

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

**PROYECTO DE UNA PLANTA AHUMADORA
DE PESCADO**

121

TESIS MANCOMUNADA QUE PRESENTAN
GUILLERMO JAVIER GARCIA RABAGO
ROBERTO JESUS MARTINEZ CELIS
INGENIERIA QUIMICA

1974



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
ESTADO DE QUIMICA

CLAS. Tesis

ADQ. 1974

FECHA

PROC. U-t 120 120



QUIMICA

PRESIDENTE	Prof. Pablo Hope y Hope
VOCAL	Prof. Enrique Garcíá Galeano
SECRETARIO	Prof. Eduardo Rojo y de Regil
1er. SUPLENTE	Prof. Julio Cordero Garcíá
2do. SUPLENTE	Prof. José L. Padilla de Alba

Sitio donde se desarrolló el tema: Facultad de Química, UNAM

Nombre del sustentante: Guillermo Javier Garcíá Rábago

Nombre del asesor del tema: Enrique Garcíá Galeano

CON MI AMOR A MI HIJO GUILLERMO
Y A MI ESPOSA MARCELA, LA RAZON
DE MI VIDA.

CON CARÍÑO A

"MAMA" MARIA

A MIS PADRES CON CARÍÑO

Y GRATITUD

CON CARIÑO A MIS
HERMANOS

A MIS AMIGOS

CON GRATITUD A MIS
MAESTROS

I N D I C E

	<u>Pag.</u>
CAPITULO I - INTRODUCCION Y PROPIEDADES DEL PEZ SIERRA	1
CAPITULO II - TRATAMIENTOS PRELIMINARES	17
CAPITULO III - AHUMADO	30
CAPITULO IV - TRATAMIENTO FINAL	51
CAPITULO V - PRUEBAS DE FRESCURA	54
CAPITULO VI - EXPERIMENTACION Y RESULTADOS	61
CAPITULO VII - PROCESO Y BALANCE DE MATERIA	80
CAPITULO VIII - DISEÑO DE EQUIPO	88
CAPITULO IX - ESTUDIO ECONOMICO	111
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFIA	

CAPITULO I

Introducción y Propiedades del Pez Sierra.	<u>Pag.</u>
1. INTRODUCCION.	1
2. SITUACION TAXONOMICA	3
3. DISTRIBUCION DE LAS TALLAS.	3
4. COMPOSICION FISICA Y QUIMICA.	7
5. CONSERVACION.	13

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

El presente trabajo tiene como objetivo el estudio del ahumado natural como método de obtención de un producto nutritivo y resistente a los agentes físicos y biológicos.

Durante el desarrollo de este estudio, se expondrán los diferentes métodos de ahumado de los cuales se eligirá el más apropiado.

En México, las clases populares presentan un alto índice de desnutrición, por lo que es necesario que consuman mayor cantidad de proteínas, parte de las cuales pueden ser obtenidas a partir de los recursos pesqueros. De aquí la importancia que tiene el ahumado para la obtención de un producto de alto contenido proteico destinado a la alimentación de las clases populares.

México, por su situación geográfica, frente al Golfo de México y al Océano Pacífico y con un litoral aproximado de 10,000 Km, presenta características oceanográficas especialmente apropiadas para la pesca, sobre todo en determinadas zonas por la presencia de recursos pesqueros comerciales (5).

En México, salvo en casos muy especiales, la pesca no ha transpuesto aún la etapa artesanal, ya que esta actividad, haciendo uso de artes y equipos completamente rudimentarios, se basa exclusivamente en los recursos próximos a las costas, esteros y lagunas, o bien en las aguas interiores.

Realizando un análisis de la situación actual, cabe mencionar que el desarrollo y evolución de esta actividad ha dependido de 3 factores determinantes (12):

- a. El mercado extranjero
- b. El raquítico mercado nacional

c. La naturaleza y distribución de los recursos naturales

Todo ésto ha afectado al desarrollo regional y estatal, haciendo una clara distinción entre las entidades que abastecen al mercado nacional y las que se dedican al mercado extranjero, cuyos adelantos tecnológicos son mejores. Así, algunas especies como son: camarón, langosta, abulón, etc., se explotan con mayor intensidad, mientras que otras, por no tener una demanda importante en ese mismo mercado, no se explotan con la magnitud que se debiera.

Esta situación, dependiente de un solo mercado y pocas especies, es necesariamente inestable.

La explotación pesquera de México se ha dividido principalmente en 2 grandes grupos: el de las especies comestibles y el de las industriales (12).

Dentro de la clasificación de comestibles tenemos las siguientes especies: camarón, tortuga de mar, sardina, langosta de mar, huachinango, anchoveta, abulón, robalo, sierra, atún, barrilete, ostión, mero, lisa, mojarra, corvina, cazón, pulpo, peto, totoaba, charal, bonito, etc..

Dentro de la clasificación de las industriales se explotan las siguientes: sargazo de mar, harina de pescado, algas gelidium, piel de tortuga, mosco seco, piel e hígado de tiburón, aceite de pescado y concha de abulón.

En esta clasificación, el pez sierra es el que presenta mayor potencialidad de explotación y el más apropiado para el ahumado (distribución, fácil captura, bajo costo, etc.), por lo que se elegirá para el desarrollo del presente trabajo.

Para el aprovechamiento integral del pez sierra es necesario conocer, entre otros aspectos igualmente importantes, sus características físicas y químicas, para precisar cual será el método de aprovechamiento o transformación

SITUACION TAXONOMICA DEL PEZ SIERRA (22)

Scomberomorus maculatus (Mitchill)

Sierra, serrucho, spanish mackerel, carita.

La mayoría de los ictiólogos están de acuerdo en que todas las sierras, serruchos y afines, quedan incluidos en el grupo de los Escómbridos.

El género Scomberomorus queda en el orden Perciforme, suborden Scombroidei, Superfamilia Scombroidea, Familia Cybiidae.

Características del género Scomberomorus (23).

El maxilar no llega más atrás de la vertical que pasa por el margen posterior de la órbita: presenta escamas en el opérculo y parte superior de la cabeza; quillas caudales cubiertas de escamas, carece de corselete; dientes en el vomer, muy comprimidos no curvados hacia adentro; origen de la aleta anal por delante del extremo posterior de la base de la segunda dorsal; 15 a 18 espinas dorsales; sin estrias oblicuas en el dorso.

Características de Scomberomorus maculatus (22)

De 10 a 11 branquispinas en la rama inferior del primer arco branquial; los maxilares llegan a la vertical del margen posterior de la órbita; pectorales sin escamas; flancos del cuerpo con manchas y sin estrias longitudinales (figura -- No. 1).

DISTRIBUCION DE LAS TALLAS (33)

La gente conectada con esta pesquería, generalmente opina que las dos temporadas de mayor producción o arribazones, parecen indicar que la sierra realiza dos grandes movimientos migratorios periódicos: el primero se efectúa de sur a norte durante los meses de marzo, abril y mayo, coincidiendo con el as-

censo de la temperatura, suponiéndose que la sierra se encuentra en el norte de la zona de pesca durante los meses de junio y julio. El segundo movimiento es de norte a sur y se inicia a fines del mes de agosto, terminando, al parecer, en el mes de noviembre; por lo tanto, de diciembre a febrero se encuentra en algún lugar al sur de la pesquería.

