materiales pesqueros, respectivamente. La relativa dismi-

nución de lisina disponible presentada por la harina de camarón pueden deberse quizás a la postulada interacción* que, por los datos señalados, debió ser menor en los casos de la carne de tiburón tollo y de los desechos de fileteado de ese tiburón, los cuales presentan un menor contenido de grasa (2.4 y 3.1%, respectivamente) que la harina de camarón (6.65%).

Granulometría de la Harina de C.C.-D.T.

Granulometría de la Harina. La distribución porcentual de partículas de la harina de c.c.-d.t. en función de su tamaño y referido al calibre de cedazo estándar estadounidense (U.S.A. STANDARD TESTING SIEVE ASTM-11 SPECIFICATION) se presenta en el Cuadro 11

A partir de estos datos se obtuvo un valor de módulo más fino (MF) de 3.95, lo que significa que la mayoría de la harina está retenida entre los tamices 3 y 4 y con mayor exactitud en 3.95; el material retenido bajo estas circunstancias es mayor del 50% (78.3%).

A partir del Gráfico 1, se obtuvo la ecuación de regresión $\log D = -2.5105 + 0.1908.M.F.$, o en forma exponencial $D = 0.0031 (1.55)^{M.F.}$. El diámetro promedio D de la partícula de la harina de c.c.-d.t. es, por consiguiente, 0.0175 pul. (0.444 mm).

Se nota claramente que sólo un 5.80% del material es retenido en la criba estándar Tyler 10; por lo cual se deduce que un 94.2% del material pesquero presenta una gra-

* Interacción Lípido-Proteína

nulometría menor. Este valor es muy cercano al 98% reconocido para harinas de pescado por el Consejo de Nutrición de la Asociación de Fabricantes de Piensos Americanos (84), por lo que se puede decir, en general, que se obtuvo una harina con un tamaño de partícula aceptable para utilizarse como alimento animal. El grado de uniformidad se determinó considerando como grueso el malla 10; mediano al malla 32 y finos a los mallas 42, 48, 80, 100 y de Banda (45).

La proporción encontrada significa que por cada 10 partes de harina de c.c.-d.t. molidas existen 1 parte gruesa, 5 medianas y 4 finas, condición alto favorable para la alimentación de aves, pues los materiales finamente molidos pasan muy rápido a través del tracto digestivo no efectuándose bien el proceso digestivo (45).

3. Evaluación Biológica

3.1. En Ratas Wistar.

La composición porcentual de las dietas elaboradas con la carne de tiburón tollo y con la harina de c.c.-d.t. a diferentes niveles proteínicos provenientes de dichos materiales pesqueros, se presentan en el Cuadro 12, respectivamente. Se observa que las 2 clases de dietas son prácticamente isocalóricas y contienen niveles de urea y porcentajes de humedad y grasa muy similares; pero los contenidos de cenizas y de NNP de las dietas elaboradas con la harina de c.c.-d.t., prácticamente son el doble de los de

las dietas elaboradas con carne del tiburón tollo.

Los resultados de las evaluaciones biológicas en ratas, Índice de Eficiencia Proteica (PER), Razón Proteínica Neta (NPR), Índice de Crecimiento Nitrogenado (NGI_0 , incluyendo la DLN; NGI , sin incluir la DLN) y la Digestibilidad Aparente (DA), se presentan en el Cuadro 13. Se relacionan los valores de los 2 materiales pesqueros descritos y del control de caseína. Los valores de PER oscilaron entre 1.60 (harina de c.c.-d.t.) y 2.76 (control de caseína). El PER de la carne de tiburón 2.58, no tuvo diferencia significativa con el valor del control de caseína al nivel del 5% pero el PER de la harina de c.c.-d.t. sí mostró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) con los PER de la harina de carne y el del control de caseína al 5%.

El valor de NPR del control de caseína fue estadísticamente mayor ($P \leq 0.05$) que el NPR de los dos materiales pesqueros, los cuales entre sí no mostraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$).

El NGI_0 de la carne del tiburón tollo (3.32) no muestra diferencias significativas ($P \geq 0.05$) con el NGI_0 del control de caseína; mientras el NGI_0 de la harina de c.c.-d.t. mostró diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) con los NGI_0 del control de caseína y de la carne de tollo, respectivamente.

Los NGI de los materiales pesqueros mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre sí y con el control de

caseína, correspondiendo el mayor valor de NGI a éste (3.89) y el menor a la harina c.c.-d.t. (2.49).

La carne de tiburón tollo mostró el mayor valor de DA, 91.2%; el menor valor correspondió a la harina c.c.-d.t. (79.94%); el que es diferente significativamente ($P \leq 0.05$) de la DA tanto del control de caseína (88.80%) como de la carne del tiburón tollo citado anteriormente. Las diferencias entre las DA de los 2 últimos materiales alimenticios también mostraron ser significativos ($P \leq 0.05$).

Los bajos valores de PER, NGI_0 , NGI y DA de la harina de la mezcla c.c.-d.t., realmente no pueden explicarse en base al cómputo químico, dado por la metionina que es asimismo el primer limitante en la carne de tollo; además, ambos materiales pesqueros tienen como tercer limitante a la leucina. Pero sí es posible una explicación en base al alto contenido mineral, el cual se traduce en una alta relación Ca:P, de 5.67 y en los elevados niveles de Na y K que podrían estar interactuando negativamente con los aminoácidos más limitantes y/o con AANE, por un lado, y con otros nutrientes como vitaminas, por otro (46).

La carne de tiburón tollo por consiguiente, mostró una respuesta biológica en ratas superior a la harina de c.c.-d.t., por todas las razones anteriormente comentadas. De los ensayos biológicos en ratas, sólo el NPR de la caseína fue significativamente mayor ($P \leq 0.05$) en relación a la carne de tollo; la cual mostró los mayores va-

lores, estadísticamente significativos, de NGI_0 , NGI y D.A.

3.2. Evaluación en Pollos

Las formulaciones porcentuales de las dietas basales preparadas con la carne de tiburón tollo y la harina de c.c.-d.t., se presentan en los Cuadros 14 y 15, respectivamente.

Formulación con Carne de Tiburón Tollo. Todas las dietas elaboradas con la carne de tiburón tollo y los controles Purina y Cero, resultaron prácticamente isocalóricas y con un rango de proteína entre 21 y 22% (Cuadro 14).

La prueba de Kruskal-Wallis (61') detectó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las Eficiencias Alimenticias obtenidas en los grupos de pollos alimentados con las diferentes dietas. No existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en las Eficiencias Alimenticias de las dietas Control cero (E.A.=2.02), Control Purina (E.A.=1.92), nueve (E.A.=2.09), doce (E.A.=1.90). Tampoco existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las dietas tres (E.A.=2.07) y seis (E.A.=1.95), lo cual significa un impacto biológico similar entre dietas. Las dietas tres y seis son significativamente diferentes del control Purinas ($P \leq 0.05$). No hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre el control cero y las dietas tres y seis. Por otro lado, las dietas nueve y doce no mostraron diferencias sig-

nificativas ($P \leq 0.05$) entre sí y con los controles Purinas y cero, respectivamente. El mejor impacto biológico, por lo tanto, se obtuvo con la dieta doce (menor valor de E.A.).

La dieta seis (E.A.=1.95) mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) con las dietas nueve y doce, por lo cual desde un punto de vista económico-nutricional es recomendable la formulación de dietas con 6% de carne de tiburón tollo (mayor conversión alimenticia con menor proporción de material pesquero en la dieta).

Formulación con la Harina c.c.-d.t. Las dietas preparadas con la harina de c.c.-d.t. y los controles Purina y cero también pueden considerarse isocalóricas, con un rango de proteína entre 21.40 y 22.75% (Cuadro 15).

La prueba de Kruskal-Wallis (23) no detectó diferencias significativas entre ninguna de estas dietas sometidas al ensayo biológico, lo cual significa igual comportamiento nutricional entre ellas. La menor E.A. (1.98) se obtuvo con el control Purina; la mayor E.A. en las dietas con material pesquero se obtuvo con la dieta doce (2.03).

Desde un punto de vista económico-nutricional, son recomendables las dietas tres y seis.

Es importante mencionar la posible relación existente entre las respuestas óptimas de E.A. obtenidas con las dietas formuladas con la harina de c.c.-d.t. y la relación Ca:P (entre 1.37 y 1.62) de aquéllas, inferior a la relación

Ca:P de 5.67 de las dietas elaboradas durante el ensayo en ratas, con el mismo material pesquero. Sin embargo, hay que tener en cuenta la adición de metionina (0.3%) y lisina (0.39%) durante la evaluación en pollos.

Mediante la prueba de contraste de Kruskal-Wallis también se analizó el impacto entre las dietas formuladas con la harina de c.c.-d.t. y la carne de tiburón. En el Cuadro 16 se presentan las significancias estadísticas encontradas. No hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las dietas tres y seis elaboradas con la harina de c.c.-d.t. y las dietas tres y nueve, elaboradas con la carne de tiburón tollo, pero sí difieren significativamente ($P \leq 0.05$) de la seis y doce de dicho material pesquero. Implica entonces obtener una respuesta biológica similar, sin diferencias significativas, en pollos alimentados con cual quiera de las primeras cuatro dietas; pero desde un punto de vista económico-nutricional es de mayor importancia el impacto logrado en las E.A. con las dietas tres y seis elaboradas a partir de la harina de c.c.-d.t.

Mediante el contraste se encontró que la dieta doce (harina c.c.-d.t.) produjo un impacto nutricional semejante en cada una de las dietas formuladas con la carne de tiburón tollo, en el ensayo con pollos. Se demostró, por consiguiente, como las dietas elaboradas con carne de tiburón producen respuestas nutricionales óptimas en ensayos biológicos con ratas y pollos. Igualmente las producen sus desechos en pollos.

4. Propiedades Físico-Organolépticas

4.1. En Pollos Alimentados con Carne de Tiburón Tollo

El puntaje organoléptico de los pollos criados con las seis clases de dietas se determinó cocinando la carne en forma estándar y utilizando un panel integrado por 25 personas del INCAP (profesores, estudiantes, técnicos de laboratorio, secretarías, conserjes). Los valores del puntaje organoléptico se basaron en una escala hedónica 1, 3, 5, 7 y 9 acorde al nivel de gustación de las muestras de pollo (pobre, regular, buena, muy buena y excelente). Los resultados dieron el mejor puntaje a la carne de los pollos alimentados con carne de tiburón tollo al 3% (7.01); seguida de aquéllos bajo la dieta Purina (7.0). Luego siguieron aquéllos alimentados con la dieta nueve (6.85); con la dieta seis (6.23); con el control cero (6.03) y con la dieta doce (5.90). La diferencia entre todos estos valores, sin embargo, no fue estadísticamente significativa ($P \geq 0.05$).

4.2. En Pollos Alimentados con la Harina de c.c.-d.t.

Se utilizó un panel integrado por 23 personas del INCAP, de categoría laboral similar a la anterior. A cada uno de los individuos se le distribuyeron las muestras aleatorizadamente, degustando sólo una muestra de carne de pollo cocinado cada dos días, hasta completar las seis muestras. Para el análisis de los resultados se utilizó

el test de Cochran, con puntaje de 1 para "sí" o cero para "no" a la respuesta de la pregunta "¿Le gusta el sabor del pollo?". Los resultados mostraron que no hubo ninguna clase de diferencia entre cada una de las muestras de carne de los pollos alimentados con las diferentes dietas ($P \geq 0.05$).

En general la apariencia en textura, color y sabor que presentaron los pollos alimentados con carne de tiburón y harina de c.c.-d.t. a los diferentes porcentajes evaluados fueron aceptables. Quizás esto se deba al bajo contenido de compuestos como grasa y urea en las dietas, debido al efecto de dilución que sufren estos componentes al preparar las dietas mezclando los materiales pesqueros con los otros componentes.

Queda claro entonces que además de no haber inconveniente en la alimentación y crecimiento avícolas con una dieta que contiene carne de tiburón o sus desechos a niveles del 3, 6, 9 y 12%, la carne de las aves es perfectamente aceptable.

B. ETAPA II

1. Materia Prima

Características de los Hígados de Tiburón. Los resultados del contenido porcentual de humedad, extracto etéreo, concentración vitamínica en hígado fresco homogenizado y volumen de extracción de aceite (ml/100 gramos) durante

la caracterización de los hígados de tiburón negro (*Deiatius licha*) y tiburón tigre (*Galeocerdo cuvieri*) se presentan en el Cuadro 17.

Se observa que existe una relación inversa entre los contenidos de humedad (en base húmeda) y extracto etéreo (en base seca) de los hígados de las dos especies de tiburón. Al tiburón negro le correspondió el máximo de humedad (49.12%), aproximadamente el doble de la humedad del tiburón tigre (25.50%). Por otro lado, el extracto etéreo del hígado de tiburón negro (35.50%) es aproximadamente la mitad del correspondiente al tiburón tigre (67.23%). Sin embargo, aunque las cantidades absolutas de aceites extraídos por 100 gramos de hígado (base húmeda) sean diferentes para las dos especies, resulta de igual magnitud la recuperación de aceite al referir ésta a la cantidad respectiva de extracto etéreo (en base seca) (39.72% en el tiburón negro y 38.82% en el tiburón tigre).

En relación a la concentración de vitamina A en los hígados homogenizados, es notable la concentración de vitamina A (base húmeda) en el de hígado de tiburón negro, en una proporción 3 veces mayor a la del tiburón tigre (489,406 y 165,307 microgramo de vit.A/100 g, respectivamente).

Deodorización Parcial de los Aceites de Hígado. Esta operación se realizó en los aceites de hígado de tiburón negro y tiburón tigre, durante 5 y 10 minutos (Cuadro 17A).

No se ensayaron más tiempos en virtud de los volúmenes de agua de condensación observados a los 10 minutos de tratamiento. En general, la concentración de vitamina A (microgramo/dl) en los aceites no disminuyó, sino al contrario mejoró con el aumento del tiempo de inyección de vapor. Quizás esto se deba al efecto beneficioso del vapor en el rompimiento de micelas existentes en los aceites crudos, y que, tal como se observó, se depositan al fondo del recipiente y son fácilmente eliminadas luego por filtración. Se nota la gran diferencia en el contenido de vitamina A en las tres clases de aceites. El bajísimo valor de vitamina A en el aceite comercial puede deberse a haber utilizado una especie de tiburón con alto contenido de aceite extraíble pero de baja concentración vitamínica o, por el contrario, a que se usara un aceite con una aceptable concentración vitamínica, pero que por condiciones comerciales haya sido mezclado con un aceite lavador, tipo aceite de bacalao (84).

Se deduce claramente, en base a los resultados de rendimiento (14.10 ml/100 g de hígado), que el tiburón negro es una especie de tiburón con un hígado de bajo contenido de aceite extraíble pero con una alta concentración de vitamina A (1,210,225 microgramos vit.A/dl), cuatro veces mayor a la del tiburón tigre (296,682 microgramos vit.A/dl), al cual se puede considerar, por consiguiente, como una especie con hígado de alto contenido de aceite extraíble y bajo contenido de vit. A.

Curvas de Tiempo de Destrucción de Vitamina A en Aceite de Hígado de Tiburón Bajo Irradiación de Luz U.V.

Estas curvas fueron determinadas tanto en el aceite comercial de hígado de tiburón como en los homogenizados y en los aceites de hígado de los tiburones negro y tigre (Gráficas 2, 3 y 4).

Por los datos mostrados en la Gráfica 2, se puede deducir que el tiempo necesario para la destrucción total de la vitamina A bajo irradiación con luz U.V. es de 50 minutos, tanto en el aceite comercial como en los homogenizados. Por encima de este tiempo hay pequeños ascensos y descensos posiblemente debidos a compuestos formados por una interacción solvente - pigmento de los aceites, que puede ser catalizada por la luz U.V. Se observa que este tiempo de destrucción es independiente de la especie de tiburón y de la forma de extracción de aceite del hígado (por homogenización o por extracción con KOH) (Gráfica 2). Asimismo, a partir de las Gráficas 3 y 4 se deduce que el tiempo de destrucción es independiente también del tiempo de inyección de vapor. Quizás entonces, sean las características químicas y físicas de los triglicéridos y demás componentes los factores que más acondicionen el tiempo de destrucción de la vitamina A presente en el aceite de los hígados analizados.

2. Propiedades Físicas y Químicas de los Aceites de Hígado de Tiburón

Las propiedades físicas (densidad, índice de refracción, color) y químicas (ácidos grasos libres, índice de peróxido, índice de saponificación, material no saponificable e índice de yodo) de los aceites se presentan en el Cuadro 18.

La menor densidad la presentó el aceite comercial (0.904 g/ml) y la mayor el aceite de tiburón tigre con 5 minutos de vapor (0.934). En general, existe un aumento de la densidad en los aceites sujetos al tratamiento de vapor, debido posiblemente a la adhesión de películas de agua en la fase aceitosa (84).

El menor valor de índice de refracción (1.47031) fue determinado en el aceite comercial de hígado de tiburón mientras que los otros aceites, independiente de la especie de tiburón y del tratamiento con vapor mostraron un mayor e idéntico valor de índice de refracción, 1.48036, similar al del aceite de sáballo americano (Menhaden) (84).

El análisis de color utilizando el tintómetro demostró que el color predominante en los aceites es el amarillo, seguido del rojo de menor intensidad. Significa una gran concentración de pigmentos amarillos tipo carotenoides (por ejemplo, beta-caroteno (32.87)). En la interpretación visual del color se consideró la intensidad de coloración anaranjada del aceite como la combinación rojo y amarillo iniciales. A partir de la tintometría se puede inferir asi-

mismo qué tipos de materiales se requieren para la decoloración (blanqueado) de los aceites de hígado de tiburón. Desde este punto de vista, los aceites comerciales, A.H.T.N.* crudo y A.H.T.T.**, con 10 minutos de vapor son los que necesitan menos blanqueado (9).

El mayor valor de ácidos grasos libres (A.G.L.) lo presentó el aceite comercial y el menor el aceite crudo de hígado de tiburón negro. Existe un incremento en los contenidos de A.G.L., en el aceite de hígado de tiburón negro (A.H.T.N.) y en el aceite de hígado de tiburón tigre (A.H.T.T.), con el tratamiento de vapor, lo cual sugiere incrementos en la tasa de hidrólisis por el calor en los aceites durante la deodorización parcial. El agua de condensación formada durante esta operación también es un factor que hay que tener en cuenta por la posibilidad de formación de emulsiones permanentes de aceite en agua de difícil remoción durante los procesos de filtración y centrifugación (84); pero que tienen efectos deletéreos durante el almacenamiento. Sólo el aceite comercial de hígado de tiburón se encuentra cercano al intervalo 0.5-1.5% (como ácido oleico) donde la acidez de la mayoría de los aceites comienza a ser notable al paladar, aunque algunos aceites completamente rancios

* A.H.T.N. = Aceite de hígado de tiburón negro.
A.H.T.T. = Aceite de hígado de tiburón tigre.

sólo muestran un mínimo de acidez (79).

Los índices de saponificación de los aceites se encuentran entre 11.422 (A.H.T.T., con 5 minutos de vapor) y 182.66 (A.H.T.N., con 10 minutos de vapor). El A.H.T.N. incrementó el índice de saponificación con el tratamiento de vapor, pero el A.H.T.T. lo disminuyó con dicho tratamiento. El comportamiento de A.H.T.N puede explicarse en base al aumento, con la inyección de vapor, de A.G.L. de menor peso molecular promedio, los cuales son necesarios neutralizar junto con los ácidos grasos combinados (ésteres) (50, 79). La disminución del índice de saponificación con el tratamiento de vapor en el A.H.T.T. indica un aumento en el peso molecular promedio de los A.G.L. y de los ácidos grasos combinados en forma de glicéridos (50, 79).

Los porcentajes de materia no saponificable (M.N.S.) cubren un intervalo entre 2.19 (A.H.T.T., con 10 minutos de vapor) y 6.12 (A.H.T.N., con 10 minutos de vapor). La M.N.S. en los aceites puede deberse a la presencia de alcoholes superiores (alcoholes chimflico, batflico y selácico), hidrocarburos (escualeno) y colesterol (10, 11). Existe un incremento del contenido de M.N.S. en el A.H.T.N., con el tiempo de inyección de vapor, lo que indica también el posible rompimiento de sus emulsiones en la fase aceitosa por el calor, haciéndolas fácilmente extraíbles después de la determinación del índice de saponificación (79). La aplicación de vapor prácticamente no tuvo efectos sobre el contenido de M.N.S. en el A.H.T.T. Estos resultados concuer-

dan con la mayor aparición de pigmentos durante el homogenizado del hígado y determinación de vitamina A, en el A.H.T.N.

El menor valor de índice de yodo (I.Y.) fue presentado por el aceite comercial (68.48-65.33) y el mayor por el A.H.T.T. (142.00-137.11). Los tratamientos de vapor no tuvieron aparentemente, efectos en los I.Y., con la excepción del bajo valor presentado por el A.H.T.T. (103.72-97.20). La proporción de ácidos grasos no saturados que están presentes en el A.H.T.N., en estado libre y/o combinados (50), es menor que la proporción correspondiente en el A.H.T.T., según se desprende de los respectivos valores de I.Y y A.G.L.

Los valores de índices de peróxido (I.P.) están comprendidos entre 26.70 y 64.02 (m.e.q. peróxido O_2 /kg de aceite). Acorde a la literatura ninguno de los aceites presentó un estado óptimo de frescura, debido a que los valores de peróxido son mayores de 10 m.e.q./kg (79). Hay un efecto positivo con la inyección de vapor en los aceites, con excepción del resultado del A.H.T.T. con 5 minutos de vapor. Los valores son mayores o ligeramente menores a 40 m.e.q./kg, valor donde con frecuencia comienza a ser notable un gusto a rancio (79). Pero hay que tener en cuenta en la interpretación de estos datos que los aceites fueron sometidos a un período de almacenamiento de siete meses, condición favorable para la formación de peróxidos (véase A.G.L.).

3. Composición Básica de las Pre-mezclas de los Azúcares Fortificados

En el Cuadro 19 se presentan los ingredientes de las pre-mezclas I y II (aceite comercial) y II, IV y V (A.H.T.-N., crudo, con 5 y 10 minutos de vapor, respectivamente). Las pre-mezclas I y II fueron preparadas al comienzo de la presente investigación con el fin de fijar las condiciones más adecuadas para la fortificación. Las premezclas III, IV y V se realizaron de tal forma que se obtuviera una concentración de vitamina A de 15,015-16,517/g en la premezcla y de 15-17 microgramo/g en el azúcar fortificada, a fin que ésta fuera similar al azúcar fortificada diseñada para el programa nacional de fortificación de azúcar con vitamina A en Guatemala (6).

La escogencia del aceite de tiburón negro para la fortificación final se realizó en base a sus menores valores de A.G.L. e índice de yodo y a su mayor concentración de vitamina A, que facilitó una sustitución mayor de la vitamina comercial. La sustitución es del orden del 10% en base al peso original de vitamina A comercial en las premezclas (210 g) y del 5% en base al contenido de vitamina A en el aceite (6). También se elaboraron pre-mezclas con 75 y 100 mls de aceite, las cuales mostraron una apariencia pastosa, altamente viscosa; lo que implica un problema para obtener una mayor sustitución de vitamina A comercial por la del aceite de tiburón negro.

4. Potencia y Estabilidad Vitamínicas de las Pre-mezclas y del Azúcar Fortificada durante su Almacenaje, en base a la Concentración Inicial Respectiva

La variación de la concentración de vitamina A en las pre-mezclas, a diferentes tiempos de almacenaje se presentan en el Cuadro 20. Las pre-mezclas I y II no mostraron pérdidas apreciables durante los meses de almacenaje, dado que la variación en los valores parece estar comprendida dentro del error experimental de la propia determinación. La pre-mezcla III mostró una variación de un 17.37% al primer mes, de 11.80% a los dos meses y 7.30% a los tres meses; las variaciones en la pre-mezcla IV fueron de 6.37% en el primer mes, de 27.76% en el segundo mes y de 9.70% al tercer mes, la pre-mezcla V tuvo variación en el primer mes de 23.24%, en el segundo mes de 29.62% y de 18.30% en el tercer mes. Las diferencias obtenidas durante el almacenaje de la premezcla II no son considerables y pueden deberse a un muestreo inapropiado causado por una deficiente distribución de vitamina en la pre-mezcla debido a la viscosidad propia del aceite. En la variación de la potencia de vitamina A de las pre-mezclas IV y V pueden considerarse diferentes aspectos. Como se mencionó, el agua de condensación en el aceite quizás sea un factor importante, debido a que se observó un endurecimiento en las pre-mezclas, causado quizás por una cristalización, por lo que la homogenización de las muestras usadas en las determina-

ciones durante el almacenaje es un factor importante. Desde este punto de vista, las variaciones deben considerarse sólo como un problema físico momentáneo en las pre-mezclas. El efecto deletéreo por oxidación u otros fenómenos físicos-químicos es otro factor a considerar, dada la naturaleza química de insaturación de los ácidos grasos combinados y libres en el A.H.T.N.; pero estos efectos no parecen haber surgido en las pre-mezclas I, II y III en igualdad de condiciones de preparación, almacenamiento y análisis.

La potencia y estabilidad vitamínica de los azúcares fortificados con las pre-mezclas I, II, III, IV y V se resumen en el Cuadro 21. Los azúcares fortificados II y III mostraron gran estabilidad durante los tres primeros meses de almacenamiento. Al cuarto mes las variaciones fueron 44.05 y 36.38%, respectivamente. En los azúcares fortificados III y IV es notable la estabilidad durante el primer y tercer meses de almacenamiento. En ambos casos, los valores obtenidos en la determinación inicial deben considerarse debidos a una deficiente homogenización con el efecto ulterior de haber tomado una muestra no representativa. Se comprobó este hecho, pues durante la prueba de estabilidad a los tres meses del azúcar fortificada IV, con 10 gramos de muestra (34) el valor de la determinación fue de 8.95 mc g/g; pero al escoger 20 g de muestra, con el objetivo de disminuir el error de distribución, la determinación fue de 12.89 mcg/g. Por otro lado, los valores de

estabilidad al primer y tercer mes de almacenamiento se correlacionan más con los de 15.04 y 15.77 mc g/g de azúcar obtenidos con las pre-mezclas II y III (Cuadro 19). En el azúcar fortificada V también hubo gran estabilidad al primer mes de almacenamiento, con pérdidas de 30% al tercer mes, similar al comportamiento durante el almacenamiento de una muestra de azúcar fortificada con 15 microgramo de vitamina A comercial en el Ingenio El Salto (pérdidas de potencia de vitamina A de 14.6% al primer mes y de 24.3% al tercer mes).

Se deduce claramente que la estabilidad de los azúcares fortificadas es mayor que el de la respectiva pre-mezcla; por otro lado, las pre-mezclas y azúcares fortificadas II y III demuestran que un menor índice de yodo es necesario para obtener gran estabilidad durante el almacenaje (Cuadro 18, 20 y 21). Las características de olor y presentación de los azúcares fortificadas resultaron excelentes y se observó un mejoramiento del "olor a azúcar" conforme transcurrían los meses de almacenamiento; mejoramiento más pronunciado en los azúcares fortificadas con aceites de hígado sometidos a inyección de vapor. Quizás este mejoramiento se deba a la obtención de una volatilización de los A.G.L., u otros compuestos responsables del olor, a través del tiempo. Las pre-mezclas sí retuvieron, en mayor o menor grado, el olor característico de los aceites y algo de la consistencia pastosa, que no fueron óbice para la preparación de una azúcar fortificada de apa-

riencia netamente cristalina.

5. Estabilidad al Calor de Azúcares Fortificadas

Las potencias vitamínicas de los azúcares fortificadas con A.H.T.N. (crudo y con 5 minutos de vapor), sometidos a una temperatura entre 105 y 110°C por diferentes tiempos, se presentan en el Cuadro 22. El calentamiento durante 4 horas sólo disminuyó en un 15% la potencia vitamínica de la concentración inicial del azúcar fortificada, preparada a partir de la concentración inicial del azúcar fortificada, preparada a partir de la pre-mezcla III. El ensayo de estabilidad térmica con el azúcar fortificada IV demostró una vez más la importancia de la toma de muestra y forma de análisis. Durante las tres primeras determinaciones, con 10 gramos de muestra, fueron adsorbidos agregados aceitosos al papel durante la filtración. Es así que el valor obtenido a las 4 horas de calentamiento (1.0 mc/g vit. A/g) reflejaba una pérdida del 91.7% potencia de vitamina A. Sin embargo, cuando se realizó el análisis con 20 gramos de azúcar y sin filtración no se pudo demostrar ninguna pérdida durante las dos horas de calentamiento. Por lo cual es necesario implementar una mejor forma de mezclado para obtener una mayor distribución y efectuar una adecuada dilución de la pre-mezcla en el resto del azúcar. Estos resultados sugieren que el tratamiento térmico suministrado a las azúcares fortificadas con

A.H.T.N., durante las preparaciones de bebidas y demás alimentos por la población, no tendría efectos negativos en la potencia de la vitamina A. Las pruebas físicas cualitativas realizadas en bebida caliente (café) no mostraron nada anormal en lo que concierne a disolución y dispersión del azúcar en el líquido caliente. En limonadas sometidas a 8-10°C por refrigeración durante 24 a 36 horas, se observaron pequeños agregados aceitosos, lo que sugiere una incompleta dispersión en frío.

6. Aceptación Organoléptica de los Azúcares Fortificados

6.1. En Bebida Caliente (café)

Para el análisis de los resultados se utilizó el test de Cochran (61). Los resultados, sobre puntaje de 23, fueron de 23 para el azúcar comercial y 22 para los azúcares fortificados III, IV y V, respectivamente. Los resultados muestran que no hubo diferencias significativas ($P \geq 0.05$) en el sabor del café endulzado con las 4 clases de azúcares.

6.2. En Bebida Fría (limonada)

La limonada endulzada con el azúcar comercial y los azúcares fortificados III y V obtuvo una puntuación de 22; mientras aquella endulzada con el azúcar fortificado IV obtuvo una puntuación de 23. Estos resultados demostraron también que no existen diferencias significativas ($P \geq 0.05$)

en el sabor de la limonada cuando se endulza con cualquiera de las cuatro clases de azúcar.

Ambas pruebas de degustación sugieren, en primera instancia, la poca importancia de la deodorización parcial del aceite de hígado de tiburón negro a los niveles de aceite utilizados. Sin embargo, además de disminuir olores desagradables en el aceite y en las pre-mezclas, la deodorización disminuyó también los niveles de índices de peróxido y permitió una mejor determinación de la vitamina A (por rompimiento de micelas); pero hay que tener en mente los posibles efectos de la condensación del vapor en el aceite sobre una posible cristalización de las pre-mezclas y azúcar fortificada.

C. ETAPA III

1. Materias Primas

La composición proximal de los subproductos de fileteado de tiburón, ya fue descrito en la Etapa I, Cuadro 9. Este material fue el utilizado en la elaboración del escabechado. Los valores de la literatura se utilizaron para calcular la proporción de los otros ingredientes del escabechado, primordialmente vegetales frescos o procesados.

2. Escabechado de Subproductos de Tiburón

2.1. Procesamiento

La Figura 1 ilustra el flujo general utilizado para la preparación del escabechado. Se indica en esta figura que

el material pesquero se utiliza con cartílago debido a que una gran proporción de carne de subproductos de corte se encuentra unida a aquél.

2.2. Formulación y Datos de Rendimiento

Se produjeron 2 tipos de formulaciones de escabechado de subproductos de corte de tiburón. Se incluye en el Cuadro 23 los datos de rendimiento obtenido de cada formulación, en base al número de recipientes de vidrio de una pinta (500 ml) procesados y se observa que la formulación de mayor rendimiento fue aquella donde se utilizó la salsa de vinagre en especias (Formulación II). Los datos indican para la Formulación I un peso promedio de carne de subproducto igual a 130.94 g; un peso promedio de salsa (mezcla vegetal) de 203.20 g y peso neto promedio igual a 334.14 g. La formulación II tiene un promedio de carne de subproductos de corte de 135.59 g; un peso promedio de salsa de 184.59 g y un peso neto promedio de 320.18 g.

2.3. Características Químicas

El contenido estimado de proteína, grasa, cenizas, E.L.N., hierro, vit. A y calorías de las dos formulaciones, en base a 100 g y peso neto promedio de producto, se relacionan en el Cuadro 23. La formulación II posee el doble de los contenidos de grasa y hierro y la mitad de los de E.L.N. en relación a la Formulación I, la cual posee los mayores contenidos de vit. A y calorías. Los valores de

proteína y cenizas son aproximadamente iguales en ambas formulaciones.

2.4. Control Microbiológico

En el Cuadro 25 se muestran los resultados de las evaluaciones microbiológicas realizadas (recuento total de bacterias, bacterias lácticas y conteo total de hongos y levaduras) en las dos formulaciones de escabechado de subproductos de tiburón. No se detectó la presencia de bacterias lácticas (después de 82 horas) en ambas formulaciones, las cuales tuvieron recuentos de bacterias totales y de hongos y levaduras similares entre sí. Lo anterior puede deberse a las condiciones idénticas de preparación y procesamiento térmico. Los valores de pH, determinados en los envases 1 (pH = 4.4) y 7 (pH = 4.2), son inferiores a 4.5 por lo cual las condiciones no fueron adecuadas para el crecimiento de microorganismos patógenos (77).

2.5. Evaluación Organoléptica

Se utilizó un panel integrado por 25 personas del INCAP (técnicos, secretarias, estudiantes, conserjes). Los resultados de la prueba dicotómica fueron 23 "sí" y 3 "no" para la Formulación I y 19 "no" y 6 "sí" para la Formulación II. Mediante el contraste de chi-cuadros de Pearson (23) se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las Formulaciones I y II.

Desde el punto de vista de aceptación organoléptica, es recomendable la elaboración de escabechados de subproductos de corte de tiburón con la Formulación I para fines de producción comercial. Por lo cual la fase preliminar de análisis de costo económico se estimará en base a esta Formulación.

Estimaciones Económicas Preliminares

En base a los resultados descritos con anterioridad, se desarrolló un estudio de costo aproximado para la implementación del proyecto. La demanda anual estimada de harina de pescado (5,115,739 kg) se basó en datos de la Oficina Nacional de Estadísticas de Guatemala, publicados en el Anuario Estadísticos de Comercio Exterior (1981). La cantidad de subproductos de tiburón y de camarón se estimó como el 10% de la materia prima disponible, la cual es de 1,200 toneladas de tiburón (Cuadro 6) y de 2,000 toneladas de camarón (Centro de Estudios de Mar y Acuicultura (CEMA), Universidad de San Carlos de Guatemala, 1978). La demanda estimada de vitamina A comercial para fortificación de azúcar en 1982 se considera en 728.2 qq, con un valor de \$ C.A. 1,027.27/qq (67).

1. Especificaciones de los Productos

A. Harina de mezcla c.c.-d.t.

Las especificaciones de los diferentes productos en función de lo encontrado en este estudio serían las siguientes;

tes;

A.1, Características Químicas. Su composición porcentual media deberá ser:

Agua de 5 a 10; proteína, no menor de 40; lípidos de 5 a 10 y cenizas de 20 a 30%.

Lisina disponible: No deberá ser inferior a 330 mg/gN.

Granulometría: Referido a la criba estándar Tyler 10, un 94% del material debe tener una granulometría menor, con un valor de M.F. entre 3 y 4. El diámetro promedio de la partícula de la harina debe estar entre 0.0175-0.0200 pulgadas (0.444-0.508 mm) y su grado de uniformidad debe ser igual a 1 parte gruesa; 5 medianas; 4 finas.

B. Aceite de Hígado de Tiburón

Su contenido de vitamina A no debe ser inferior a 4,000,000 U.I./dl, con densidad entre 0.92-0.93. Su índice de peróxido no mayor de 35 meq/kg muestra. Su porcentaje de materia no saponificable será inferior a 3, con un Índice de yodo entre 113 y 115.

C. Escabechado de Subproductos de Corte de Tiburón

Deberá traer las siguientes características:

C.1. Químicas. Su composición porcentual media por peso neto deberá ser: Grasa, 3.56; proteína, no menor de 18; cenizas, 15; E.L.N., no mayor de 63; hierro, no deberá ser menor de 4.5 (mg) y vitamina A, 792 microgramos.