De acuerdo con el análisis de la distribución del promedio mensual de las tallas a lo largo de un ciclo, la sierra presenta 3 movimientos hacia la costa que se distribuyen de la siguiente manera:

El primer movimiento es de marzo a junio. La llegada de las sierras a la costa es masiva y la explotación alcanza su máximo en el mes de marzo, época en que los ejemplares tienen una longitud promedio de 46.0 cm; en abril, la producción desciende aproximadamente a la mitad y la longitud promedio es de 45.5 cm; a mediados del mes de mayo la producción desciende aún más y la promedio es de 41.5 cm; durante el mes de junio la producción tiende a su máximo y la promedio es de 41.0 cm.

El segundo movimiento es de agosto a octubre. A fines del mes de agosto, la sierra se aproxima a la costa. En esta época se obtienen los ejemplares más grandes del año, con promedio de 48.5 cm; a mediados de septiembre la producción aumenta pero la promedio desciende a 41.5 cm; durante octubre la producción se mantiene a nivel del mes anterior, pero la promedio desciende a 38.0 cm.

El tercer movimiento se observa de noviembre a febrero. Durante esta temporada la producción desciende paulatinamente, pero se nota el acercamiento de ejemplares grandes, con promedio de 44.5 cm; en diciembre y enero la promedio es de 40.5 cm, y en febrero se encuentran ejemplares con promedio

medio de 36.5 cm.

Se considera que hay tres acercamientos por las siguientes causas: los pescadores nunca salen a mar abierto en busca de los cardúmenes, y en caso de que - pescaran en alta mar, deberían hacerlo en forma intensa para que este efecto se reflejara en un descenso en la representación de las tallas mayores. Teniendo - en cuenta que el método de pesca, con el empleo exclusivo de chinchorro playero, no permite la captura de ejemplares que se encuentran más allá de los 500 m de la orilla, la variación de las tallas promedio a lo largo de un ciclo parecen indicar una serie de movimientos periódicos hacia la orilla.

En la zona de estudio (Puerto Piloto Pesquero de Alvarado, Ver.) la sierra se captura comercialmente a lo largo del año (12). Esta pesquería alcanza 2 - temporadas anuales de mayor intensidad una de febrero a abril, y la otra de mediados de septiembre a noviembre, coincidiendo con los períodos de máximo a-cercamiento de los cardúmenes a la costa.

Las variaciones en las tallas son debidas a la reproducción, época de creci-miento, variación en la alimentación, enfermedades, variación en la temperatura, etc..

Durante agosto y septiembre se aprecia un descenso en el tamaño, que posi- blemente se deba a la temporada de reproducción. De octubre a enero hay un - marcado ascenso en el tamaño, que aparentemente representa el periodo de recuperación y engorda. De febrero a abril hay otro descenso que alcanza un mínimo en este último mes, lo que probablemente sea un reflejo del movimiento migra-- torio que acontece en esta época y además, a que el alimento sea escaso. Las temporadas de mayor abundancia se registran cuando la temperatura oscila en--

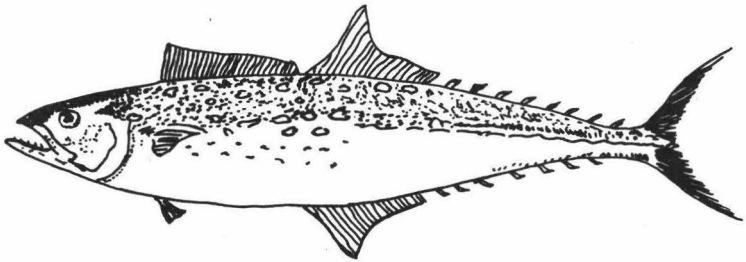


Figura No. 1: Scomberomorus maculatus (Pez sierra, 22)

tre 22.5° y 27.4°C, la salinidad entre 34 y 35‰ y la precipitación pluvial entre 10 y 70 mm (1).

El periodo que se mencionó como temporada de reproducción (julio, agosto y septiembre), coincide con la escasez de la especie en la pesquería, cuando la temperatura alcanza un máximo que oscila entre 28.6° y 29.5°C; a la vez que la salinidad desciende de 35 a 32‰ y la precipitación también es máxima, oscilando entre 270 y 475 mm (1).

COMPOSICION FISICA Y QUIMICA (3)

El porcentaje en peso físico nos proporcionará los rendimientos y factores de conversión de los productos pesqueros a materia prima.

La composición química de la sierra es: agua, proteínas, grasas, carbohidratos y materia mineral. En adición contiene vitaminas y enzimas. La composición y propiedades de las sustancias orgánicas, sufren cambios durante el almacenaje, dando lugar a nuevos compuestos químicos.

La apariencia normal, sabor, olor y valor nutricional del producto también cambia como un resultado de la acción de enzimas y microorganismos. La velocidad a la cual estos cambios tienen lugar depende en alto grado de las condiciones externas, de la composición y de las propiedades del producto.

Los principales constituyentes químicos (3) son: agua 66 a 84%; proteínas 15 a 24%; lípidos 10.1 a 22.0% sustancias minerales 0.8 a 2%.

Agua

Es uno de los principales componentes que se encuentra oculto en los tejidos de la sierra en dos formas: en combinación y en estado libre.

El agua en combinación constituye aproximadamente del 5 al 7% del agua total y se encuentra fuertemente retenida por las moléculas de proteínas me--

dian^{te} fuerzas coloidales y químicas. En cambio, el agua al estado libre se pre s^{en}ta a su vez en dos formas, una se halla en los microporos o microcapilares (entre la estructura fibrosa y la membrana de la célula) retenida en los tejidos del pescado por presión osmótica y absorción de la estructura celular; la otra forma se encuentra en el espacio intercelular y el plasma sanguíneo. Ambos ti pos de agua libre son considerados en proporción comprendida entre 93 y 95% - del agua total de la sierra.

Por acción de algunos métodos de procesamiento (congelado, secado, etc.), la relación entre las dos formas de agua (en combinación y el estado libre) se altera, lo que origina una variación en la textura de la sierra.

Grasa

La grasa es un constituyente de gran importancia de los tejidos y órganos - de la sierra, debido a la incidencia en la calidad de sus productos ya que influye en el sabor y valor alimenticio, por la amplitud en la variación de su contenido que se manifiesta no solamente de una especie a otra, sino aún en la misma especie, de acuerdo fundamentalmente al ciclo anual de vida.

Las grasas contienen varios ácidos grasos en diferentes cantidades, los cu les gobiernan las propiedades de las grasas tales como los puntos de fusión y - solidificación, consistencia, facilidades a la oxidación e hidrólisis.

A diferencias de las grasas de otros animales, los aceites de la sierra contienen una gran cantidad de ácidos grasos insaturados y polinsaturados en adi - ción de los saturados.

Los ácidos grasos saturados tienen adecuada estabilidad a temperatura ambiente. Los ácidos grasos insaturados son fácilmente oxidables y polimeriza - bles mientras haya oxígeno y agua. Los siguientes ácidos grasos son los más -

comunes en la sierra (3, 38).

Saturados de la serie $C_n H_{2n} O_2$: mirístico $C_{14} H_{28} O_2$,
palmítico $C_{16} H_{32} O_2$, esteárico $C_{18} H_{36} O_2$.

Insaturados de la serie $C_n H_{2n-2} O_2$: tetradecanoico $C_{14} H_{26} O_2$,
oleico $C_{18} H_{34} O_2$, gadoleico $C_{20} H_{38} O_2$.

Insaturados de la serie $C_n H_{2n-4} O_2$: linoleico $C_{18} H_{32} O_2$.

Serie $C_n H_{2n-6} O_2$ linolénico $C_{18} H_{30} O_2$; serie $C_n H_{2n-8} O_2$: tera-
pínico $C_{18} H_{28} O_2$; serie $C_n H_{2n-10} O_2$; cuplanodénico $C_{22} H_{34} O_2$.

Proteínas (38)

Son los componentes más importantes de la sierra cuyo valor depende del ti
po y relación de los aminoácidos esenciales que contienen. Las proteñas y las
fibras musculares de la sierra tienen propiedades físicas, químicas y bioquímicas
diferentes, pero su composición química es esencialmente la misma.

La consistencia de la carne de la sierra depende entre otros factores, de su
relación agua-proteñas; mientras más grande sea esta relación, la sierra pre-
sentará una textura o consistencia acuosa. En cambio, si la relación es baja --
su consistencia será más firme.

Anatómicamente los filetes están compuestos de segmentos de tejido celular
separados por fibras septadas, llamados mioseptados, que están en la parte in-
terna de la carne, en la sección gruesa y en proporción al tamaño del espécimen.
Existe también en la carne de la sierra proteña extracelular (colágena o
tejido conectivo; elastina) e intracelular. Mientras los mamíferos terrestres
contienen gran cantidad de tejido conectivo, en el pescado es escaso. Estas pe-
queñas cantidades en las especies más consumidas explica por que el consumi-
dor encuentra el pescado más tierno que la carne.

La proteína extracelular consiste de actiomiosina, la cual está formada por actina y miosina, miógeno, globulina y mioglobulina. Las proteínas musculares del pescado pueden ser clasificadas de la siguiente forma: 95 a 97% de proteína intracelular, que abarca 65 a 67% de la miosina y 10% del miógeno; 3 a 5% de la proteína extracelular constituida de colágena y elastina, 0.5% de nucleoproteínas y hemoglobinas.

Las proteínas musculares del pescado se encuentran generalmente al estado coloidal, por consiguiente son inestables y están sujetas a alteraciones por acción química, física y bacteriológica.

Las determinaciones de las proteínas son calculadas sobre la base de contenido de nitrógeno total. Sin embargo, no todo el nitrógeno es proteico ya -- que del 10 al 18% del nitrógeno total corresponde a sustancias nitrogenadas no proteicas (aminoácidos libres, monometilamina, dimetilamina, trimetilamina, óxido de trimetilamina, betaínas, queratinas).

Aminoácidos

La composición de aminoácidos en las proteínas de la sierra presenta algunas variaciones; algunos resultados obtenidos se presentan en la tabla No. 1.

Sustancias minerales

Se encuentran en forma de sales inorgánicas así como compuestos orgánicos.

Componentes de sustancias orgánicas incluyen K, Na, Ca, Mg, P, S, Cl. La sierra contiene además trazas de Cu, Fe, Mn, I, Br, etc. (38).

La mayor parte de la materia mineral está concentrada en los huesos, -- que consisten de fosfato tricálcico, colágena, grasa y agua. La cantidad de -- material orgánico en el cuerpo del pescado varía entre 5 y 11%, constituyendo

el $\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$ del 3 al 5%.

También contiene centésimas de miligramo de yodo en un kilogramo de sierra.

Las tablas No. 2 y No. 3 muestran la composición de la parte comestible del pez sierra.

Tabla No. 1

Aminoácidos contenidos en las proteínas del pez sierra, calculados sobre la base del 16% de nitrógeno. (35)

<u>Aminoácido</u>	<u>Scomber scombrus</u>	<u>Scomberomorus maculatus</u>
Arginina	5.8	5.3
Histidina	3.8	1.5
Isoleucina	5.2	5.0
Leucina	7.2	7.4
Lisina	8.1	6.5
Metionina	2.7	2.8
Fenilalanina	3.5	3.8
Treonina	4.9	4.7
Triptofano	1.0	1.3
Valina	5.4	5.2

Tabla No. 2 (35)

Composición en por ciento de la parte comestible del pez sierra. Base seca

	<u>Día de Captura</u>	
	<u>4 de junio</u>	<u>26 de octubre</u>
Sólidos	33.01	35.7
Grasa	12.59	16.24
Cenizas	1.20	1.11
<u>Nitrógeno soluble :</u>		
- Total	3.30	3.09
- En agua fría	0.841	0.890
- En agua caliente	0.055	0.102
- Coagulable	0.458	0.570
- NH ₄	0.0185	0.024

Tabla No. 3 (36)

Composición en por ciento de la parte comestible del pez sierra

	<u>Capturado de</u> <u>Marzo a Julio</u>
Agua	74.70
Nitrógeno, g x 100 g.	3.109
Prótidos, N x 6.25	19.43
Extracto etéreo	3.43
Cenizas, mg x 100 g.	1.26
Calcio, mg x 100 g.	10.00
Fósforo, mg x 100 g.	168.00

CONSERVACION

De todos los alimentos cárnicos, el pescado es el más susceptible a la autólisis, oxidación e hidrólisis de las grasas y a la alteración microbiana. De aquí que su conservación implique tratamientos conservadores rápidos, a menudo más rigurosos comparativamente que los utilizados con la carne. Cuando el pescado se obtiene lejos del lugar en que radica la industria conservadora, incluso en el mismo barco de pesca deben emplearse métodos conservadores.

Los métodos asépticos para la reducción de la contaminación en los alimentos marinos son difíciles de llevar a cabo; sin embargo, ciertas contaminaciones anteriores al tratamiento industrial del pescado pueden evitarse manteniendo, tanto los barcos como en las plantas que tratan la pesca, condiciones máximas de limpieza e higiene, lo mismo que en cubiertas, bodegas y demás utensilios usados en el barco y en la planta; por otra parte, el hielo usado debe ser de excelente calidad bacteriológica. La eliminación de tierra de las superficies que han de contactar con el pescado, por medio de un lavado adecuado, incluida la aplicación de soluciones detergentes potentes, ayuda mucho a reducir la carga microbiana del pescado.

La eliminación de los microorganismos es difícil de lograr, pero el hecho de que la mayoría de los gérmenes contaminantes procedan de la superficie del pescado y otros productos marinos, permite disminuir enormemente la carga total limpiando y arrastrando con el lavado el limo y suciedad de su superficie.