C.2. Físico-organolépticas. La presentación deberá ser en recipientes de una pinta (aprox. 500 mls), en vidrio o cualquier otro material apropiado. Se utilizará un promedio de carne de desechos de fileteado de tiburón no inferior de 131 g y con un promedio de salsa vegetal no menor de 203 g, con un espacio de cabeza de 5 cm. El producto deberá tener un olor y sabor propios de productos pesqueros enlatados similares y un color rojizo homogéneo y con un pH menor de 4.4.

C.3. Microbiológicas. El producto no debe contener bacterias lácticas. Su recuento de hongos y levaduras y bacterias totales no deben ser mayor de 1.7×10^3 colonias/g y 1.9×10^4 colonias/g, a las 82 horas, respectivamente.

2. Control de Calidad

Parte del control de calidad se realizará en la planta así como también por el Departamento de Control de Alimentos del Ministerio de Salud Pública del Gobierno de Guatemala o de Agroindustrias:

a) En la planta se evaluarán:

- 1) Contenido de humedad
- 2) Lípidos
- 3) Proteína
- 4) Examen microbiológico
- 5) Propiedades organolépticas

b) Se realizará un control por parte del Departamento de Control de Alimentos. Serán aplicadas las normas oficiales vigentes para cada tipo de producto en el país.

A. Descripción General

1. Tamaño e Instalaciones de la Planta

La planta procesadora, para caso ilustrativo, se localizará dentro de las instalaciones de la Federación de Cooperativas Pesqueras de Guatemala (Fedepesca), en el puerto de San José (Escuintla), Litoral Pacífico. Debido a lo accesible de la materia prima, existe un bajo costo de transporte, junto con un suministro fácil de energía eléctrica y agua. Se considera que la planta tiene una capacidad de producción de 483 lb. de harina de c.c.-d.t./días; 26 litros de aceite de hígado/día y 64 envases de escabechado de una pinta/día, utilizando el 100% de su capacidad. Además, se considera que la planta opera 5 días a la semana de los cuales un día se dedica al aseo general, con un año laborable de 49 semanas.

2. Edificio

Se estima en 141.12 m^2 el área construida, con la distribución siguiente (Fig. 2):

2.1. Sección para la Elaboración de Harina (70.56 m^2):

- Cocción de desechos
- Desecado en bandejas
- Moliendas

- Mezclado
- Llenado
- Almacenamiento del producto terminado

2.2. Sección para la extracción de aceites (35.28 m²):

- Cocción de hígados
- Almacenamiento del aceite crudo

2.3. Elaboración de escabechado de subproductos (35.28 m²):

- Sección para la preparación (sazón) de los sub-productos
- Proceso térmico

3. Consumo de Energía

A. Energía Eléctrica

Se ha tomado en consideración el tiempo de utilización aproximado de cada maquinaria. Los requerimientos de energía calculados para cada equipo en cada una de las etapas del presente estudio se presentan en el Cuadro 26, dando como resultado un total de 52,540 K.W.H./año.

B. Iluminación Dentro y Fuera del Edificio

Está basada en el hecho de que una lámpara (bombilla) de 120 watts ilumina aproximadamente 6.52 m², por lo cual se necesitan 22 lámparas para iluminación interna del edificio, que consumen 8,560 KWH/año. La iluminación nocturna exterior del edificio (con 10 horas de uso), necesita de 3 lámparas de 150 watts por lo cual se tiene un estima-

do de 1,617 KWH/año por este concepto.

C. Consumo Total

El consumo total estimado para la energía eléctrica junto con el del combustible se resumen en el Cuadro 26 y representa un valor total de \$ C.A. 10,976/por año.

B. Aspecto Económico

1. Costo Unitario Básico y su Estructura

El costo de producto obtenido es de \$ C.A. 5.70/q.q. de harina de c.c.-d.t.; de \$C.A. 1,004/lt de aceite y de \$C.A. 1.41/envase de una pinta de escabechado. Se resumen estos aspectos en el Cuadro 27, en el cual se desglosan los diferentes ingredientes que constituyen la materia prima respectiva.

2. Costos Variables, Fijos y Totales

El costo de la operación de la planta instalada, trabajando al 100% de su capacidad, se presenta en el Cuadro 28. El costo de la elaboración de la harina de c.c.-d.t. se calcula en \$C.A. 53,465 anuales, de los cuales \$ C.A. 50,939 representan los costos variables y \$ C.A. 2,526 los costos fijos. Se observa que la extracción de aceite tiene el menor costo de operación, \$ C.A. 21,078 de los cuales \$ C.A. 20,153 representan los costos variables y \$. C.A. 925 los costos fijos. El costo total de las operaciones, incluyendo la formulación del escabechado, se calcula en \$ C.A. 115,245 de los cuales \$ 110,467 son los

costos variables y \$ C.A. 4,778 los costos fijos.

La producción anual de harina c.c.-d.t. en la fábrica, con una máxima capacidad, se estima en 79,89 toneladas (1,757.58 q.q.), basada esta estimación en los rendimientos de 41.11% durante el secado de los desechos de tiburón y de 14.78% en el de las cabezas de camarón (Cuadro 27). Por lo que el costo mínimo de la harina se estima en \$ C.A. $\frac{50,939}{1,757.58 \text{ q.q.}} = \$ \text{C.A. } 28.98/\text{q.q.}$ Este costo puede disminuirse en el caso de las Cooperativas Pesqueras donde es posible que la materia prima tenga un valor inferior a \$ C.A. 0.05 o aun quizás, la materia prima no tenga costo directo alguno.

Si consideramos una rentabilidad bruta de 25%, el precio de la harina será $\frac{PV-C}{PV} = 0.25$
(PV = precio de venta; C = costo mínimo = \$ C.A. 28.98/q.q.)
o sea

$$PV = \frac{\$ \text{C.A. } 28.98}{0.75} = \$ \text{C.A. } 38.64$$

El punto de equilibrio económico se calcula como:

$$\begin{aligned} \text{Punto de equilibrio} &= \frac{\text{Costos fijos}}{\text{costo total de venta} - \text{costo variable}} \\ &= (2,026/67,913 - 50.939) \times 100 = 12\% \end{aligned}$$

Por lo tanto, en base a la inversión total, el punto de equilibrio económico representa el 12% de la capacidad de la planta. Por lo cual, se puede establecer que la planta podría operar aun a una rentabilidad bruta inferior

al 25%.

Aceite de Hígado de Tiburón

La producción anual de aceite, considerando un nivel de sustitución de vitamina A comercial del 5%, se estima en 9,105 litros. La cantidad estimada de hígado necesaria es de 64,575 kg en base a un rendimiento de 14.10 ml aceite/100 g de hígado.

$$\text{Costo mínimo} = \frac{\$ \text{C.A. } 20,153}{9,105 \text{ lt}} = \$ \text{C.A. } 2.213/\text{lt}$$

Este costo puede disminuir aun más con especies de tiburones cuyos hígados produzcan un rendimiento mayor a 14.10 ml/100 g de hígado y/o mediante un mejoramiento de la eficiencia de extracción por tecnologías apropiadas. Si se considera una rentabilidad bruta del 25%, entonces se tiene que el

$$\text{Precio de Venta} = \frac{\$ \text{C.A. } 2,213}{0.75} = \$ \text{C.A. } 2.95/\text{lt de aceite}$$

El punto de equilibrio económico tomando en cuenta la inversión total es de 13.8% de la capacidad de la planta, calculado como sigue:

$$\text{Punto de equilibrio} = (925/26,859.73 - 20,153) \times 100 = 13.8\%$$

Un gramo de vitamina A comercial equivale a 250,000 U.I. con un valor de \$ C.A. 0.0226 (67). Derivadas del aceite de hígado las 250,000 U.I., corresponden a 6.203 ml cuyo costo de \$ C.A. 0.0183 es un poco menor que el de

la vitamina comercial. Pero es muy importante considerar los aspectos de aprovechamiento del subproducto, creación de infraestructura y disminución de la dependencia de importación de vitamina A, cuya tendencia es el de incrementar sus precios.

Escabechado de Subproductos

Para la elaboración del escabechado se ha estimado una producción máxima diaria de 64 envases, en presentación de una pinta. Por lo cual la cantidad necesaria de subproducto de corte de tiburón se estima en 2.5% de la materia prima total disponible, o sean tres toneladas anuales necesarias para la producción de 22,284 envases de escabechado/año. El costo mínimo del producto se estima en \$ C.A. 1.77/envase.

$$\text{Costo Mínimo} = \frac{\$ \text{C.A. } 39,375}{22,284} = \$ \text{C.A. } 1.77/\text{envase}$$

Si se considera una rentabilidad bruta del 30% entonces se tiene que el

$$\text{Precio de venta} = \frac{\$ \text{C.A. } 1.77}{0.70} = \$ \text{C.A. } 2.53/\text{envase}$$

Se observa que el precio de venta está muy por debajo de los precios comerciales de productos similares (sardinas, escabechados de atún, etc.), con un margen de utilidad superior al de la harina de c.c.-d.t. Pero el mercado de esta última está muy bien cimentado, en desventaja con el del escabechado donde existe una gran barrera de hábitos nutri-

cionales.

El punto de equilibrio económico tomando en cuenta la inversión total es de 8% de la capacidad de la planta:

$$\text{Punto de equilibrio} = (1^227/56,378.52 - 39,375) 100 = 8\%$$

Este punto de equilibrio puede incrementarse bajando el porcentaje de la rentabilidad bruta, con lo cual es de esperar rentabilidad con ventas superiores al 8% de la producción/año.

3. Personal y Salarios

El personal requerido para cada uno de los procesos es de 2 personas (operarios), trabajando 6 horas diarias, 5 días a la semana. El administrador y la recepcionista/secretaria serán los mismo de la cooperativa, por lo cual se les reconocerá un 10% mensual del sueldo básico de un operario. En el Cuadro 28 se presentan los salarios totales por año los cuales suman \$ C.A. 4,860, incluyendo 25% de beneficios, para cada etapa de producción.

4. Maquinaria y Equipo

En el Cuadro 29 se presenta el inventario del equipo necesario para cada una de las etapas de producción. La producción de harina de mezcla c.c.-d.t. requiere de un mayor costo de equipo y maquinaria (\$. C.A. 14,252) y la extracción del aceite el menor costo (\$. C. A. 4,860). El estimado total de equipo y maquinaria en las tres etapas de producción es de \$ C.A. 26,811.

5. Depreciación

Para cada uno de los equipos, se considera una vida útil de 5 años con 20% de valor de rescate sobre el costo inicial. La vida útil del edificio se considera en 20 años con 20% de valor de rescate. La depreciación anual total de \$ C.A. 3,163 se presenta en el Cuadro 28, donde ha sido desglosada en las tres etapas de producción.

6. Estimado de Inversión

Se necesita un total estimado de \$ C.A. 26,811 para llevar a cabo la implementación del proyecto en sus tres etapas de producción. Esta suma cubre el desglosamiento realizado en el Cuadro 29.

En el Cuadro 30 se muestran los ingresos por ventas y gastos anuales (costos operacionales e impuestos). Se observa que las inversiones para la producción de harina y de aceite quedan cubierta a los tres años y la del esca-
bechado al primer año.

VII CONCLUSIONES

1. La carne de tollo, los desechos de fileteado de tiburón, la harina de cabeza de camarón y la mezcla de estos dos últimos (c.c.-d.t.) contienen un nivel de N.N.P. que representa una cifra importante del valor del nitrógeno total; además presentan un patrón de aminoácidos similar al de las harinas de pescados, siendo sus cálculos químicos para metionina de 43.8, 54.2, 54.2 y 67.7% respectivamente.

2. La partícula de la harina de la mezcla c.c.-d.t. posee un diámetro promedio de 0.0175 pulgada (0.444 mm) y sus características granulométricas y químicas están acordes con los estándares para harinas de pescado de Estados Unidos, con excepción de su alto contenido mineral.

3. La calidad nutricional de la harina de carne de tiburón, evaluada en ratas, es significativamente ($P < 0.05$) mejor a la de la mezcla c.c.-d.t., debido posiblemente a una alta relación Ca:P de este último material pero en pollos el impacto biológico-nutricional de la mezcla c.c.-d.t. al 3 y 6%, es similar al impacto de la carne de tiburón tollo al 3 y 9%. Los dos materiales pesqueros, en los mismos porcentajes descritos no difieren significativamente de las dietas control y purina.

4. No hubo ninguna modificación del sabor en la carne de pollos alimentados con la harina de carne de tiburón tollo o con la harina c.c.-d.t. evidenciado esto por una

aceptabilidad semejante de aquélla de la carne de pollos alimentados tanto con concentrado Purina como con dietas libres de los materiales pesqueros.

5. La eficiencia de extracción de aceite en el hígado de tiburón negro (Delatius licha) es similar a la encontrada para el hígado del tiburón tigre (Galeocerdo cuvieri), cuando se expresa en base al contenido del extracto etéreo de cada una de las dos especies. Existen diferencias en el contenido de vitamina A en homogenizado y aceite de hígado de los tiburones negro y tigre (3 y 4 veces mayores en muestras del primer material).

6. Existe una total independencia entre el tiempo de destrucción de vitamina A por radiación de luz ultravioleta, especie de tiburón, forma de extracción y tiempo de inyección de vapor durante la deodorización parcial de los aceites. Se sugiere, por lo tanto, que las características químicas y físicas de los triglicéridos son los factores de mayor importancia en el citado tiempo de destrucción de la vitamina A.

7. La escogencia del aceite de tiburón negro (Delatius licha), para la fortificación de azúcar con vitamina A, se basó en sus menores valores ácidos grasos libres (A.G.L.) e índice de yodo y mayor concentración de vitamina A. La sustitución de vitamina A comercial por la proveniente del aceite de hígado de dicha especie de tiburón es del orden del 10%, en base al peso original de vitamina A comercial y del 5% en base a las U.I. de dicha vitamina; una sustitución mayor

presentaría problemas relacionados con la viscosidad del aceite.

8. Durante el almacenamiento de pre-mezcla de azúcar fortificada con vitamina A usando el aceite de hígado de tiburón, se observó cristalización en aquéllas preparadas con el aceite parcialmente deodorizado, por lo que la homogenización es un aspecto importante para la toma de muestra y determinación de vitamina A, sea en las pre-mezclas o en el azúcar fortificado, el cual presentó una mayor estabilidad en relación a las premezclas originales. Un menor índice de yodo probó ser un factor necesario para obtener estabilidad durante los meses de almacenamiento de la pre-mezcla o del azúcar.

9. El calentamiento entre 105-110°C, durante 4 horas del azúcar fortificado sólo logra disminuir en 15% la potencia vitamínica, lo que sugiere una gran estabilidad durante la preparación de bebidas y otros alimentos calientes.

10. El azúcar fortificado con vitamina A usando aceite sometido a inyección de vapor, mostró durante el almacenamiento un mejoramiento en las características de olor y presentación; quizás debido a efectuarse una volatilización de A.G.L. durante este tiempo, proceso que no se observó en el caso de las pre-mezclas.

11. No hubo diferencias significativas entre los sabores de bebidas calientes (café) y fría (limonada) endulzadas con azúcares fortificadas con aceite de hígado de tiburón negro y azúcar comercial fortificada con la vit. A

comercial.

12. En el caso de envasados tipo escabechado, la Formulación II tuvo un mayor rendimiento, en relación al número de envases producidos, con respecto a la Formulación I; pero ambas poseen un contenido proteínico similar.

13. El hecho de que las dos formulaciones evaluadas para la elaboración de un escabechado usando subproductos de fileteado de tiburón muestren similar resultado microbiológico, sugieren que el proceso térmico efectuado en condiciones similares fue igualmente eficiente.

14. Las pruebas organolépticas realizadas en los escabechados envasados antes aludidos sugieren una mayor aceptabilidad del escabechado de subproductos de tiburón realizado según los ingredientes de la Formulación I, cuyos contenidos de grasa y hierro son menores a los de la Formulación II. Contrastan, por el contrario, los mayores valores de vitamina A y calorías de la Formulación I.

15. Los costos de producción de la harina de mezcla c.c.-d.t. y de fortificación de azúcar con vitamina A presente en el aceite de tiburón negro resultaron ser competitivos con los precios de importación.

16. La implementación del proyecto de producción del escabechado de subproductos de corte de tiburón, podría dar como resultado el proporcionar a la población alimentos con un relativo alto valor nutritivo.

17. El estudio demuestra que la extracción del aceite de hígados de tiburón y las elaboraciones del escabechado

y harina demezcla c.c.-d.t. es una alternativa viable para el mejor aprovechamiento de los recursos pesqueros de la región. El estudio probó que la inversión total se logra pagar entre uno y tres años.

VIII RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios sobre la posibilidad de formular mezclas de otros subproductos animales mezclados con los desechos de tiburón con el fin de disponer de una infraestructura propia para la producción de concentrados para alimentación animal.
2. El método de extracción de aceite de hígado de tiburón utilizado en este trabajo reúne los aspectos y temperatura óptimos; sin embargo, sería conveniente encontrar alternativas tecnológicas de diseño que mejoren la eficiencia de recuperación del aceite de hígado de tiburón extraído.
3. Efectuar estudios más detallados sobre la tecnología de fortificación de azúcar usando el aceite de hígado de tiburón con la finalidad de mejorar la apariencia de las pre-mezclas y poder obtener así una mayor sustitución de vitamina A comercial por la contenida en los aceites de hígado de tiburón negro; a estos esfuerzos debería acompañarse la búsqueda de otras especies de tiburón con un contenido mayor de vitamina A en su aceite.
4. Implementar mejoras en el proceso de deodorización parcial del aceite de hígado de tiburón por inyección de vapor, con el fin de corregir la tendencia a cristalización presentada por las pre-mezclas preparadas, posiblemente debido a la acción del agua de condensación.
5. Estudiar otras formulaciones para la preparación de productos envasados tipo escabeche con los subproductos

de tiburón y otros ingredientes vegetales populares que garanticen un rendimiento y una conservación mayores.

6. Realizar estudios de factibilidad técnico-económica que determinen la posible implementación de proyectos similares a éste en localidades marinas fluviales y lacustres, con el fin de hacer uso de la mayor parte de los subproductos de la explotación pesquera en beneficio de la comunidad.