La mayor parte de los pescados son más susceptibles al deterioro que la carne de mamífero, porque la autólisis, o acción de las enzimas que contiene, es más rápida y porque su reacción, menos ácida, favorece el desarrollo bacteriano. La mayor parte de los aceites de pescado son también más susceptibles

al deterioro por enranciamiento oxidativo que la mayoría de las grasas animales. La alteración microbiana de los pescados no comienza hasta pasado el rigor mortis, cuando las fibras musculares comienzan a liberar su jugo. Cuanto más se retrase este momento, tanto más largo será el periodo de conservación del pescado. El rigor mortis se ve celerado por las sacudidas previas a la muerte, la falta de oxígeno y una temperatura elevada, y se retrasa en cambio por un pH bajo y la refrigeración. El pH del pescado tiene una gran influencia no sólo por sus efectos sobre el rigor mortis, sino también por su efecto sobre el desarrollo bacteriano. Tanto más bajo sea el pH muscular, tanto más lenta será la descomposición bacteriana. El descenso del pH es consecuencia de la conversión del glucógeno en ácido láctico.

Factores que influyen en el tipo y velocidad del deterioro (14).

1. Tipo de pescado. Las diversas clases de pescado difieren notablemente en su susceptibilidad a las alteraciones. Algunos peces planos se alteran con más facilidad que los redondeados al sufrir todo el proceso del rigor mortis con mayor rapidez, pero ciertas especies, como el mero, se conservan más tiempo, dada la acidez de sus músculos (pH 5.5). Algunos pescados grasos se deterioran rápidamente por la insaturación de sus grasas que las hace extraordinariamente susceptibles a la rancidez oxidativa. Los pescados ricos en óxido de trimetilamina adquieren pronto olor a "pescado deteriorado" por la rápida aparición de trimetilamina.

2. Condiciones en que se encuentra el pescado al ser capturado. Los pescados que están agotados como consecuencia de sacudidas, falta de oxígeno y manipulación excesiva, se conservan peor que los capturados en mejores condiciones porque la cantidad de glucógeno que resta en sus músculos es menor

y también por tanto, el descenso del pH consecutivo a su hidrólisis posterior. Los pescados cuyo tubo digestivo contiene gran cantidad de alimentos, se deterioran más rápido.

3. Tipo y grado de contaminación bacteriana muscular. Las bacterias del pescado pueden proceder del barro, agua, operarios que lo manipulan, película viscosa que lo recubre, o del contenido intestinal, y se supone que penetran por las agallas a partir de las cuales se difunden, a través del sistema vascular, por todo el organismo. Aún entonces su crecimiento o desarrollo se halla, fundamentalmente localizado, pero los productos de la descomposición bacteriana penetran en la carne rápidamente por difusión. En términos generales, cuanto mayor sea la carga bacteriana del pescado, tanto más rápida será su alteración. La contaminación tiene lugar unas veces en la red, otras en el barco, en ocasiones en el muelle o en las plantas. Si el pescado no se ha eviscerado sus músculos no están contaminados por el contenido intestinal, pero pueden adquirir olor, en virtud de la alteración sufrida por el alimento allí almacenado, por la difusión de sus productos. Este proceso está además acelerado por la acción de las enzimas del tubo digestivo que tienden a perforar tanto las paredes del estómago como las del intestino, que de por sí tienen un ritmo autolítico muy elevado. La evisceración en el propio barco de pesca esparce el contenido intestinal y por lo tanto su carga bacteriana sobre la musculatura y la superficie del pescado, pero si se somete a un lavado rápido y concienzudo se eliminan la mayor parte de los microorganismos; la refrigeración subsiguiente evita la actividad de los que queden. Cualquier alteración sufrida por la piel o las mucosas disminuye la capacidad de conservación del pescado.

4. Temperatura. El método de conservación más frecuentemente utilizado es la refrigeración (antes del salado) que evita o retrasa el crecimiento bacte-

riano y en consecuencia la alteración del pescado. El enfriamiento debe ser tan rápido como sea posible hasta alcanzar 0° a -1°C y conviene mantenerlo a estas temperaturas. Cuanto más baja sea la temperatura tanto mayor es el periodo de conservación.

CAPITULO II

Tratamientos Preliminares.	<u>Pag.</u>
1. MANIPULACION.	18
2. ANALISIS DE FRESCURA	19
3. INFLUENCIA DE LA LIMPIEZA, FILETEADO Y LAVADO.	21
4. SALADO.	22
5. ANTIOXIDANTES, SECADO.	27

OPERACIONES PREVIAS AL AHUMADO. MANIPULACION (29)

El ahumado es un método de preservación basado en la acción de los volátiles del humo, así como la remoción de agua contenida en el pescado ya salado, creando condiciones propicias para hacer imposible el aumento de la acción bacteriana. Para emplear cualquiera de los métodos de preservación, bien sea salado, secado, ahumado, congelado, etc., la sierra debe estar en buen estado de conservación, porque si ha sufrido un proceso de descomposición incipiente, no se obtendrá un producto final de buenas cualidades.

Para conservar la sierra en buenas condiciones es conveniente abatir la temperatura mediante el empleo de hielo, a fin de retardar la multiplicación de las bacterias.

(Las operaciones de manipulación después de la captura del pez sierra son las siguientes:

a. En las bodegas de las embarcaciones (17)

La sierra no se apilará en capas muy densas, ya que la acción del hielo será casi nula en las ubicadas en el centro de la pila. (Siempre que sea posible se hará la evisceración y desangrado a bordo, a fin de evitar la autólisis causada por los jugos digestivos del estómago y de los intestinos, que atacan a los tejidos del pescado. El hielo se utilizará en trozos pequeños y se aplicará, en este caso, al vientre.)

b. En el muelle (17)

La sierra debe ser revisada, seleccionada y después clasificada por tamaño y estado de conservación. Las piezas que deben pasar directamente a las líneas de corte se lavarán con agua en abundancia. Si la sierra, por razones de capacidad de la planta, debe permanecer almacenada, se le re

renovará el hielo que se utilizó a bordo de la embarcación.

ANALISIS DE FRESCURA

a. Alteraciones de la sierra fresca

Una vez que la sierra es extraída del agua y muere, se producen fenómenos de descomposición orgánica en el orden siguiente:

Rigidez cadavérica. - Puede presentarse inmediatamente después de la muerte y durante un tiempo ilimitado, que depende de numerosas circunstancias (especie, temperatura ambiente, método de captura, exposición al calor, a la luz, etc.). Es un índice inminente del grado de frescura - (36).

Maduración. - Fenómeno de autodigestión en que actúan enzimas que se encuentran en los jugos musculares. El calor y la humedad lo aceleran y el frío lo retarda. La transformación principal que la autólisis ejerce, se manifiesta en el sistema muscular y no es de la misma intensidad en todas las especies. Los cambios más notables de esta condición son de color y olor, que progresan hasta confundirse con el de la putrefacción.

Putrefacción. - Los peces vivos, aunque portadores de bacterias, resisten a la reproducción de los gérmenes debido a su baja temperatura y a sus defensas naturales, pero al morir aumentan de temperatura y las bacterias encuentran medio propicio para propagarse rápidamente. La temperatura óptima para que se desarrollen las bacterias ordinarias es de 21° a 38°C. Con una humedad superior al 25%, las bacterias localizadas en la sierra, aceleran la aparición de enzimas, que van descomponiendo los tejidos en que se encuentran, favoreciendo la reproducción bacteriana. Los productos de desecho que se forman, producen la putrefacción que está acompaña

da de olor desagradable (27).