IX RESUMEN

Se evaluó la posibilidad de producir harina para la nutrición animal a partir de la mezcla de cabezas de camarón y desechos de tiburón (c.c.-d.t.), en relación 1.15: 1.0. También se estudió la factibilidad de formular un producto nutritivo para alimentación humana, tipo escabechado, con los subproductos de cortes de tiburón tratados en salmuera avinagrada y envasados en presencia de mezclas vegetales diferentes. Asimismo, se estudió la posibilidad de fortificar azúcar para consumo humano con aceite de hígado del tiburón negro (Delatius licha).

El contenido de proteína (55.66%) de la harina de la mezcla de cabeza de camarón-desechos de tiburón (c.c.-d.t.) fue similar al de los estándares para las harinas de pescado de Norte América. Su puntaje químico (67.7%) fue dado por la metionina; segundo limitante, valina (81.7%) y tercer limitante, la leucina (88.7%). El análisis granulométrico de la harina c.c.-d.t., referido al calibre de cedazo estándar estadounidense, proporcionó un valor de módulo más fino (M.F.) de 3.95, un diámetro promedio de partícula de 0.0175 pulgada y un grado de uniformidad de una parte gruesa: 5 mediano: 4 finas.

En relación a la calidad proteínica en ratas la harina de c.c.-d.t. mostró valores de PER (1.60), NGI_0 (2.46), NGI (2.49) y D.A. (79.94%), significativamente diferentes ($P \leq 0.05$) a los correspondientes valores de caseína y de

la carne de tiburón (Squalus acanthias), utilizados como patrones de comparación. La calidad proteínica inferior de la harina mezcla (c.c.-d.t.) no se infiere de su puntaje químico, metionina (67.7%) que es también el correspondiente al de la carne desecada de tiburón tollo; posiblemente sea debido a su alto contenido mineral, con una relación Ca:P de 5.67. No se encontró diferencias significativas entre las eficiencias alimenticias (EA) encontradas en pollos alimentados con la harina c.c.-d.t. al 3, 6, 9 y 12% y de los controles Purina y Cero. Las dietas con 3 y 6% de harina de c.c.-d.t. produjeron un impacto biológico nutricional similar al de la carne de tiburón tollo al 3 y 0%, respectivamente. El puntaje químico y los ensayos biológicos en ratas y pollos demostraron la excelente calidad nutricional de la carne de tiburón tollo. Durante las pruebas organolépticas no se encontraron diferencias significativas entre el sabor de la carne de los pollos alimentados con la carne de tiburón tollo o con la harina de c.c.-d.t. y los controles alimentados con las dietas Purina y Cero (sin agregado de harina de tiburón). En general, la carne de los pollos alimentados con los materiales pesqueros tuvieron buena aceptabilidad.

Las especies de tiburón negro (Delatius licha) y tiburón tigre (Galeocerdo cuvieri) presentaron igual porcentaje de recuperación de aceite (39%), al referirlo a sus respectivos contenido de extracto etéreo, pero la concentración de vitamina A en el tiburón negro (1,210,225 mcg/dl) fue

mayor que la del tiburón tigre (296,682 mcg/dl). Se encontró que un tiempo de 50 minutos de exposición a la acción de la luz ultravioleta era suficiente para la destrucción de la vitamina A en los aceites. Hubo un incremento del contenido de vitamina A al aumentar el tiempo de inyección de vapor para deodorizar el aceite, debido posiblemente al rompimiento de micelas existentes en los aceites crudos; igual tendencia se observó con el contenido de ácidos grasos libres (AGL); pero los índices de peróxido, en general, disminuyeron al aumentar el tratamiento de vapor.

Durante la fortificación, de azúcar con vitamina A, utilizando aceite de hígado de tiburón, se prepararon premezclas con aceite comercial de hígado de tiburón (Pre-mezclas I y II) y con el aceite de tiburón negro crudo (Pre-mezcla III), deodorizado con tratamiento por 5 minutos (Pre-mezcla IV) y por 10 minutos (Pre-mezcla V) de vapor. Las tres últimas pre-mezclas proporcionaron una concentración entre 15 y 16.5 mcg/g en el azúcar fortificada, similar a la diseñada para consumo de la población de Guatemala. La variación en la potencia vitamínica encontrada en las premezclas durante los meses de almacenamiento evaluadas, quizás se debió a una mala distribución por efectos de viscosidad (Pre-mezcla III) o por posibles efectos de cristalización (Pre-mezcla IV y V). Los azúcares fortificados mostraron una mayor estabilidad que sus respectivas premezclas durante el almacenamiento. El calentamiento durante 4 horas (105-110°C) de los azúcares fortificados III, IV

y V sólo logró disminuir un 15% de la potencia inicial de la vitamina A, lo cual garantiza su estabilidad durante la preparación de bebidas y demás alimentos calientes.

Las pruebas organolépticas no detectaron diferencias significativas entre un azúcar fortificado comercialmente y los tres azúcares fortificados con aceite de hígado de tiburón negro, tanto en bebida caliente (café) como fría (limonada).

Se prepararon escabechados de subproductos de tiburón en salsa de tomate e ingredientes vegetales (Formulación I) y en pasta de tomate y otros ingredientes vegetales (Formulación II), la cual mostró un rendimiento de producción mayor. El contenido proteínico de las dos formulaciones fue similar (18.54 y 21.52%, respectivamente) pero sí se encontraron diferencias mayores en los contenidos de grasa, hierro, vitamina A y extracto libre de nitrógeno (ELN). El control microbiológico demostró para las dos formulaciones resultados similares en los recuentos totales de bacterias, conteo total de hongos y levaduras y bacterias lácticas. Durante la evaluación organoléptica hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los escabechados, mostrando la Formulación I la mayor aceptabilidad.

X BIBLIOGRAFIA

1. Allardyce, W. J.; Henderson, W., Asmundson, V.S. (1933). Fish meal supplement for chicks. III. Comparative growth on rations with pilchard meals. Poultry Sci. 12, 163-166.
2. Almquist, H.J. Jukes T.H., Newlon, W.E. (1938). Feeding chickens. Calif. Agr. Extension Serv. Circ. 108. 38 p.
3. _____, S. Tokstad, E.L.R. Halbrook, E. R. (1935). Supplementary Values of Animal Protein Concentrates in chick rations. J. Nutrition 10 193-211.
4. Anglo-American Caribbean Commission (1976). La piel más fuerte del mundo. Técnica Pesquera 9 (99):21-5.
5. Anonymous. (1958). Oxidation research shows reasons for quality deterioration of certain foods. Com. Fisheries Rev. 20(5), 18.
6. Arroyave, G; Aguilar, J.R. Flores, M. Guzmán, M.A. Evaluación del programa nacional de fortificación de azúcar con vitamina A. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C., USA, 1979.
7. _____; De Funes, C. (1974). Enriquecimiento de azúcar con vitamina A. Método para la determinación cuantitativa de retinol en azúcar blanca de mesa. Arch. Latinoamer. Nutr. 24(1) 147-153.
8. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. Official Methods of Analysis of the AOAC 12th ed., Washington, D.C., 1975. 1094 p.
9. Bailey, A.E. Cottonseed and cottonseed products. Their chemistry and chemical technology. Interscience publishers, Inc., New York, London, 1948. pp. 936.
10. Balakrishnan Nair, R.; Chattopadhyay, A.K. (1979). Development of pickled products from fish. En "Proceedings of the First Indian Convention of Food Scientists and Technologists". No. 8.9, p. 89 Cent. Food Tech. Res. Inst., Mysore, India.
11. Banks S. A. (1939). Rancidity in fats. "Food Investigational Report". p. 49. H.M. Stationery Office, London, 1949.
12. Baudart, P. (1943). The polyethylenic fat acids from

13. Borgstrom, G. Fish as Food. Academic Press, N.Y. vol. I, 1961, 735 p.
14. _____, Vol II, 1961, 777 p.
15. Bressani, R., Elías, L.G., Braham, J. E. Eroles, M. (1967). Vegetable protein mixtures for human consumption. The development and nutritive value of INCAP Mixture 15 based on soybean and cotton seed protein concentrates. Arch. Latinoamer. Nutr., 17: 177-195.
16. _____, González, J. (1978). Evaluación de la pulpa de café como posible sustituto del maíz en raciones para pollos de carne. Arch. Latinoamer. Nutr. 28 (2): 208-221.
17. Budker, P. La vida de los tiburones. London, Weindelfel and Nicolson, 1971, P.P. 256.
18. Butler, C. (1948). The fish liver oil industry. U.S. Fish Wildlife Serv., Fishery Leaflet No. 233.
19. Carpenter, K.J. (1975). Damage to lysine in food processing; its measurements and its significance. Nutr. Abstr. Rev., 43: 423-451
20. Caster, W. O.; Andrews, J. W., Jr; Mohrhauer, H.; Holman, R. T. (1976). Effect of essential and none essential fatty acids in complex mixture on fatty acid composition of liver lipids. Journal of Nutrition 106 (12) 1809-1916
21. Chahine, M.H. Antioxidants to stabilize fish meal. (1978). Feed stuffs, USA 50 (18) 2-25. (Original no consultado, compendiado de Nutrition Abstracts and Reviews vol. 49, 1979).
22. Collins, G. C. Polkithorne, H. (1952). An Investigation of Anionic Interference in the Determination of Small Quantities of Potassium and Sodium with a New Flame Photometer Analyst, 77, 430.
23. Downie, N.M. Heath, N.M. Métodos Estadísticos Aplicados. Harper y Row Latinoamericana, México, 1979, pp. 373.
24. Duckworth, J. (1955). The value of certain agricultural, marine and industrial products and by-products in livestock feeding. II. Non-ruminants. J. Sci. Food Agri. 6, 242-250.
25. Dunn, J. S. (1956), Fishy flavor in foods. Fishing Ind. Research Inst. Cape Town S. Africa Mem. No. 79, 14 pp.

26. Edisbury, J. R; Morton, R. A. Simpkins, G. W., Lovern, J. A. (1938). The distribution of vitamin A₁ and factor A₂. Biochem. J. 32, 118, 139.
27. Egorova, N.I. (1972). Fluctuations in Vitamin A content in hake liver during storage. Rybnoe Khozyaistvo No. 3, 60-62. (original no consultado. Compendiado de Food Science and Technology Abstracts, Volumen 5, 1973).
28. Einset, E., Olcott, H.S.; Stansby, M.E. (1957). Oxidative deterioration in fish and fishery products. IV. Progress on studies concerning oxidation of extracted oils. Com Fisheries Rev. (59).
29. FAO (1975). Anuario Estadístico de Pesca, Vol. 40, Roma.
30. _____ (1976). Anuario Estadístico de Pesca, Vol. 42, Roma.
31. FAO (1978). "Compendio de las tecnologías utilizadas en el tratamiento de los residuos agrícolas, pesqueros, forestales y de las industrias afines" Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO, Roma.
32. Fisher, L.R.; Kon, S.K.; Thompson, S.Y. (1951). Distribution of vitamina A in the organs of marine crustacea. Biochem. J. 49Z.
33. Fiske, C.H. Subbarow, Y. (1925). The colorimetric method for the determination of phosphorus. J. Biol. Chem., 66: 375-400.
34. Fortification of sugar with vitamin A in Central America and Panama. Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), Guatemala, Central America, 1974, 34 p.
35. Gasperdone, H.; Pope, W.H.; Biely, J.; Bray, D.F. (1960). Fishy eggs. Feedstuffs 32 (40), 34-36.
36. Georgi, C.W.; Stucker, J.B. (1947). Fats and fat acids for lubricating grease manufacture. J. Am. Oil Chemist's Soc., 24, 15.
37. Gordievskaya, V.S. (1973). Shark flesh in the food industry. Israel Program for Scientific Transl. IPST Cat. No. 60080 2.

38. Grau, C.R. (1947). Tests of proteins as amino acid sources for chicks. Feedstuffs (July 26), P. 33.
39. Gunstone, F.D.; Wijesundera, R.C.; Scrimgeour, C.M. (1978). The component acids of lipids from marine and freshwater species with special reference to furan containing acids. Journal of the Science of Food and Agriculture 29 (6) 539-550.
40. Haller, M.H., Cassil, C.C.; Murray, C.W. (1938). Removal of lead spray residues from apples grow, in the Shenandoah-Cumberland Valley. U.S. Dent. Agri. Tech. Bull, 62, 1.
41. Hamilton, J.; Simpson, E. (1947). Talbot's Quantitative Chemical Analysis, 9th ed., The MacMillan Co., N.Y., P.P. 335-359.
42. Hannukainen, E.; Ninivara, F.P. (1974). Destruction of vitamin A in liver during processing. II. Effect of pigments, iron and copper content of liver and of mincing temperature on vitamin A destruction during cooking and mincing. Fleischwirtschaft 54 (8) 1366-1370. (original no consultado. Compendiado de Food Science and Technology Abstracts Vol. 6, 1974).
43. Hata, C.; Kunikaki, T. (1942). Studies on the fish oil and liver oil of westsouthern Pacific Ocean. IV. On the liver oil of Scoliodon walbeehmi, Bleeker. J. Chem. Soc. Japan 63, 1585-1590.
44. _____. P.P. 1591-1595.
45. Henderson, S.M., Perry, R. L. Agricultural Process Engineering, 2a. ed. Westport, Conn., AVI Publishing Co., Inc., 1976. P. 442.
46. Hurt, H.D.; Forsythe, R.H.; Krieger, C.H. Factors with influence the biological evaluation of protein quality by the Protein Efficiency Ratio Method. En: Friedman, M. ed. Protein nutritional quality of foods and feeds. Part I. Marcel Dekker, Inc. New York, 1975.
47. Jarquín, R; Braham, J.E., González, J.J.; Bressani, R. (1972). Evaluación del valor nutritivo de subproductos del camarón en la alimentación de pollos. Turrialba, Vol. 22, No. 2, 160-167.

48. Jarvis, N.D. (1950). "Curing of Fishery Products". Washington, U.S. Fish and Wildlife Service, Research Report No. 18.
49. Jelliner, G. (1964). Introduction to an critical review of modern methods of sensory analysis (odour, taste and flavour evaluation) with special emphasis on descriptive sensory analysis (flavour profile methods). J. Nutr. and Diet., 1: 129-260.
50. Jenkins, G.L.; Du Mez, A.G.; Christian, J.E.; Hager, G.P. Química Farmacéutica cuantitativa. Editorial Atlante, S.A. México, D.F., 1951. pp. 496.
51. Kizevetter, I.V.; Nasedkina, E.A. (1975). Characteristic nitrogen compounds of the meat of sharks and rays as a Food Protein Source. Voprosy pitaniya No. 1, 36-40 (original no consultado, compendiado de Nutrition Abstracts and Reviews Vol. 46, 1765).
52. Klose, A.A.; Mecchi, E.P.; Hanson, H.L.; Lineweaver, H. (1951). The role of dietary fat in the quality of fresh and frozen storage turkeys. J. Am. Oil Chemists' Soc. 28, 162-164.
53. Kondo, K.; Shinano, S.; Yamamoto, K, (1948). Chemical studies on shark meat. I. Chemical composition of shark meat. Chem. Abstr., 42. No. 3095.
54. Konosu, S.; Katori, S.; Ota, R.; Equahi, S.; Mori, T. (1956). Amino acid composition of fish muscle proteins. Com. Fisheries Rev. No. 7, 9, 1-7.
55. Kreuzer, R.; Ahmed, R. Aprovechamiento y comercialización del tiburón. FAO, CCI UNC TAD/GATT, Rome, 1978.
56. Laksavela, B. (1958), Protein values and amino acid balance of condensed herring solubles and spontaneously heated herring meal. Chick experiments. J. Agr. Sci. 51 (2), 164-176.
57. Lea C. H.; Parr, L.J.; Carpenter, K.J. (1958). Chemical and nutritional changes in stored herring meals. Brit. J. Nutrition 12, 297-312.
58. Lineweaver, T.H.; Backur, R. The Natural History of Sharks. Deutsch, 1970. 256 P. (Editado en colección de bolsillo por Doubleday, 1973).

59. Lisovskaya, V.I.; Rudenko, A.G. (1973). The composition of lipids in marine fish. Rybnoe Khozyaistvo No. 11, 78-80. (original no consultado, compendiado de Food Science and Technology Abstracts, vol. 7, (1975).
60. Mann, I. (1964). Preparado y Aprovechamiento de los Subproductos Animales. FAO: Cuadernos de Fomento Agropecuario No. 76, Roma (Italia), p.p. 1-7.
61. Marascuilo, L.A.; McSweeney, M. Nonparametric and Distribution-Free Methods for the Social Science, Brooks/Cole Publishing Company, Monterrey, California.
62. Marshall, S.P.; Davis, G.K. (1946). The value of shark meal in swine rations. J. Animal Sci. 5, 211-218.
63. Marshall, S.P.; Davis, G.K. (1946). Shark meal as a protein supplement in chick rations. Poultry Sci. 25, 381-386.
64. Mattei, V.; Roddy W.T. (1959). The use of fish oils for fat liquoring leather. I. Menhaden oil and oil fat liquors. J. Am. Leather Chemists' Assoc. 54, 12-24.
65. Mattil, W.H. (1944). Fish oil in the protective coating field. Oil and Soap, 21, 197-201
66. Mejías, L.A.; Flores, H.; Chischester, C.O.; Arroyave, G.; Glover, J.; Olson, J.A.; Chemical Methodology for the Assessment of vitamin a Consultative Group. The Nutrition Foundation, New York, N.Y. 1982 (em prensa).
67. _____, Logros, limitaciones y consideraciones sobre el futuro de la fortificación de azúcar con vitamina A en Guatemala. Documento presentado en la semana Científica-técnica del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). sept-oct, 1982, Guatemala.
68. Mohanty, G.B. (1955). Hydrolyzed fish protein from the flesh of waste fish. Science 121, 41.
69. Nair, P.G.; Gopakumar, K. (1978). Fatty acid compositions of 15 species of fish from tropical waters. Journal of Food Science, Volumen 43.
70. National Academy of Sciences. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrients requirements of poultry (No. 1), sixth revised edition, Washington, 1971.