Desintegración. - Este fenómeno aparece cuando las bacterias ya no pueden ejercer su acción por la ausencia de la humedad que les es favorable. Los huesos y espinas son resistentes a la desintegración, pero también sufren la acción al cabo del tiempo.

b. Pruebas de frescura

Uno de los problemas que no han podido ser solucionados satisfactoriamente es el de obtener pruebas científicas que establezcan el grado de descomposición de la sierra. Muchos investigadores han tratado de establecer un método de control adecuado, para lo cual se han determinado una serie de pruebas :

1. Pruebas físicas : Indices Organolépticos
2. Pruebas químicas : Determinación del indol, del nitrógeno total, del nitrógeno de los aminoácidos, de la histamina, investigación de trietanolamina, del grado de rancidez de las grasas , etc..
3. Pruebas biológicas : Estudio de microorganismos.

En general, los requisitos de una prueba ideal que establezca la calidad del pescado son :

- Deberá coincidir en sus resultados con la clasificación basada en caracteres organolépticos de la muestra.
- Deberá aplicarse a todas las variedades de peces y a todos los productos de pesca incluyendo los ahumados y enlatados.
- Deberá establecer una gran diferencia entre una muestra fresca y una muestra en la cual existe descomposición, aún cuando ésta sea incipiente, siendo además notable la variación que se observe durante el transcurso de la descomposición.

- Deberá ser rápida, relativamente fácil y factible de realizarse.

INFLUENCIA DE LA LIMPIEZA, FILETEADO Y LAVADO

Limpieza (15)

La sierra después de capturada, debe ser salada en el menor tiempo posible.

En la mayoría de los casos, no es posible realizar lo indicado anteriormente, por lo que se debe tratar de conservar en buenas condiciones procediendo inmediatamente al eviscerado y desangrado. Luego debe colocársele en la más baja temperatura posible, mediante el empleo de hielo en suficiente cantidad. El hielo se utilizará en trozos pequeños y se agregará de tal manera que cubra totalmente el cuerpo de la sierra. Esta medida permitirá mantenerlo en buenas condiciones para la etapa del salado.

La sierra debe ser desangrada inmediatamente. Para ello se da un pequeño corte vertical detrás del opérculo y que vaya en dirección de la columna vertebral, teniendo cuidado de no dañar o cortar las vísceras. De esta manera, se logrará que la sangre drene en la mayor cantidad posible, ya que la sangre que no se desaloja después de realizada esta operación, se coagula en los vasos y venas del cuerpo, facilitando la descomposición y disminuyendo la apariencia del producto.

Fileteado

Llegada la sierra a la planta de salado, se procede a eliminar el mucus, la arena, escamas sueltas y demás cuerpos extraños. Conviene usar suficiente cantidad de agua a presión. A continuación se eviscera extrayendo también las gónodas, etc., cuidando de no perforar las vísceras ya que su contenido posee gran cantidad de bacterias que favorecen la contaminación.

Se debe eliminar la cabeza ya que en ella se concentran las bacterias, ade-

más de que contiene mayor cantidad de grasa que el filete.

Luego de eliminar la cabeza se le quita la espina dorsal, abriéndola completamente de modo que por un lado se vea la parte carnosa y por el otro la piel.

Estas operaciones deben realizarse de manera que el corte desde la cabeza hasta la cola sea uniforme y que se extraigan tres cuartas partes de la espina dorsal dejando en la sierra la parte del extremo correspondiente a la cola. Se realiza esto porque debajo de la columna, es el lugar donde se concentra la mayor cantidad de sangre. Deben cortarse los tejidos a fin de que los bordes queden netos y no se desgarran.

Si los filetes son grandes y de espesor considerable, se le hacen tajos o rajaduras longitudinales de 1 cm de profundidad para conseguir una mejor penetración de la sal.

Lavado

Finalizando la evisceración, fileteando y eliminando el contenido de sangre, la sierra se lava nuevamente. Para ello se utilizará suficiente cantidad de agua limpia ya sea salada o dulce. Si se dispone de hielo, conviene agregarlo al agua a fin de procurar que la temperatura de la sierra descienda, asegurando una mejor conservación.

SALADO (19)

Estudio químico y bacteriológico de la sal

Desde el punto de vista bacteriológico, se considera excelente sal pesquera, aquella que no contiene bacterias capaces de vivir y proliferar en la sal.

La influencia de la composición de la sal

La composición de la sal, no solamente afecta la velocidad de penetración dentro de los tejidos del pescado, sino que también es un factor predominante de la calidad física del producto (apariencia).

En la salazón de la sierra hay que tener presente que :

- La sal cura o preserva, porque de manera general, en concentraciones altas detiene la actividad de casi todos los tipos de bacterias.
- Por más elevada que sea la concentración de la sal, siempre pueden vivir o desarrollarse algunos tipos de bacterias.

Existen diversos tipos de bacterias en la sierra que son afectadas en diferentes formas por la sal. Arriba de 6%, la mayoría mueren o detienen su proliferación. Sin embargo, las bacterias "Halófilas" se desarrollan en concentraciones de sal mayores del 8% y son las causantes principales de la descomposición de la sierra salada.

De aquí la importancia de conocer las limitaciones para tener éxito en el salado, aún conociendo métodos definidos.

Generalmente las impurezas de calcio y magnesio causan una remarcada blancura y rigidez de la carne de la sierra y un ligero sabor amargo.

Los compuestos de hierro, cobre o trazas de éstos en proporciones mayores a 30 ppm de hierro y 0.2 - 0.4 ppm de cobre causan manchas en la sierra de un color marrón o amarillo.

Demasiado sulfato de calcio forma una capa superficial sobre la sierra, impidiendo la rápida penetración de la sal, es decir, que el fenómeno osmótico progresa en forma tan lenta que las bacterias presentes en la sierra se desarrollan inmediatamente y logran deteriorarla antes de que la sal pueda surtir efecto.

El límite permisible de impureza de sulfato de calcio oscila entre 0.5 - 1.0%, valores que permiten obtener una sierra de excelente calidad.

Tamaño adecuado de la partícula de sal pesquera

Cuando se emplea sal fina en el salado, las sierras muestran tendencia a -

adherirse unas con otras y volverse quebradizas.

La sal gruesa es menos soluble que la fina porque un determinado peso con relación a base seca ofrece una pequeña superficie para el proceso de disolución. Consecuentemente, la penetración de la sal se retarda.

El tamaño de la partícula de sal más apropiada es aquella que se haya constituida por una mezcla de cantidades iguales de sal fina y sal gruesa, cuyas dimensiones oscilan entre 2 mm y 6 mm de diámetro.

Principios de salado (20)

El salado es un método de preservación basado en la penetración de la sal dentro de los tejidos y gobernado por varios factores físicos y químicos, tales como difusión, ósmosis y una serie de complicados procesos químicos y bioquímicos asociados con cambios en varios constituyentes, principalmente la proteína, de la sierra.

La sal no es un antiséptico en el sentido estricto de la palabra. Tiene acción preservativa, extrayendo agua al mismo tiempo que la sal penetra en los tejidos de la carne de la sierra convirtiendo estos líquidos en una solución concentrada de NaCl. Cuando ha penetrado suficiente sal, las proteínas coagulables por el NaCl se estabilizan y los tejidos de la sierra se contraen por la pérdida de agua.