71. Nickerson, J.T.R. Rome canning of fishery products. Gloucester Laboratories, North east Fisheries Center, National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce (material impreso).
72. Nilson, H.W.; Martinek, W.A.; Jacobs, B. (1947). Nutritive value for growth of some fish proteins Com. Fisheries Rev. No. 7, 9, 1-7.
73. Odland, L.M.; Mayfield, H.L.; Page, L. (1955). The influence on palatability of certain grain combinations, fish solubles and a vitamina B₁₂-aureomycin supplement in poultry rations. Poultry Sci. 34, 822-831.
74. Olcott, H.S. (1958). A weighing method for measuring the induction period of marine and other oils. J. Am. Oil Chemists' Soc., 35, 161-162.
75. _____, Einset, E. (1958). An antagonistic effect with antioxidants for unsaturated fats. J. Am. Oil Chemists' Soc. 35, 159-160.
76. _____, Kuta, E.J. (1959). Basic substances as synergist for fat antioxidants. Nature, 183, 1812.
77. Organización Panamericana de la Salud. Normas Sanitarias de Alimentos. Aprobadas por el consejo de Centro América y Panamá, 1964-1966. Washington, D. C. (1967). V. 1, pp. 39-46. (OPS, Servicios Médicos Veterinarios, higiene de alimentos, serie No. 1).
78. Orr, M.L.; Watt, B.E. Amino acid content of foods. Household Economic Research Division, Institute of Rome Economics, Agricultural Research Service, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce (material impreso).
79. Pearson, D. (1976) The Chemical Analysis of Foods. 7th. ed., Longman Group Limited, London.
80. Petkvich, T.A.; Kandyuk, R.P.; Stepanyuk, I.A.; Kostylev, E.F. Lisovskaya, V.I.; Antsupova, L.V.; Poludina, V.P. Liver characteristics of some industrial kinds of fish of the Atlantic (1974). Rybnoe Khozyaistvo No. 7, 71-72. (original no consultado, compendiado de Food Science and Technology Abstracts Vo. 7, 1975).
81. Ripley, W. E.; Bolomey, R.A. (1946). The relation of the biology of the soupfin to the liver yield of

vitamin A. Calif. Fish Game Comm. Fishery Bull, 64- 39-72

82. Rolfe, B.J. (1976). Food from waste in the present world situation. Food from waste. Edited por Birch, G.G.; Parker, K.J.; Worgan, J.T.; Applied Science Publishes. L. ad. London (England) p.p. 301.
83. Springer, S. (1950). An outline for a Trinidad shark fishery. Proc. Gulg Caribb. Fish. Inst., 2nd Annual Session, 1949, pp. 17-26.
84. Stansby, M.E. Tecnologia de la Industria Pesquera, Editorial Acribia, Zaragoza (España), 1968.
85. Stansby, M.E. (1976). Chemical characteristics of fish caught in the Northeastern Pacific Ocean. Marine Fisheries Review (9) 1-11.
86. Stodolnik, L. (1974). Hydrolysis of lipids in Baltic cod liver stored under refrigeration. Przemysl spozywczy 28 (8) 362-365. (original no consultado. Compendiado de Nutrition Abstracts and Reviews Vol. 45, 1975).
87. Strain, H.H. (1944). Chloroplast pigments. Ann. Rev. Bio-chem, 13, 591-610.
88. Technicon Instruments Corp., Tarrytown, New York. Operation Anual for the "Technicon TSM System". Tarrytown, New York, 1973. 1v., paginación variada. (Technical publication No. Tal-0233-10).
89. Tepper, A.E.; Durgin, R.C. Charles, T.B. (1939). Protein requirements of chickens at various stages of growth and development. New Hampshire Agr. Expt. Sta. Bull. No. 12. 20 pp.
90. The United Nations University (1980). Nutritional Evaluation of Protein Foods. Edited by Pellett, P.L. Young, V.R. Food and Nutriton Bulletin Supplement 4.
91. Toyama, Y.; Tsuchiya, T. (1935). The highly unsaturated acids in sardine oil. XI. The constitution of nisinic acid, $D_{24}H_{36}O_2$, in sardine oil. Bull. Chem. Soc. Japan 10, 547-551.
92. Tronstad, I.M. (1977). Method and device for producing and drying meal of cooked animal material, e.g.

fish or fish material. Norwegian Patent Application 136819. (original no consultado. Compendiado de Food Science and Technology Abastracts, Vol. 10, 1978).

93. Union of Soviet Socialist Republics (1978). Preserve fish. Whole fish in spiced brine. Technical requirements. Soviet Standar Gost 3945-75, 6 pp. (original no consultado. Compendiado de Food Science and Technology Abstracts, Vol. 11, 1979).
94. Vicent, D.B. (1976). Process for producing improved fish meal, and fish oil byproducts. United States Patent 395518. Compendiado de Food Science and Technology Abstracts Vol. 9 (1977) No. 0.1.
95. Vondell, J.M. (1933). Is the production of off-flavor eggs and individual bird characteristic? U.S. Egg Poultry Mag. 39 (4), 18.
96. Yu, T.C.; Sinnhuber, R. O. (1957). 2-thio barbituric acid method for the measurement of rancidity in fishery products. Food Technology, 11, 104.

XI APENDICES

CUADRO 1

COMPOSICION QUIMICA DE LA CARNE DE TIBURON (g/100g)

Especies	Humedad	Proteina	Grasas	Minerales
<u>Heterodontus francisci</u> (Tiburón de California)	79.6	17.7	0.3	1.8
<u>Carcharhinus brachyurus</u>	75.8	18.9	0.1	0.6
<u>Carcharodon carcharina</u> (Tiburón blanco)	76.9	19.9	0.3	1.3
<u>Sphyrna blochii</u> (Pez martillo)	75.6	21.6	0.2	1.6
<u>Carcharhinus fal-ciformis</u> (Jaquetón)	73.6	21.7	-	1.2
<u>Galeocerdo cuvieri</u> (Tiburón tigre)	79.4	16.3	0.1	0.6

Fuente: Gordievakaya, Shark flesh in the food industry, 1971 (Vladivostock. Edición en Inglés, 1973).

CUADRO 2

**DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS CAPTURAS MUNDIALES DE TIBURONES
1976**

Cantidad en toneladas métricas: Reporte correspondiente

Principales zonas pesqueras	Numero de la zona	Capturas	
		Toneladas	%
Pacífico noroccidental	61	74,933	24.4
Atlántico nororiental	27	62,432	20.3
Océano Indico occidental	51	36,626	11.9
Pacífico centrooccidental	71	27,324	8.9
Atlántico centrooriental	34	19,537	6.4
Atlántico noroccidental	21	17,760	5.8
Pacífico centrooriental	77	17,090	5.6
Atlántico centrooccidental	31	10,845	3.5
Pacífico sudoriental	87	9,001	2.9
Atlántico sudoccidental	41	7,439	2.4
Mediterráneo y Mar Negro	37	7,059	2.3
Océano Indico oriental	57	7,025	2.3
Pacífico sudoccidental	81	5,471	1.8
Pacífico nororiental	67	2,599	0.9
Atlántico sudoriental	47	1,934	0.6
TOTAL		307,085	100.0

Fuente: Datos recopilados del Anuario Estadístico de Pesca de la FAO, Vols. 40 y 42 (1975 y 1976).

CUADRO 3

CAPTURA DE TIBURONES EN LA ZONA DEL ATLANTICO CENTROOCCIDENTAL, POR PAISES, 1970 - 1976

Cantidad en toneladas métricas

País	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Cuba	2,200	2,500	2,500	2,800	3,100	3,100	3,100
México	1,000	1,000	1,200	2,600	3,179	3.004	3.014
Venezuela	2,200	2,300	2,400	3,200	3,820	3,064	2,816
Trinidad y Tobago	200	300	300	400	407	376	397
Martinica	100	100	100	100	172	95	193
Estados Unidos	00	00	00	200	50	39	96
Colombia	00	100	100	100	198	186	81
Japón	200	200	100	100	74	147	81
Corea, Rep. de	00	00	00	60	00	41	74
Costa Rica	00	00	00	00	5	4	3
Otros n.e.p.	100	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
TOTAL	6,000	6,600	7,700	10,569	11,005	11,056	10,845

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca de la FAO, Vols. 40 y 42 (1975 y 1976).

CUADRO 4

ESTUDIO PROSPECTIVO DE LA PRODUCCION MENSUAL

DE LA FLOTA PICPA: SINTESIS

(Guatemala, C.A.)

1) Producción actual (febrero 1980)	CAPTURA EN LIBRAS	VALOR EN QUETZALES	VALOR PROMEDIO
a) Flota 16 mts. (arrastreros)	138,823.50	Q. 24,891	Q.0.18/lb
b) Flota 13 mts. (tiburoneros)	<u>28,551.00</u>	<u>8,795</u>	<u>0.31/lb</u>
c) Total Flota (9 barcos)	167,374.50	Q. 33,686	Q.0.21/lb
2) Producción proyectada para diciem- bre 1980 (corto plazo)			
a) Flota 16 mts (arrastreros)	250,000.00	Q. 52,500	Q.0.21/lb
b) Flota 13 mts. (tiburoneros)	<u>85,000.00</u>	<u>28,050</u>	<u>0.33/lb</u>
c) Total mensual flota (18 barcos)	335,000.00	Q. 80,550	Q.0.24/lb
3) Producción proyectada para diciem- bre 1981 (Mediano plazo)			
a) Flota 16 mts. (arrastreros)	250,000.00	Q. 52,500	Q.0.21/lb
b) Flota 13 mts. (tiburoneros)	<u>150,000.00</u>	<u>52,500</u>	<u>0.35/lb</u>
c) Total mensual flota (10 barcos)	400,000.00	Q.105,000	Q.0.26/lb
4) Producción alcanzable a largo pla- zo (a partir de 1982)			
a) Flota 16 mts. (arrastreros)	275,000.00	Q. 60,500	Q.0.22/lb
b) Flota 13 mts. (tiburoneros)	<u>200,000.00</u>	<u>70,000</u>	<u>0.35/lb</u>
c) Total mensual flota (10 barcos)	475,000.00	Q.130.500	Q.0.265/lb

CUADRO 5

PROYECTO DE PESCA MARITIMA ARTESANAL

ESTUDIO PROSPECTIVO DE LA PRODUCCION POR MES/BARCO TIBURONERO (Guatemala, C.A.)

Supuestos Asumidos

1. Capturas

Se analizarán las capturas de los barcos tiburoneros a cuatro niveles distintos:

- A) Nivel Actual - 10,000 libras/mes.
- B) Nivel alcanzable en 1980 (17,000 libras/mes)
- C y D) Niveles alcanzables a mediano plazo, en 1981 (25 a 30,000 libras).

A más largo plazo se espera llegar al nivel promedio de 40,00 libras/barco/mes.

2. Valor Muelle

El valor muelle o precio promedio pagado al barco también se toma en tres niveles distintos:

- A) Q.0.30 por libra precio mínimo actual
- B) Q.0.33 por libra precio promedio actual
- C) Q.0.35 por libra precio alcanzable con el incremento de la proporción de tiburón en la captura global cuyo valor comercial es más elevado.

3. Ingresos

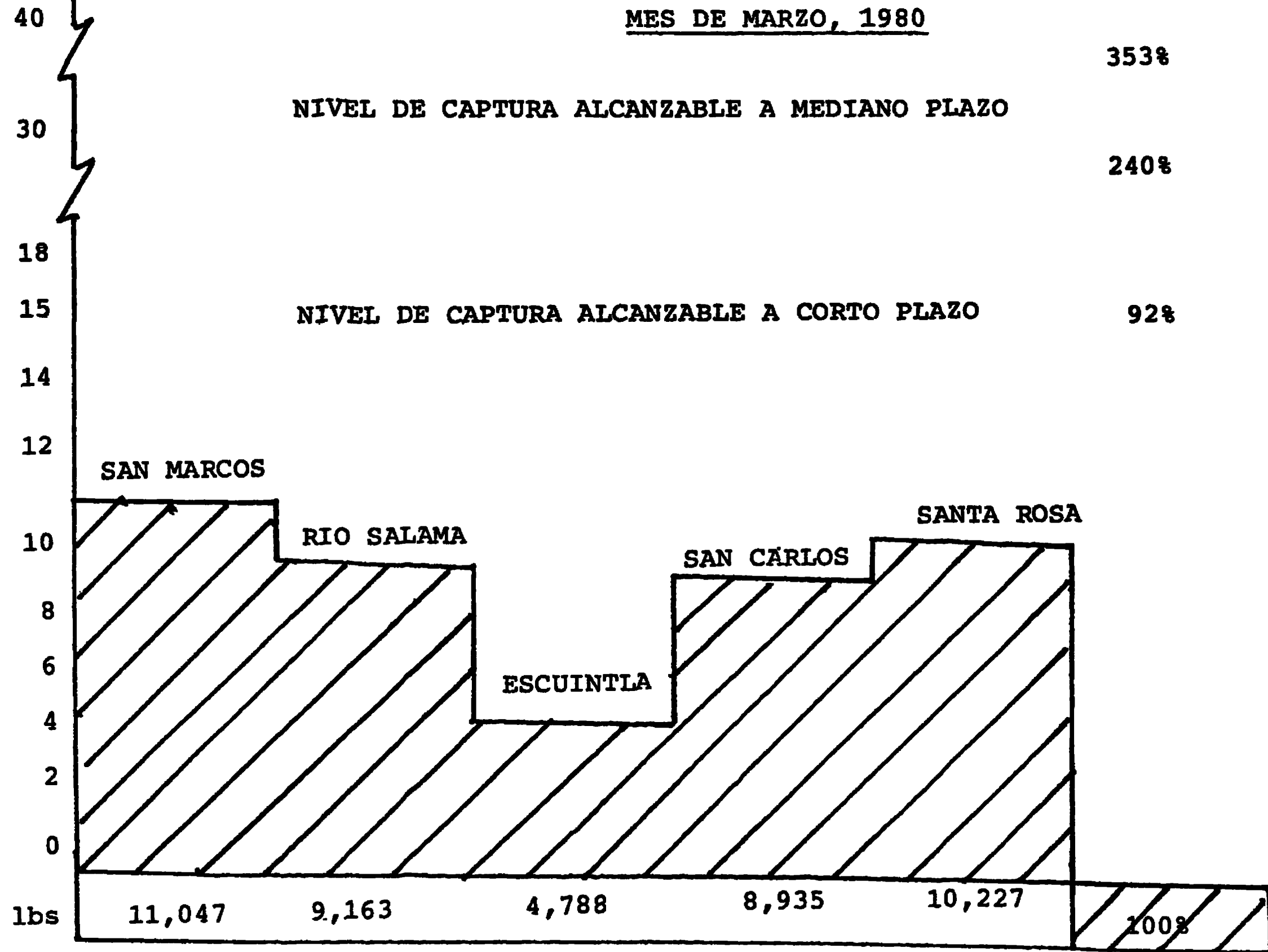
A fines de 1982 los ingresos deberán situarse alrededor de Q.10,500/mes, si los precios mantuvieran los niveles indicados.

4. Gastos de Operación y Seguros

Para alcanzar los niveles de capturas de 17,000 y 24,000 libras se considera un mayor número de viajes/mes de 4 viajes una mayor productividad por viaje. El segundo se mantiene.

CUADRO 6
CARNE DE TIBURON
CAPTURAS POR BARCO 13 MTS. (en miles
- de libras)

MES DE MARZO, 1980



PROYECTO DE PESCA MARITIMA ARTESANAL
GUA/78/002
ABRIL, 1980

CUADRO 7

DATOS DE VENTAS DE VITAMINA A EN 1980 EN MIAS PARA GUATEMALA

1 MIA = 1,000 millones de unidades de Vitamina A.

	Nutrición Animal	Consumo Humano	Fortificación del azúcar	Industria Farmacéutica	Total
Región	14,787	600	5,712	1,111	22,210
Guatemala	2,805	244	5,712	414	9,175

Nota; En 1980 no se facturó vitamina A para la fortificación de azúcar en Honduras.

COMPOSICION PROXIMAL EN LA CARNE DESECADA DEL TIBURON TOLLO (Squalus acanthias) DE LOS
SUBPRODUCTOS DE CORTES DE TIBURON, DE CABEZA DE CAMARON Y DE LA HARINA DE MEZCLA C.-

C.-D.T. g%

Material Pesquero	Humedad	Ceniza	Grasa	Nitrógeno Total	NNP	Urea (referida a nitrogeno total)	Proteína		Cal/g *
							$P^a \times 6.25$	P^b	
Carne de ti- burón tollo	3.98	2.1	2.4	14.64	3.47	3.55	91.52	69.86	3.89
Cabeza de camarón	4.02	25.07	6.65	9.35	4.44	2.11	56.45	30.96	2.94
Desechos de tiburón	2.50	37.00	3.12	9.12	2.22	2.49	57.46	43.56	2.58
Mezcla c.c.-d.t. :	5.80	30.07	5.63	8.91	3.26	2.11	55.66	35.31	2.73

* Por Bomba Calorimétrica

 P^a Nitrógeno Total $\times 6.25$ P^b (N.T. - N.N.P.) $\times 6.25$

CUADRO 9

CONTENIDO DE P, Ca, Fe, Na Y K EN CARNE DE DESECHOS DE TIBURON EN CABEZA DE CAMARON Y MEZCLA C.C.-D.T.

Materia Prima	Fosforo* mg/100g	Calcio** mg/100 g	Hierro** mg/100 g	Sodio*** mg/100 g	Potasio*** mg/100 g
Carne de tiburón Tollo	910	53	-	700	840
Desechos de tiburón Tollo	5,100.4	15,164	11.55	8,424.6	8,424.6
Cabeza de camarón	1,684	10,469	75	9,517.5	4,758.7
Harina de C.C.-D.T.	3,613	20,794	34,12	9,731.8	4,813.6

* Espectrofotometría Luz Visible

** Por Absorción Atómica

*** Por Fotometría de Llama

C.C.-D.T.T. Mezcla de cabeza de camarón y desechos de tiburón tollo.