La penetración de la sal y la salida de agua es un ejemplo típico de ósmosis en que la piel y membrana celulares actúan como membranas semipermeables. El sentido del flujo osmótico es siempre de la solución débil a la fuerte, hasta que ambas quedan en equilibrio y el salado se completa.

Las proteínas solubles totales no varían en el filete hasta que el contenido de sal alcanza un nivel crítico de 8-10%.

En este punto la solubilidad de las proteínas del filete disminuye rápidamente.

te. Al mismo tiempo, aumenta con rapidez la absorción de sal y disminuye la retención de agua a medida que ambas llegan a sus puntos de equilibrio.

Durante el salado se realiza la desnaturalización y desdoblamiento de las proteínas (19) del pescado en polipéptidos y aminoácidos, simultáneamente con los cambios que ocurren en la materia grasa.

La expresión desnaturalización implica que bajo la influencia del incremento de temperatura o concentraciones de sal, la disposición estructural de las moléculas de proteínas es cambiada, por lo cual se vuelve insoluble.

Existen 3 métodos fundamentales de salado :

- Pila seca
- Pila húmeda
- Salmuera

(De los 3 métodos anteriores el más conveniente para el proceso de ahumado es el de salmuera, por las siguientes razones :

- Proporciona un salado ligero
- Se controla fácilmente
- Proporciona uniformidad y efectividad
- Siendo la sierra un pescado graso, hay que impedir su contacto con el medio ambiente (aire) que es perjudicial, ya que origina la oxidación de la grasa.
- La cantidad de sal usada es fácilmente dosificada
- Se puede incorporar un antioxidante en solución para impedir la oxidación de las grasas.)

En el método de salmuera, las sierras son colocadas en tanques o pozas, que contienen una salmuera (13.3 Kg de NaCl en 100.0 Kg de agua para así obtener una concentración del 12.0%).

La salmuera baja su concentración rápidamente debido a la extracción del agua de los tejidos de la sierra y absorción de sal por los mismos. Por ello hay que controlar con un salinómetro su concentración y adicionar la cantidad de sal suficiente para mantener la salmuera a concentración constante.

La solubilidad del NaCl a 20°C es de 36 g en 100 g de agua :

$$\frac{36 \times 100}{100 + 36} = 26.4\%$$

Por lo tanto, una salmuera saturada contendrá 26.4% de sal. Si se utilizan 13.3 Kg de NaCl, se obtendrá una salmuera de :

$$\frac{13.3 \times 100}{100 + 13.3} = 12.0\%$$

Tiempo de salado en función del índice de concentración de la sal

La velocidad de salado se define como la cantidad de sal que penetra en los tejidos del pescado durante un determinado periodo de tiempo.

La velocidad de penetración depende de los siguientes factores (19) :

- Espesor del filete
- Concentración y temperatura de la salmuera formada
- Composición química de la sal utilizada
- Contenido de grasa. Existe una estrecha relación entre el tiempo que demora el salado y el contenido de grasa del pescado; sin embargo, la pérdida de peso es un poco más lenta en el pescado de mayor cantidad de grasa.

La pérdida de peso es mayor cuanto más alta es la proporción de sal con relación al pescado.

ANTIOXIDANTES (4)

Con el fin de evitar la oxidación de las grasas de la sierra durante el proceso preliminar y la primera etapa de ahumado, es conveniente adicionar un antioxidante emulsionado en la salmuera.

El antioxidante debe tener las siguientes propiedades :

- Ser altamente eficaz
- Ser eficaz aún después de ser sometido a las temperaturas de ahumado.
- Contener un agente sinérgico.
- Ser de grado alimenticio.
- No impartir sabor, olor ni color.
- No desarrollar sabor, olor ni color durante el periodo de estabilización.
- No causar coloración en el producto debido a reacciones metálicas.
- Debe ser 100% soluble en grasas.
- Tener costo razonable.

SECADO (11)

Una vez terminado el salado, la sierra se lava con agua fresca, con el fin de evitar que la sal cristalice sobre su superficie. Posteriormente se coloca en una pila, la cual contiene una emulsión de antioxidante en agua, en una dosificación de 0.1% en peso sobre la grasa de la sierra. El tiempo de contacto debe ser de 30 minutos.

La sierra así tratada ha de ser extendida de algún modo para asegurar su completa exposición al aire y al humo durante los periodos de secado y ahumado, además de poder tener una rotación constante.

Las formas más frecuentes para colgar la sierra (33) están de acuerdo a su tamaño (Tabla No. 4), y son mostradas en la figura No. 2.

Tabla No. 4

Formas de colgado según el tamaño del pez sierra :

<u>Tamaño</u> <u>cm.</u>	<u>Forma de</u> <u>colgado</u>
33.3	f
40.0	a, d
47.1	c
54.3	b
59.3	e

a. - Para sierras de tamaño intermedio, decapitadas y a las cuales se les ha eliminado $3/4$ de espinazo; colgadas sobre pares de varillas que atraviezan la parte superior cercana al espinazo.

b. - Para sierras de tamaño grande, decapitadas y a las cuales se les ha eliminado $3/4$ de espinazo; se utilizan varillas que son engrapadas a las partes sobresalientes del espinazo, a fin de prevenir que la carne suave se desgarre al estirarse bajo su propio peso.

c. - Para sierras de tamaño grande, evisceradas y a las cuales se les ha eliminado $3/4$ de espinazo; colgadas sobre pares de varillas que atraviezan la parte dorsal superior e inferior.

d. - Para sierras de tamaño intermedio, evisceradas; colgadas sobre una varilla que atravieza de las agallas a la boca.

e. - Para filetes de sierra grande, colgados sobre pares de varillas.

f. - Para sierras de tamaño chico decapitadas; colgadas sobre una varilla que atravieza la parte superior del espinazo.

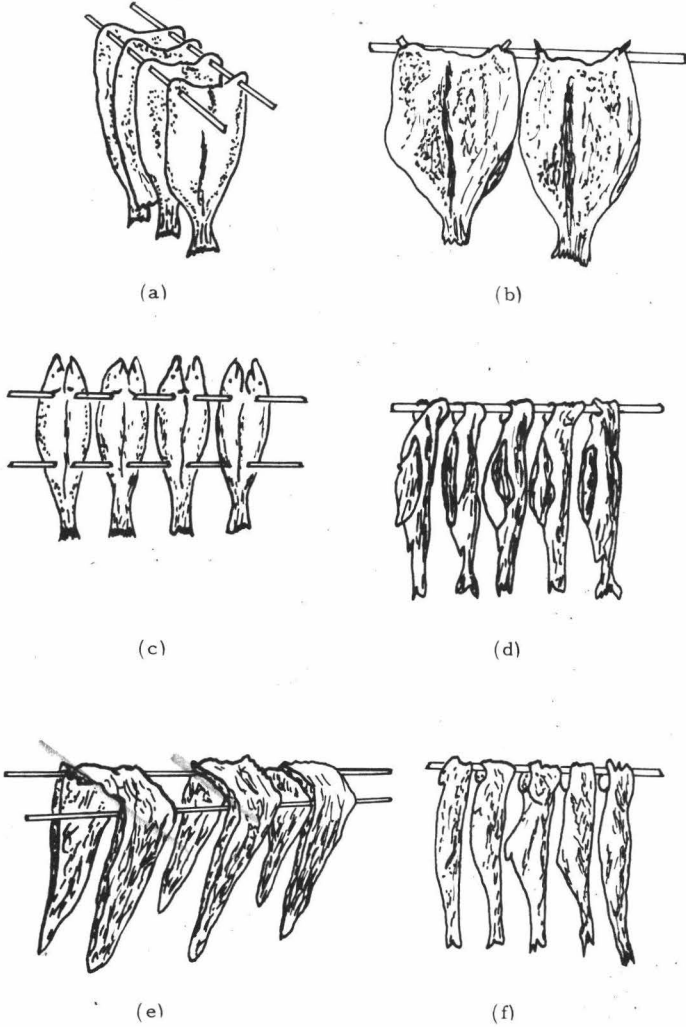


Figura No. 2. Formas para colgar al pez sierra en los ahumadores y secadores.