CUADRO 10

COMPOSICION DE AMINOACIDOS DE PROTEINAS DE TIBURON TOLLO Y DE SUBPRODUCTOS

Aminoácidos	Tiburón Tollo		Desechos de T. Tollo		Cabeza de Camarón		Mezcla c.c.- d.t.*		Harina de pescado**	Patrón FAO 1973
	g%	mgAA/gN	g%	mgAA/gN	g%	mgAA/gN	g%	mgAA/gN	mg/gN	mg/gN
Lisina	6.964	477	4.030	442	5.000	535	3.200	359	548	340
Histidina	2.473	170	1.858	204	1.490	159	1.149	129	161	
Arginina	4.743	325	4.968	545	3.024	323	3.369	378	352	
Ac. Aspártico	8.180	561	3.360	368	3.771	403	3.375	379	551	
Treonina	3.707	254	2.377	261	2.096	224	2.249	252	221	250
Serina	2.583	177	2.028	222	1.893	202	1.892	212	193	
Ac. Glutámico	9.892	679	5.002	540	5.577	596	5.150	578	795	
Prolina	3.801	260	3.369	369	2.651	284	2.556	287	381	
Glicina	4.047	278	6.581	722	3.182	340	4.446	503	345	
Alanina	4.562	313	3.732	409	3.663	392	3.477	390	412	
Valina	8.227	565	1.647	181	2.715	290	2.421	272	333	310
Metionina	1.577	108	1.054	116	1.283	137	1.429	160	182	220
Isoleucina	4.892	335	4.001	429	4.124	441	4.174	469	317	250
Leucina	5.858	402	3.644	400	3.540	379	3.734	419	472	440
Tirosina + Fenilalanina	4.659	320	2.637	289	4.863	520	3.914	425	401	380

Lisina Disponible

5,153(352mg/gN) 3,487 (383mg/gN) 5,967 (317mg/gN) 3,000 (337mg/gN)

* Mezcla de cabeza de camarón y desechos de tiburón (1.15:1.10)

** Referencia 78

*** Incluye Cistina

CUADRO 11

GRANULOMETRIA DE LA HARINA C.C.-D.T.

Equivalencia en Tyler mallaje	Nº	U.S.A. Standard Testing Sieve Tamaño de Abertura Pulgada	Astme-II Specification Material Retenido mm	%	Multiplicado por
10	6	0.0661	1.679	5.800	x 6 = 34.80
32	5	0.0197	0.500	50.150	x 5 = 150.75
42	4	0.0139	0.353	14.100	x 4 = 56.40
48	3	0.0177	0.297	8.250	x 3 = 24.75
80	2	0.0070	0.178	11.400	x 2 = 22.80
100	1	0.059	0.150	5.050	x 1 = 5.05
Bandeja				5.250	x 0 = 0.00
TOTALES				100.0	394.55
Modulo más Fino =				$\frac{394.55}{100}$	= 3.95
Diámetro Promedio de Partícula* =				0.0175 pul	= 0.0044 cm.
Grado de Uniformidad =				Grueso : Mediano : Fino	1.0 : 5.0 : 4.0

* $D = 0.0031 (1.55)^{M.F.}$

CUADRO 12

COMPOSICION PROXIMAL DE LAS DIETAS ELABORADAS CON LA CARNE DESECADA DEL
TIBURON TOLLO (Squalus acanthias), CON LOS SUBPRODUCTOS DE CORTES DE TIBURON, CON CABE-
ZA DE CAMARON Y CON LA HARINA C.C.-D.T. PARA RATAS

g%

D I E T A S	Humedad	Ceniza	Grasa	Nitrógeno total	NNP	Urea (Referida a nitrógeno to- tal)	Proteína		ELN*	Cal/g**
							P ^a x 6.25	P ^b		
Carne de tibu- ron Tollo										
3	14.21	3.55	13.89	0.51	0.12	0.13	3.19	2.44	60.15	3.78
6	13.54	3.92	13.54	1.10	0.26	0.24	6.89	5.26	57.11	3.78
9	14.57	3.97	8.78	1.60	0.38	0.34	9.97	7.61	57.71	3.50
12	14.15	4.25	13.40	2.08	0.49	0.56	12.99	9.91	50.21	3.73
Harina de c.c- d.t.										
3	14.50	6.160	14.29	0.64	0.23	0.15	3.97	2.56	62.49	3.79
6	13.82	7.21	13.20	1.03	0.38	0.24	6.44	4.06	59.25	3.56
9	14.60	8.81	12.87	1.52	0.56	0.36	9.50	6.00	54.22	3.33
12	14.35	11.36	13.90	2.32	0.85	0.55	14.49	9.19	54.1	3.42
D,L.N. ^c	14.23	4.17	13.90	0	0	0	0	0	67.70	3.96

* Extracto libre de nitrógeno, por diferencia

** Por Bomba Calorimétrica

P^a Nitrógeno total x 6.25

P^b

(N.T. - N.N.P.) x 6.25

Todas las dietas contienen 5% de fibra de
celulosa

c

D.L.N. = Dieta libre de nitrógeno

CUADRO 13

CALIDAD PROTEINICA DE LA CARNE DE TIBURON TOLLO
Y DE LA MEZCLA C.C.-D.T.T.

Ensayo Biológico	Carne de Tiburón Tollo	Harina de la Mezcla c.c.-d.t.	Control de Caseína
PER	2.58 $\pm$ 0.16*	1.60 $\pm$ 0.26 ^b	2.76 $\pm$ 0.21 ^{a***}
NPR	2.05 $\pm$ 0.42 ^a	2.33 $\pm$ 0.31 ^a	3.77 $\pm$ 0.33 ^b
NGI _O *	3.32 $\pm$ 0.96 ^a	2.46 $\pm$ 0.20 ^b	3.85 $\pm$ 0.40 ^a
NGI**	2.95 $\pm$ 0.92 ^a	2.49 $\pm$ 0.22 ^b	3.89 $\pm$ 1.12 ^c
Dig. Apar., %	91.2 $\pm$ 1.4 ^a	79.94 $\pm$ 1.40 ^b	88.80 $\pm$ 2.83 ^c

* Se calculó teniendo en consideración la D.L.N. (14 días);
 $y = 1 + bX$

** Se excluyó el valor de la dieta aprroteica; $y = a + bX$

*** Promedio $\pm$ D.E.; letras diferentes en una misma fila indican significancia al nivel del 5%.

CUADRO 14
FORMULACION PORCENTUAL DE DIETAS BASALES USADAS EN EXPERI-
MENTOS CON POLLOS

Ingredientes	Porcentaje de carne de tiburón Tollo en la ración				
	Control cero	Dieta tres	Dieta seis	Dieta nueve	Dieta doce
Harina de soya	32.0	13.0	20.0	16.0	12.0
Harina de algodón	20.0	15.0	12.5	10.0	7.5
Carne de Tollo	-	3.0	6.0	9.0	12.0
Premix Pfizer-100	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Harina de Alfafa	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Fosfato Dicálcico	1.34	2.0	1.5	1.7	2.5
Carbonato de Calcio	1.0	1.2	1.0	1.0	0.8
DL-Metionina	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Sal	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Colina	0.06	0.07	0.03	0.02	0.01
Maíz	38.9	48.05	51.97	55.58	58.49
TOTAL	100	100	100	100	100
Energía (Kcal/g)	3.06	3.12	3.18	3.23	3.25
Eficiencia Alimenticia*	2.02 ^a	2.07 ^b	1.95 ^b	2.09 ^a	1.90 ^a
Proteína en Dietas (%)	22.5	22.2	22.07	23.0	22.7

Control de Purina

Energía (Kcal/g) : 3.01
 Proteína (%) : 21
 Eficiencia Alimenticia : 1.92^a

Gramos Alimento
Gramos Aumento de peso)

* Letras diferentes en una misma fila indican significancia al nivel del 5% con respecto a los controles purina y cero.

CUADRO 15

**FORMULACION PORCENTUAL DE DIETAS BASALES USADAS EN EXPERIMENTOS
CON POLLOS**

Ingredientes	Porcentaje de Harina de d.t.-c.c.* en la ración				
	Control cero	Dieta tres	Dieta seis	Dieta nueve	Dieta doce
Harina de Soya	17.6	15.96	13.68	11.460	9.50
Harina de algodón	11.0	9.98	8.55	7.225	6.00
Harina d.t.-c.c.	-	3.0	6.0	9.00	12.00
Harina de Alfafa	5.0	5.0	5.0	5.00	5.00
Premix Pfizer-100	1.0	1.0	1.0	1.00	1.00
Fosfato Dicalcico	2.7	1.34	-	-	-
Fosfato Disódico (Na ₂ HPO ₄)	-	-	1.47	2.75	5.410
Carbonato de Calcio	0.40	-	-	-	-
Sal	0.5	0.5	0.5	0.50	0.50
Colina	0.10	0.05	0.05	0.055	0.06
DL-Metionina	0.3	0.32	0.30	0.30	0.310
DL-Lisina	0.5	0.35	0.25	0.34	0.50
Maíz	60.9	62.50	63.2	62.27	59.62
TOTAL	100	100	100	100	100
Energía (Kcal/g)	3.19	3.23	3.21	3.24	3.00
Eficiencia Alimen- ticia	2.08 ^a	2.24 ^a	2.16 ^a	2.08 ^a	2.03 ^a
Proteína de Dietas (%)	22.75	22.65	22.25	21.67	21.54

Control Purina

Proteína (%): 21.40

Eficiencia Alimenticia: 1.98*

Energía (Kcal/g): 3.01

^a No hay diferencias significativas al nivel del 5%

* d.t.-c.c. = Mezcla de harina de desechos de tiburón y harina de cabeza de camarón.

CUADRO 16

CONTRASTE DE KRUSKAL - WALLIS ENTRE LAS DIETAS FORMULADAS CON CARNE DE TIBURON TOLLO Y HARINA C.C.-D.T

Nivel de Dietas Elaboradas con		
Harina de c.c.-d.t.	Carne de Tiburón Tollo	
	N.S ^a	S ^b
3	3 - 9	6 - 12
6	3 - 9	6 - 12
9	6 - 12	3 - 9
12	3-6-9-12	-

N.S.^a y S^b = Diferencias no significativas ($P \geq 0.05$) o significativas ($P < 0.05$), respectivamente, con relación a la dieta de harina c.c.-d.t. de la izquierda.

CUADRO 17

ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LOS HIGADOS DE TIBURON

NEGRO Y TIBURON TIGRE

Componente	Higado	
	Tiburón Negro (<i>Delatius licha</i>)	Tiburón Tigre (<i>Galeocerdo cuvieri</i>)
Humedad, % (Base Humeda)	49.12	25.50
Extracto Etereo, % (Base Seca)	35.50	67.23
U.I. Vit. A/100 g (Hígado Homogenizado)	1,629,722 (489,421.07 microgramos Vit. A/100 g)	550,472 (165,397 microgramo Vit. A/100 g)
Aceite Extraído del hígado con KOH 2% (ml/100 g)	14.10	26.1

CUADRO 17A

CONTENIDO DE VIT. A EN ACEITES DE HIGADO DE TIBURON

CON EXPOSICION A VAPOR DE AGUA (11 psi, 93°C)

Tiempo de vapor de agua (Min.)	Aceite de Hígado					
	Comercial		Tiburón Negro		Tiburón Tigre	
	U.I.Vit.A	microgr	U.I.Vit.A	microgr	U.I.Vit.A	microgr
0	88,465	26,566	4,030,050	1,210,225	987,951	296,682
5	-	-	4,163,081	1,250,174	1,134,679	340,744
10	-	-	4,538,697	1,362,972	1,105,334	331,932

CUADRO 18

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE ACEITES DE HIGADO DE TIBURON

Componente	Aceite uno	Aceite dos	Aceite tres	Aceite cuatro	Aceite cinco	Aceite seis	Aceite siete
Densidad (g/c.c.)	0.904	0.919	0.925	0.925	0.917	0.934	0.924
Tintometría:							
Rojo	0.90	1.7	1.1	1.0	1.9	2.6	1.2
Amarillo	4.0	21.0	30.0	30.0	30.0	30.0	12.0
Interpretación visual:							
Anaranjado	0.9	1.7	1.1	1.0	1.9	2.6	1.20
Amarillo	3.1	19.3	28.9	29.0	28.1	27.4	10.8
Indice de Refracción (N_D^{20})	1.47031	1.48164	1.48036	1.48036	1.48036	1.48036	1.48036
A.G.L. (como % de ácido oleico)	0.463	0.097	0.118	0.126	0.157	0.172	0.186
Indice de Peróxido O_2 / Kg muestra)	64.02	51.50	35.12	35.60	30.11	48.66	26.70
Indice de Saponificación mgr KOH	151.18	164.15	176.18	182.66	177.43	158.68	114.22
Materia No Saponificable %	3.65	2.83	5.88	6.12	2.43	2.25	2.19
Indice de Yodo (Metodo de Hanus)	Max - Min 68.48-65.33	Max - Min 115.3-112.0	Max - Min 111.39-99-12	Max - Min 113.63-104.61	Max - Min 103.72-97.20	Max - Min 135.80-114.48	Max - Min 142.0-137.11

Uno: Aceite Comercial de Hígado de Tiburón
 Dos: Aceite Crudo de Hígado de Tiburón Negro (A.H.T.N.)
 Tres: A.H.T.N., con 5 minutos de vapor
 Cuatro: A.H.T.N., con 10 minutos de vapor
 Cinco: Aceite Crudo de Hígado de Tiburón Tigre (A.N.T.N.)
 Seis: A.H.T.T. con 5 minutos de vapor
 Siete: A.H.T.T., con 10 minutos de vapor
 A.G.L: Ácidos Grasos Libres

CUADRO 19

COMPOSICION BASICA DE LAS PRE-MEZCLAS PARA FORTIFICACION DE AZUCAR CON ACEITE DE HIGADO DE TIBURON

Ingredientes g	Pre-Mezcla				
	I	II*	III	IV	V
Palmitato de Retinol ¹	160.76	143.93	190.0	190.0	190.0
Aceite de Hígado	25 (28ml)	50 (56ml)	58.8 (64ml)	59.2 (64ml)	59.2 (64ml)
Estabilizador	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Azúcar	814.14	789.47	751.10	750.7	750.7
TOTAL	1000	1000	1000	1000	1000
U.I. Vit. A	40,280,000	36,000,000	50,079,232**	52,500,000**	50,404,766**
Microgramo Vit. A	12,096,096	10,810,810	15,761,110	15,765,766	15,760,524

* Incluye 16.5 g de aceite de maní

** Aproximadamente el 5% de esta cantidad proviene del aceite de hígado de tiburón

I y II con aceite comercial de hígado de tiburón

III, IV y V con aceite de tiburón negro (crudo, con 5 y 10 minutos de vapor.

1. Basf, Alemania

2. Ronoxan A de Hoffman - La Roche

CUADRO 20

**POTENCIA Y ESTABILIDAD VITAMINICAS DE PRE-MEZCLAS PREPARADAS
CON ACEITE DE HIGADO DE TIBURON MAS PALMITATO DE RETINILO (VIT.
A BASF)**

Tiempo de Almacenaje (meses)	U.I.Vit.A/g	Pre-mezcla	Microgr Vit. A/ g Pre-mezcla
PRE-MEZCLA I			
0	37,620		11,297
2	40,280		12,096
5	38,000		11,411
PRE-MEZCLA II*			
0	32,680		9,814
2	36,290		10,898
5	33,820		10,156
PRE-MEZCLA III**			
0	49,210		14,912
1	40,660		12,210
2	43,415		13,038
3	45,600		13,694
PRE-MEZCLA IV**			
0	49,970		15,006
1	46,788		14,050
2	35,100		10,841
3	45,125		13,551
PRE-MEZCLA V**			
0	58,045		17,430
1	44,555		13,380
2	40,850		12,267
3	47,405		14,235

* Pre-mezclas I y II: Contienen aceite comercial de hígado de tiburón

** Pre-mezclas III, IV y V: Contienen aceite de hígado de tiburón negro
(Crudo con 5 y con 10 minutos de vapor de agua, respectivamente).

CUADRO 21

**POTENCIA Y ESTABILIDAD VITAMINICAS DE AZUCARES FORTIFICADOS
CON A.H.D.T.* MAS VIT. A (BASF)**

Tiempo de Almacenaje (meses)	Azúcar Fortificada					
	A**I	B***	A**II	b***	A**A.F.I.S.	B***
0	74.72	22.35	80.12	24.06	51.55	15.48
1	75.84	22.78	66.50	19.79	44.02	13.22
3	66.18	19.87	77.11	23.11	39.03	11.72
4	41.64	12.51	50.98	15.31	32.94	9.90

	Azúcar Fortificada					
	A III	B	A IV	B	A V	B
0	60.17	18.07	81.54	24.50	49.50	14.83
1	44.97	13.50	47.82	14.36	46.87	14.07
3	44.65	13.41	42.91	12.89	34.36	10.32

* Aceite de Hígado de Tiburón

** U.I. Vit. A/g de azúcar

*** Microgr Vit. A/g de azúcar

A.F.I.S. Azúcar fortificada preparada en el ingenio "El Salto", con Vit. "A" (Palmitato de retinol) comercial.

CUADRO 22

**DETERMINACION DE POTENCIA DE VIT. A EN AZUCAR FORTIFICADA CON
ACEITE DE HIGADO DE TIBURON NEGRO A 105-110°C**

Tiempo de Calentamiento (hr)	U.I. Vit.A/g azúcar	Microgr Vit.A/g azúcar
AZUCAR III		
0	408.50	122.67
2	385.0	116.0
4	347.0	104.18
AZUCAR IV*		
0	38.16	11.46
2	10.0	3.00
4	3.17	1.0
AZUCAR IV**		
0	38.16	11.46
1/2	39.3	11.80
2	40.07	12.03

* Se utilizaron 10 g de muestra y se efectuó filtración

** Se utilizaron 20 g de muestra y no se efectuó filtración

CUADRO 23

DISTRIBUCION DE CARNE Y SALSA EN LAS FORMULACIONES DE ESCABECHADO DE DESECHOS DE FILETEADO DE TIBURONES

No. Jarra Mason	Formulación I	
	Peso Desechos de Fileteado de Tiburón	Peso de Salsa
1**	141.00	197.44
2**	117.66	186.06
3*	118.09	223.33
4**	125.07	199.12
5*	152.88	210.05
Promedio Carne de Desechos de Fileteado de Tiburón:		130.94 g
Promedio Salsa:		203.20 g
Peso Neto Promedio:		334.14 g

	Formulación II	
6*	147.51	182.63
7*	154.41	161.67
8*	110.88	220.93
9**	148.68	169.68
10**	123.65	150.15
11*	128.42	222.15
Promedio Carne Desechos de Fileteado de Tiburón:		135.59 g
Promedio Salsa:		184.59 g
Peso Neto Promedio:		320.18 g

* Con chile pimiento

** Con chiles pimiento y picante

CUADRO 24

**CONTENIDO ESTIMADO DE NUTRIENTES EN ESCABECHADO DE SUB-PRODUCTOS
DE TIBURON**

	Formulación I		Formulación II	
	Por 100 g	Por peso neto	Por 100 g	Por peso neto
	Producto		Producto	
Grasa, g	1.070	3.58	2.30	7.36
Proteína, g	5.55	18.54	8.51	21.52
Ceniza, g	4.50	15.04	3.87	12.39
E.L.N., g	18.81	62.85	10.00	32.02
Hierro (mg)	1.36	4.54	2.50	8.00
Vit.A (micro-gramos)	237.00	792.00	156.22	500.19
Calorías	107.07	357.60	94.74	280.4

CUADRO 25

**EVALUACIONES MICROBIOLOGICAS DE ESCABECHADOS DE DE-
SECHOS DE TIBURON**

	<u>Formulación I⁴</u>	<u>Formulación II⁵</u>
	$\log_{10}/g$	
1 Recuento Total de bacterias 24 hrs	4.27	4.15
2 Bacterias Lácticas 82 hrs	N.D.*	N.D.*
3 Hongos y Levaduras 82 hrs	2.23	3.19

N.D.* = No Detectables

1. Agar Plate Count
2. Cultivo Saboraud
3. Agar Papa
4. Jarra Mason 1:pH = 4.4
5. Jarra Mason 7:pH = 4.2

Nota: Las evaluaciones microbiológicas y determinaciones de pH se efectuaron a los 15 días de elaborados los escabechados.

CUADRO 26

**RESUMEN DE CONSUMO TOTAL ESTIMADO PARA ENERGIA ELEC-
TRICA Y COMBUSTIBLE**

	Energía Eléctrica KWH/año	Combustible gal/año	Total \$ C.A.
A. <u>Harina de c.c.-d.t.</u>			
1. Producción			
Maquinaria	50,110	4,712***	9,252
Iluminación	5,041		502
Subtotal	<u>55,151</u>	<u>4,712</u>	<u>9,756</u>
B. <u>Aceite de Tiburón</u>			
1. Producción			
Maquinaria		896	694
Iluminación	2,520		252
Subtotal	<u>2,520</u>	<u>896**</u>	<u>946</u>
C. <u>Escabechado</u>			
1. Producción			
Maquinaria		25	22
Iluminación	2,520		252
Subtotal	<u>2,520</u>	<u>25</u>	<u>274</u>
TOTAL	<u>60,191</u>	<u>5,543</u>	<u>10,976</u>

* KWH = C.A. 0.10

** 100 lb propano = C.A. 20.30

*** Galón bunker = C.A. 0.90

CUADRO 27

ESTIMADO DEL COSTO UNITARIO BASICO Y SU ESTRUCTURA

Material	Costo Unitario \$.C.A.	Costo/lb de pro- ducto \$ C.A.
1. <u>Harina de c.c.-d.t.</u>		
Desechos de tiburón (lb)	0.050	0.023
Cabezas de camarón (lb)	0.050	0.030
Bolsas papel 50 kg	0.450	0.004
Costo total		0.057
Rendimiento en peso seco:		
- desechos de tiburón, 41.11%		
- cabezas de camarón, 14.78%		
Costo/q.q. de harina		5.700
2. <u>Aceite de Hígado</u>		
Hígado de tiburón (lb)	0.050	0.355
Hidróxido de potasio (lb)	6.00	0.040
Embalaje (1)	10.00	0.098
Costo total		0.493
Rendimiento 14.10 ml/100g de hígado:		
- Costo/lb de aceite de hígado		0.493
- Costo/lt de aceite de hígado		1.004
3. <u>Escabechado de Tiburón</u>		
Desechos de tiburón (lb)	0.050	0.019
Condimentos y salsa (lb)	0.660	0.404
Envase de vidrio	1.100	1.49
Costo total		1.913
Rendimiento: 5 envases de una pinta*/formulación		
- Costo/lb producto		1.913
- Costo/envase (peso neto promedio = 334.14g)		1.410

* Una pinta = 500 g

CUADRO 28
ANALISIS DE COSTOS (\$ C. A.)

Producción	Costos fijos	Costos variables	Costos totales
1. <u>Harina de c.c.-d.t.</u>			
Materia prima		35,200	35,200
Agua		43	43
Empaques		1,080	1,080
Salarios y beneficios		4,860	4,860
Depreciación	1,411		1,411
Varios	1,000		500
Combustibles y electricidad	115	9,756	9,871
Subtotal	<u>2,526</u>	<u>50,939</u>	<u>53,465</u>
2. <u>Aceite de Hígado de Tiburón</u>			
Materia prima		14,223	14,223
Agua		69.74	69.74
Salarios y beneficios		4,860	4,860
Varios	200		200
Depreciación	725		725
Combustible y electricidad		1,000	1,000
Subtotal	<u>925</u>	<u>20,153</u>	<u>21,078</u>
3. <u>Escabechado</u>			
Materia prima y envases		34,215	34,215
Salarios y beneficios		4,860	4,860
Depreciación	1,027		1,027
Varios	300		300
Combustibles y electricidad		300	300
Subtotal	<u>1,327</u>	<u>39,375</u>	<u>40,702</u>
TRAN TOTAL	<u><u>4,778</u></u>	<u><u>110,467</u></u>	<u><u>115,245</u></u>

CUADRO 29
ESTIMADO DE COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO*

Equipo y Maquinaria	Numero	Costo \$ C.A.
A. <u>Harina de Mezcla c.c.-d.t</u>		
1. Equipo de Producción		
Terreno y edificio	1	4,900.00
Cosedora para bolsas	1	300.00
Desecador de bandeja	1	825.00
Molina de martillo (con motor 3H.P.) Raymond	1	2,200.00
Mezclador rotatorio (motor 2H.P.)	1	2,000.00
Subtotal		<u>10,225.00</u>
2. Accesorios		
Troque	2	252.00
Balanza con escala 0-50 kg/700 g	1	600.00
Guantes, cuchillos, equipo de limpieza	Varios	300.00
Equipo de control de calidad	varios	500.00
Subtotal		<u>1,652.00</u>
20% fondo contingencia		<u>2,375.00</u>
Total harina		<u>14,252.00</u>
B. <u>Aceite de Hígado de Tiburón</u>		
1. Equipo de producción		
Terreno y edificio	1	2,450.00
Olla de acero inoxidable (50 lt)	1	200.00
Estufa industrial gas propano	1	600.00
Subtotal		<u>3,250.00</u>
2. Accesorios		
Mesa metálica grande	1	100.00
Balanza con escala 0-10 kg/20 g	1	400.00
Guantes de cuero, cuchillos, equipo de limpieza	varios	200.00
Embalajes	10	100.00
Subtotal		<u>800.00</u>
20% fondo contingencia		<u>810.00</u>
Total aceite		<u>4,860.00</u>

Continua . . .

. . . Continuación (Cuadro 29)

C. Escabechado de Subproductos

1. Equipo de producción

Terreno y edificio	1	2,450.00
Olla de presión grande	3	321.00
Estufa industrial	1	1,800.00
Sartén de aluminio grande	3	45.00
Subtotal		<u>4,616.00</u>

2. Accesorios

Balanza con escala 0-10kg/20g	1	400.00
Mesa metálica grande	2	200.00
Instalación eléctrica y de agua	varios	800.00
Guantes de cuero, cuchillos y equipo de limpieza	varios	400.00
Subtotal		1,800.00
20% contingencia		1,283.00
Total escabechado		<u>7,699.00</u>

GRAN TOTAL		<u>26,811.00</u>
------------	--	------------------

* Tomado de catálogos e inventario del INCAP.

CUADRO 30

**ESTADO DE INGRESO NETO CON VENTAS DE LA HARINA C.C.-D.T. DEL ACEITE DE
Y DEL SUBPRODUCTO**

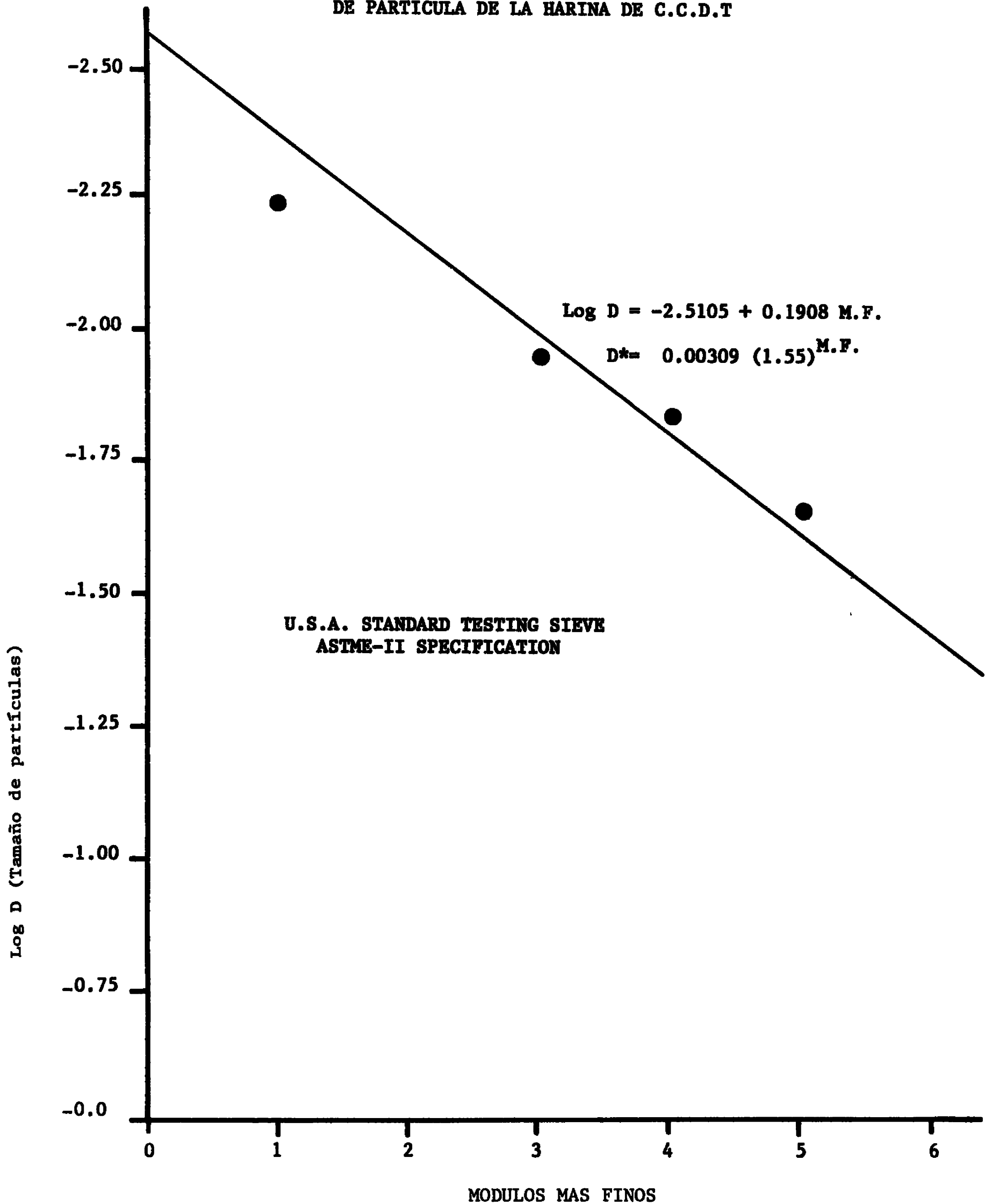
Final año	Ingreso por venta*	Costo operac.	Deprec. y Amortiz.	Ingresos Cost. Oper.	Inversión	Ganancia antes impuestos	Impuestos**	Ingreso neto total
A. Harina Mezcla c.c.-d.t.								
0	-	-	-	-	-14,252	-	-	-14,252
1	33,957	25,470	-2,526	8,487		8,487	637	7,850
2	50,935	38,204	-2,536	12,731		12,731	955	11,778
3	67,913	50,939	-2,526	16,974		16,974	1,273	15,701
B. Aceite de Hígado								
0	-	-	-	-	- 4,860	-	-	- 4,860
1	13,430	10,077	- 925	3,353		3,353	251	3,102
2	20,145	15,115	- 925	5,030	- 984	5,030	377	4,653
3	26,860	20,153	- 925	6,707		6,707	503	6,204
C. Escabechado de Subproductos								
0	-	-	-	-	- 7,699	-	-	- 7,699
1	28,189	19,688	-1,327	8,501		8,501	638	7,863
2	42,284	29,531	-1,327	12,753		12,753	956	11,797
3	56,378	39,375	-1,327	17,003		17,003	1,276	15,728

* El primer año la planta operará al 50% de su capacidad; el segundo año a 75% y a partir del tercero a 100%.

** Se consideró un promedio de 7.5% por impuestos territoriales, de ventas y considerando el 80% de exoneración por los primeros 10 años de operación.