CAPITULO III

Ahumado.	<u>Pag.</u>
1. INTRODUCCION.	31
2. PROPIEDADES FISICAS DEL HUMO.	33
3. PROPIEDADES OPTICAS DEL HUMO.	34
4. LA MEDIDA DEL HUMO.	35
5. ESTUDIO QUIMICO DEL HUMO DE MADERA.	40
6. TIPO DE MADERA.	44
7. TIPO DE PROCESO.	45
8. GENERADORES DE HUMO Y AHUMADORES.	46

INTRODUCCION (6)

Ahumado o curado con humo, como aplicación al pescado, es un método de conservación efectuado por una combinación de secado y la deposición de productos químicos naturales resultantes de la pirólisis de la madera. En el curso de cierto tiempo, de los tipos de productos desarrollados, han tenido una especial aceptabilidad los ahumados y el sabor de humo en particular tiende a convertirse en una atracción a la manera de un condimento.

Los métodos y su evolución

Los métodos utilizados para el ahumado del pescado han permanecido virtualmente estáticos durante siglos, y solamente desde hace poco tiempo se han realizado estudios para mejorar los procedimientos de ahumado. Aunque todavía se observe cierta uniformidad, se experimenta un avance que sobrepasa las rutinas tradicionales.

En una gran proporción, la calidad del producto se encuentra influida por la temperatura y las condiciones biológicas de los peces y también por la cantidad de sal que se adiciona antes del ahumado. Los pescados de buena calidad pueden deteriorarse a causa de una técnica deficiente del ahumado por lo que hay que conocer los factores susceptibles de ser controlados si se desea obtener un producto de calidad óptima.

Entre los factores más importantes que pueden ser controlados, se encuentra la temperatura de secado, la superficie del pescado y la calidad del humo.

Los pescados son generalmente ahumados en caliente, es decir, que la temperatura es lo suficientemente elevada como para cocer el producto. También puede efectuarse un ahumado en frío. Los productos ahumados en frío, cuando salen del horno, deben ser cocidos antes de destinarlos al consumo,

mientras que los productos ahumados en caliente pueden ser consumidos sin otra preparación. En las instalaciones de ahumado en frío, hay que mantener la temperatura del pescado ligeramente por encima de los 30°C porque de lo contrario se reblandece y se cuece. En el ahumado en caliente, el control preciso de las altas temperaturas es menos importante.

El secado es el segundo factor importante en el procedimiento de ahumado y no puede, en la práctica, prescindirse de él. En las primeras etapas de la preparación de estos productos la superficie del pescado debe estar seca antes de toda elevación de temperatura, porque de lo contrario se corre el riesgo de que las piezas se rasguen. En el procedimiento del ahumado en frío, una proporción mínima de desecación es necesaria para el desarrollo de la contextura propia y para una buena conservación ulterior. Sin embargo, en el caso de ahumado en frío, si la desecación es muy rápida, el producto puede resultar excesivamente seco en su superficie, mientras que interiormente está demasiado húmedo y la contextura y las propiedades relativas a su conservación serían demasiado endebles. Si la desecación es muy rápida en el curso de las primeras etapas del procesamiento, se produce una prolongación del tiempo necesario para la pérdida de toda humedad. Una desecación excesiva, por otra parte, puede causar no solamente una pérdida de sabor en el producto, sino también una pérdida en el rendimiento, que se reduce sensiblemente.

Un ahumado excesivo produce un sabor demasiado fuerte. Un ahumado insuficiente dá un producto blando que no tiene el auténtico sabor del pescado ahumado. El método tradicional para el ahumado del pescado consiste en tomarlo ya preparado y sazonado para introducirlo en un horno, que es de hecho una chimenea encendida con fuego de madera. El humo caliente se eleva en el horno, calentando y secando al pescado y deposita al mismo tiempo algunos de sus componen-

tes sobre la superficie del pescado. En cuanto al ahumado en frío, resulta a veces difícil de conciliar la temperatura y el secado, que en ocasiones es muy desigual. El pescado colocado debajo del horno puede perder hasta el 15% de su peso inicial.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL HUMO (9)

Cuando la madera es calentada y sometida a una destilación destructiva, produce gases y vapores, algunos de los cuales condensan sobre el núcleo en la zona fría, arriba de la flama, para formar un aerosol estable compuesto de diminutas gotitas suspendidas (partículas), que constituyen el humo visible. Bajo condiciones establecidas, la concentración en masa de la fase partícula produce un radio fijo de éstas en los vapores. La composición química de ambas fases es similar, pero las partículas contienen una gran proporción de componentes de alto peso molecular. La partición de la concentración de masa entre partícula y vapor, así como su composición química, depende de la naturaleza de la madera y las condiciones de combustión. La cantidad de humo depositado es una compleja función de la composición y concentración del humo, las condiciones ambientales y la naturaleza de la superficie.

Tamaño de partícula

El tamaño promedio y la distribución de tamaños de cualquier aerosol dependen de las condiciones bajo las cuales los vapores son producidos y enfriados. Cuando los gases y vapores resultantes de la destilación destructiva de la madera son diluidos rápidamente pasando aire sobre la cámara de ahumado, el rápido enfriamiento da partículas muy pequeñas, de alrededor de 0,1 micras de radio. Aunque la nube de humo, en conjunto, pudiera estar estacionaria, las partículas individuales tienen considerable movimiento browniano, entrando en contacto una con otra y coagulan. El radio promedio de la partícula, por lo tanto, tiende a in

crementarse. En el más simple de los casos, cada par de partículas llega a ser una partícula de $3/2$ del radio inicial.

La velocidad teórica de coagulación del humo de madera, cuyas partículas son alrededor de 0.1 micras de radio, es rápida para concentraciones en masa mayores de 0.1 mg/litro, siendo el humo de madera usualmente más concentrado que esto. La verdadera velocidad de coagulación de humo de madera parece ser mayor que la velocidad teórica. Otros factores, tales como turbulencia y asentamiento gravitacional, pueden también aumentar la coagulación. Puesto que los aerosoles de humo de madera son transitorios en este camino, el análisis de tamaño de partícula por muestreo y examinación microscópica es propensa al error.