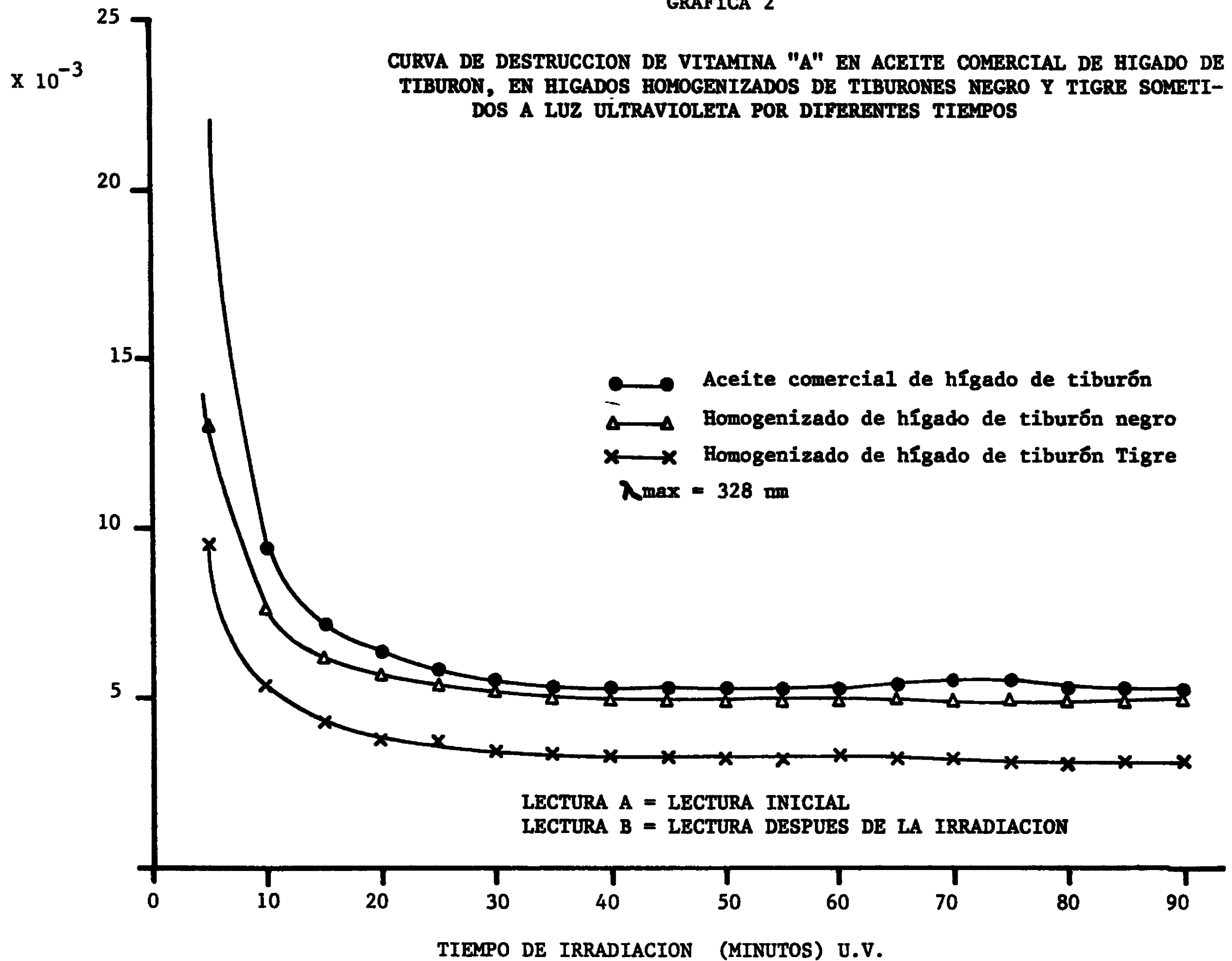
GRAFICA 1

RELACION ENTRE EL MODULO MAS FINO Y EL TAMAÑO PROMEDIO
DE PARTICULA DE LA HARINA DE C.C.D.T

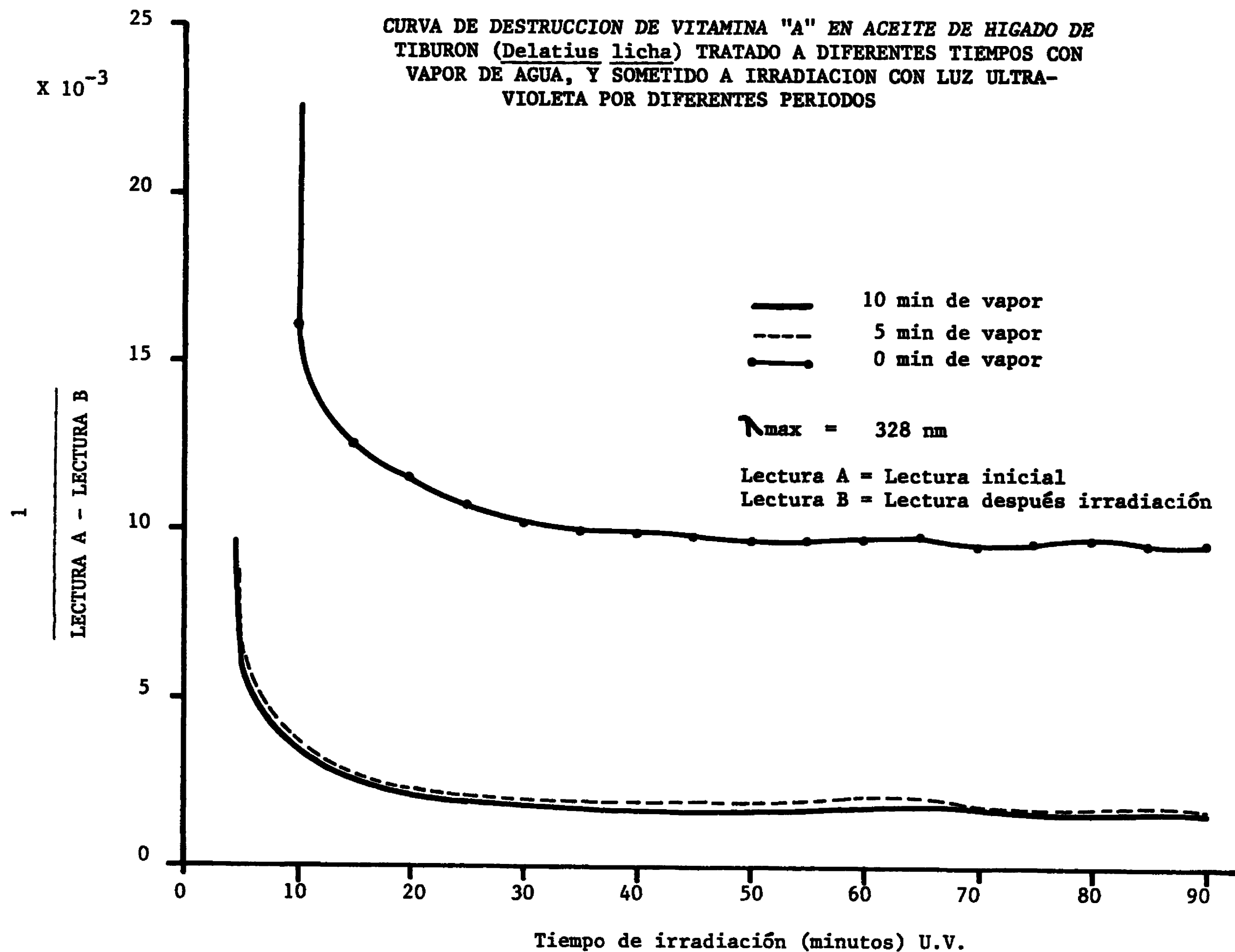


* D en pulgadas

GRAFICA 2



GRAFICA 3



GRAFICA 4

CURVA DE DESTRUCCION DE VITAMINA "A" EN ACEITE DE HIGADO DE TIBURON TIGRE
(Galeocerdo cuvieri) TRATADO A DIFERENTES TIEMPOS CON VAPOR DE AGUA, Y
SOMETIDO A IRRADIACION CON LUZ ULTRAVIOLETA POR DIFERENTES PERIODOS

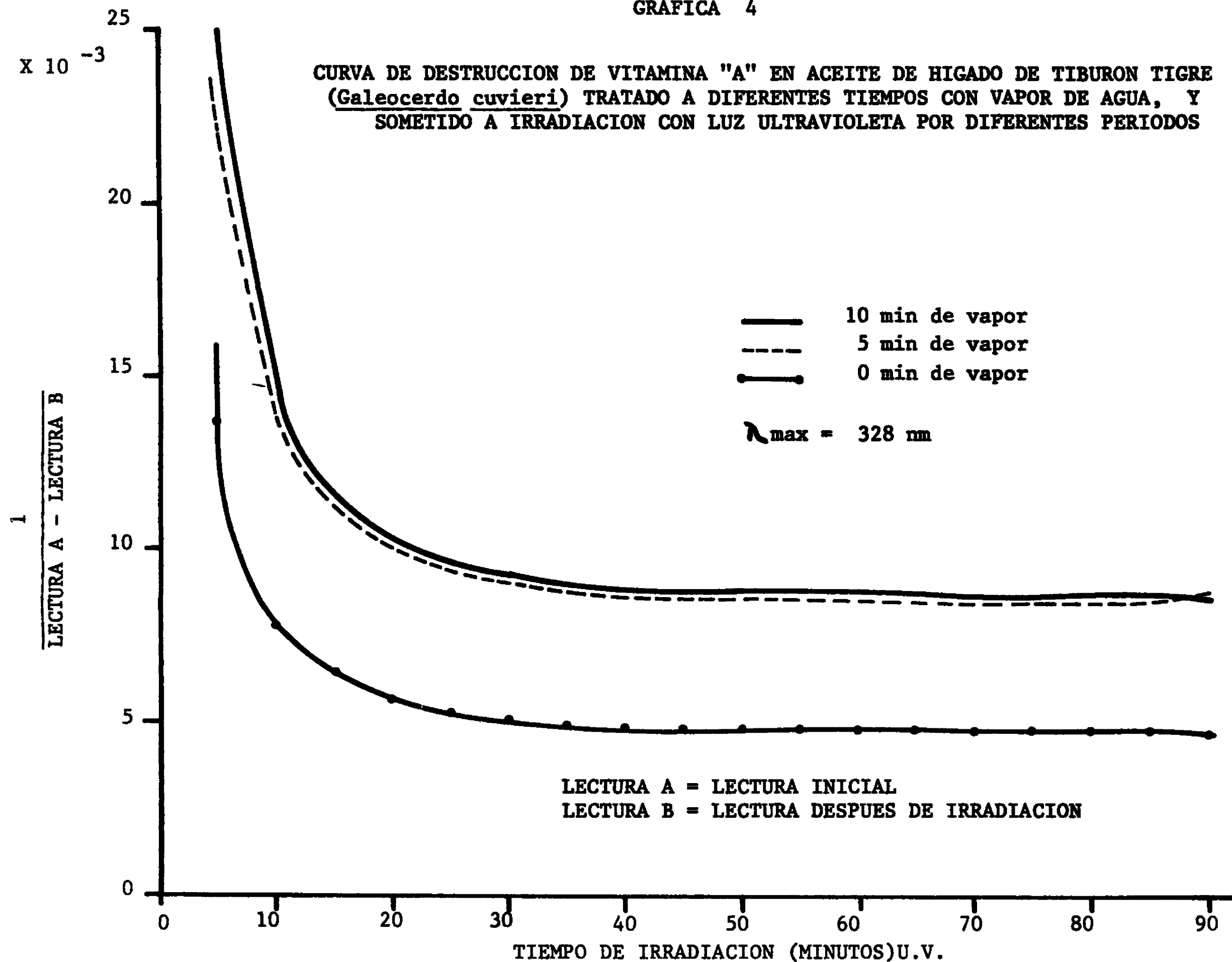


FIGURA 1

**DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA MANUFACTURA DEL
ESCABECHADO DE SUBPRODUCTOS DE FILETEADO DE TIBURON**

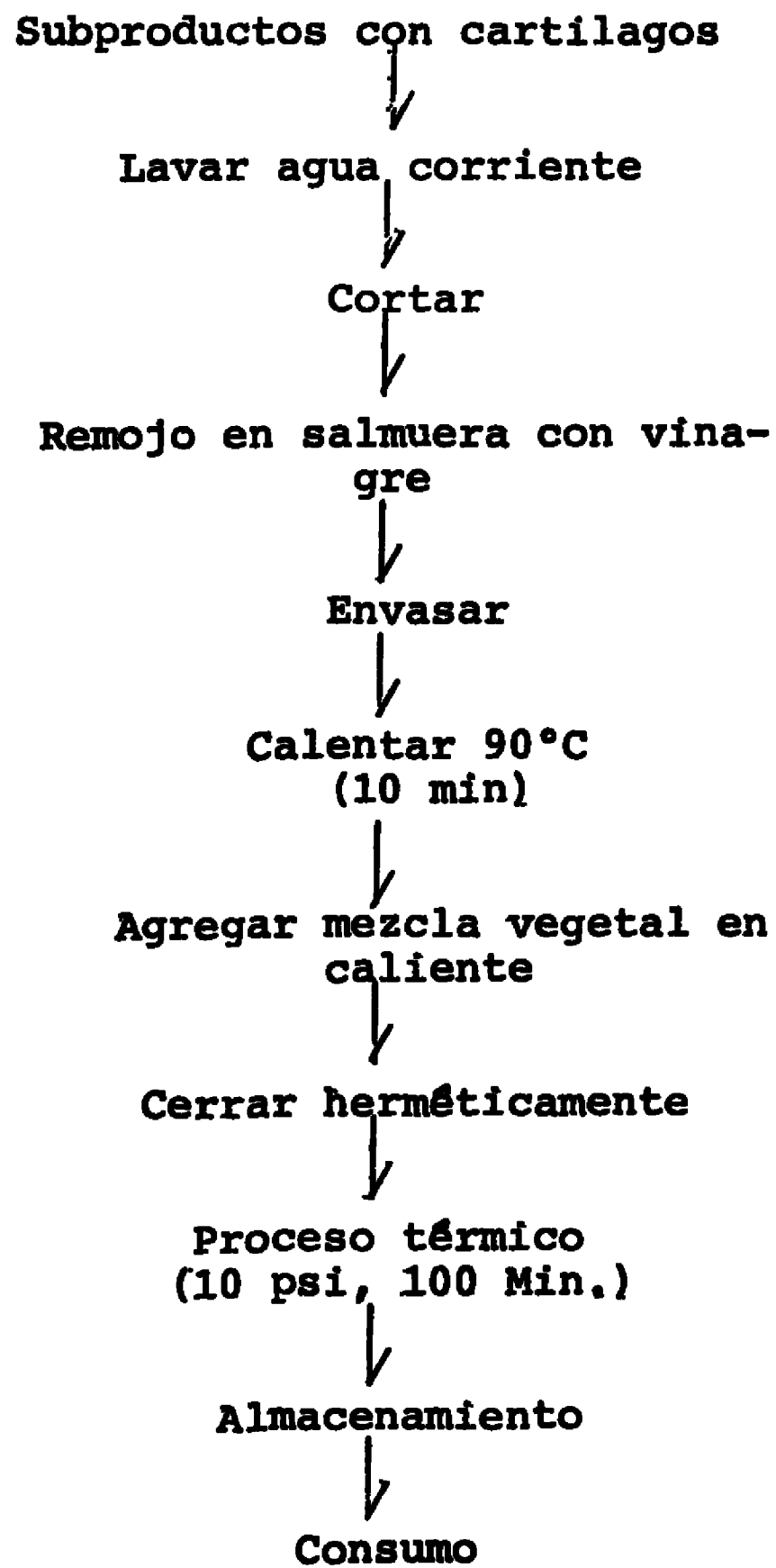
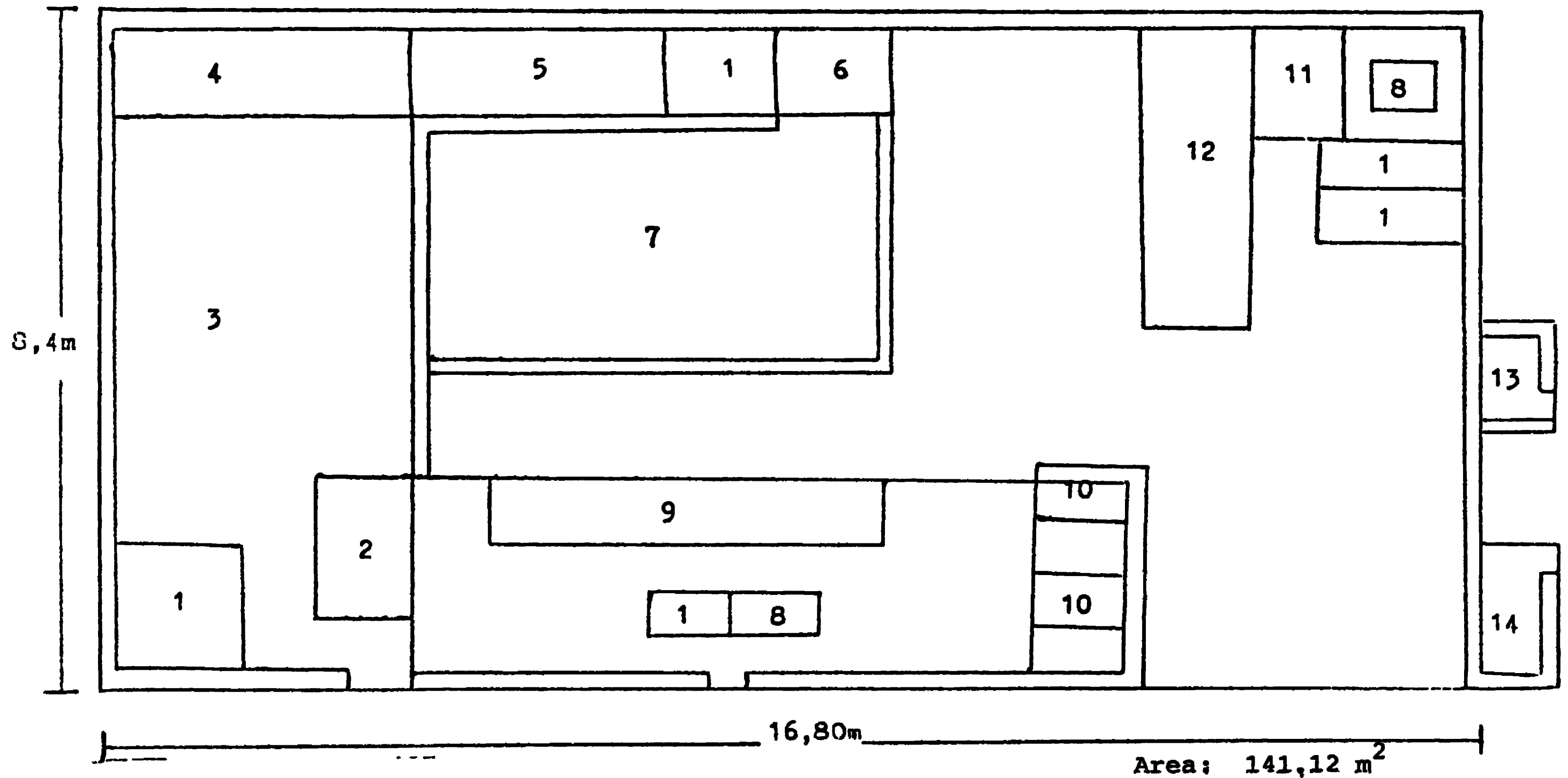


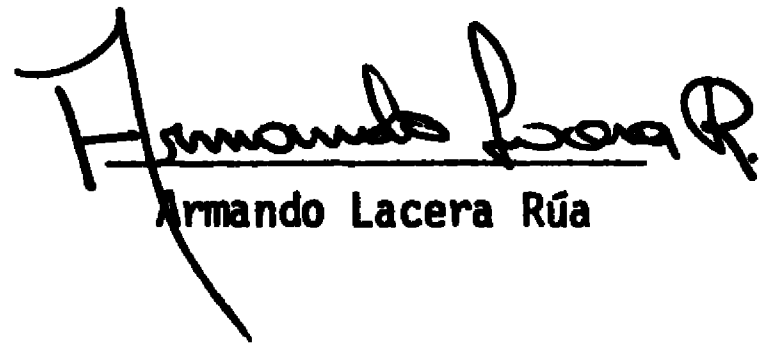
FIGURA 2

DISTRIBUCION DEL EQUIPO DE LA PLANTA DE APROVECHAMIENTO DE SUBPRUCTOS PESQUEROS



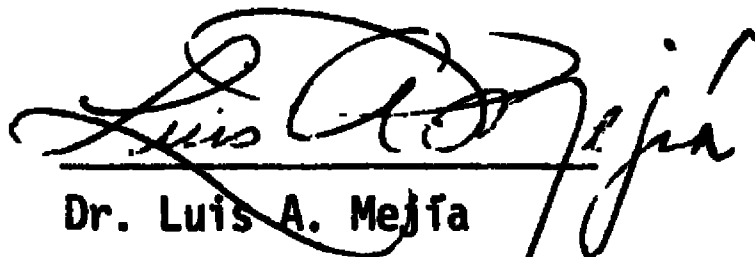
1. Balanzas
2. Cocción de desechos
3. Desecador de bandejas
4. Molino de martillo
5. Mezclador rotatorio
6. Llenadora
7. Almacenamiento de harina

8. Mesas
9. Extracción de aceite
10. Almacenamiento de aceite
11. Estufa Industrial
12. Almacenamiento
13. Sanitarios
14. Laboratorio


Armando Lacera Rúa

Vo.Bo. Comité de Tesis


Dr. Mario R. Molina


Dr. Luis A. Mejía

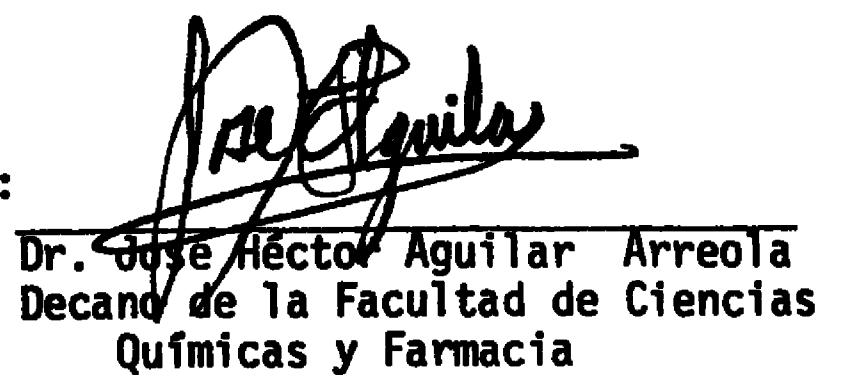

Dr. Ricardo Bressani


Dr. J. Edgar Braham


Dr. Roberto Gómez Brenes


Dr. Luiz G. Elfas

Imprímase:


Dr. José Héctor Aguilar Arreola
Decano de la Facultad de Ciencias
Químicas y Farmacia