PROPIEDADES OPTICAS DEL HUMO (6)

Las partículas visibles de humo no son depositadas significativamente sobre el pescado durante el ahumado. Experimentos han demostrado que para cualquier tipo de partícula de humo, la cantidad depositada sobre el pescado está relacionada con la densidad óptica, D , definida por la ecuación:

$$D = \log \frac{I_0}{I_1} \quad (1)$$

donde I_0 es la intensidad inicial de un rayo de luz, e I_1 la intensidad después de que éste haya pasado a través del humo por una trayectoria larga, l . Así, una densidad de humo de 1.0 corresponde al 90% de absorción y 10% de transmisión de luz.

La ley de Lambert-Beer:

$$I_1 = I_0 \times 10^{-Klc} \quad (2)$$

donde c es la concentración en masa del humo y K es una constante (el coeficiente de extinción) depende de la naturaleza y distribución del tamaño de par-

tícula de humo y la distribución del espectro de luz usada.

Sin embargo, la concentración en masa relativa de la partícula y fase vapor, varía con el método de generación. Así, el humo producido en hornos tradicionales, hornos mecánicos y fluidizados, teniendo la misma densidad óptica, puede no ser depositado a la misma velocidad sobre superficies húmedas. Además, la densidad óptica de la fase partícula es muy marcada, dependiendo del tamaño de partícula.

El color del humo depende del tamaño de partícula. La teoría de la dispersión de la luz es un poco compleja. Así, a 0.1 micras de diámetro de partícula, el humo es rojo por la transmisión de la luz, mientras que a 0.5 micras la absorción es la misma para la misma concentración en masa, pero el humo aparece azul. En ambos casos el humo es azul como un resultado de dispersión cuando se observa a la derecha del ángulo a la dirección de la luz incidente.

LA MEDIDA DEL HUMO

No son sencillas las características del humo o sus efectos, siendo independiente del tipo de madera y condiciones de producción y deposición. Consecuentemente, no es absoluta la medida de la intensidad del humo que puede ser trazada. No obstante, es deseable un índice aproximado y las propiedades ópticas pueden tener las bases de muchas pruebas, particularmente la dispersión o la atenuación de luz por partículas de humo. El método de dispersión es aceptable sólo para las medidas de humo de baja densidad a causa de los efectos de dispersiones múltiples, las cuales llegan a ser serias cuando las partículas están muy juntas. Los métodos basados sobre la atenuación de luz no sufren consecuencias de estas desventajas y, en general, éstos son simples.

Los métodos subjetivos que pueden ser usados, como la visibilidad de un

número de objetos espaciados igualmente, situados en el humo en la línea con lo observado, pueden ser una medida de la densidad del humo; o la distancia a la cual un objeto, una letra, un número o un manantial luminoso puede ser distinguido.

Ringelmann (6) describió una serie de cartas numeradas, sobre cada una de las cuales tiene inscrito un enrejado negro sobre un fondo blanco; los espesores de las líneas del enrejado fueron variando de carta a carta así que cuando se vieron a una cierta distancia aparecieron con sombras graduadas en gris, variando desde blanco a negro en 5 pasos. El número de la carta, en la cual apareció más cerrado el humo fué llamada el número de Ringelmann. La exactitud del método, el cual está aún en uso, y de todos los métodos semejantes sufren de los efectos de la intensidad, dirección y tipo de iluminación, la extensión del humo, la distancia del observador y su juicio.

Cuando la celda fotoeléctrica llegó a ser útil, fueron descritos varios métodos objetivos de medida de densidad óptica. El más simple de éstos es la medida de la atenuación de luz pasando a través del humo, por medio de una barra de copa de celda fotoeléctrica. La colocación consiste simplemente de una lámpara y lentes, los cuales proyectan un rayo de luz paralelo a través del humo, sobre la celda, cuya capacidad es registrada por un medidor. El curso a través del medidor, llega a ser una medida de la luz atenuada por el humo.

Esto es evidente de la ecuación (1) que la atenuación de la luz $(I_0 - I_1)/I_0$ algunas veces expresada como "porcentaje de obscuración" $(100 (I_0 - I_1)/I_0)$, no es proporcional a la densidad óptica del humo y no es, por lo tanto, un índice satisfactorio de esta cantidad. En general, es comercialmente útil cualquier medidor de humo "densímetro de humo" que dé lecturas como "porcentaje de obscuración" o como un número de Ringelmann o como un número arbitrario, y

ésto es muchas veces un camino indirecto de expresar la medida de una indicación de los anteriores.

Combinando las ecuaciones (1) y (2) tenemos :

$$D = K l c \quad \dots\dots (3)$$

de aquí
$$\frac{D}{l} = K c = S \quad \dots\dots (4)$$

así para un humo dado y un manantial de luz dado, la cantidad S, densidad óptica por unidad de longitud, puede ser utilizada para definir la densidad del humo, puesto que ésto da un método directo de estimación de la masa actual de las partículas de humo presentes en un volumen dado.

Existen dos aparatos diseñados por la Torry Research Station, Aberdeen, Escocia, que se utilizan para determinar la densidad óptica del humo; uno de ellos sacrifica alguna estabilidad por economía y el otro gana estabilidad a expensas de simplicidad.

Lo simple de ésto consiste esencialmente de un manantial estabilizado de luz paralela (fig. 3) la cual pasa a través de una distancia fija de humo frente a un detector. Toda la colocación es soportada sobre un pequeño marco, el cual está suspendido dentro del horno. La estabilización del manantial está provista por una pequeña lámpara corrediza con un transformador de voltaje constante, alimentado por el abastecedor principal. El detector consiste de una celda fotoeléctrica con una barrera, la cual es acoplada a un medidor en serie con una resistencia variable. Cuando el total de la resistencia externa en el circuito de la celda es suficientemente elevada, la corriente producida "I" es representada aproximadamente por la siguiente relación :

$$I = cte \times \log I \quad \dots\dots (5)$$

así, combinando las ecuaciones (1), (4) y (5) :

$$S = \frac{1}{L} C (i_0 - i) \dots\dots (6)$$

donde C es una constante e i_0 es la corriente de la celda, correspondiente a densidad cero de humo. El medidor puede, por lo tanto, ser grabado con una escala lineal en densidad de humo.

El instrumento es calibrado inicialmente y comprobado posteriormente por medio de filtros de densidad neutra, insertados en el rayo de luz. La capacidad requerida de la celda fotoeléctrica dá la lectura deseada del medidor existente - obtenido por alternadores, ajustando la brillantez de la lámpara por medio de la resistencia variable VR1 y la resistencia VR2 en serie con el medidor. La calibración se extiende normalmente de 0 a 0.5 de densidad óptica por pie, suficiente para medir las densidades de los demás humos.

En estos instrumentos, el término de fatiga de la celda fotoeléctrica es separada por el corto circuito, para lapsos de 5 a 10 minutos, que está totalmente iluminado por medio del interruptor mostrado en la figura No. 3.

Subsecuentemente el corto circuito no es necesario, excepto para comprobar la calibración o después de que la lámpara sea extinguida.

Los efectos de tendencia de temperatura sobre la celda, característicamente son obtenidos por control termostático de la temperatura y comportamiento de la fotocelda.

El segundo instrumento es un registrador medidor de humo basado sobre una variante del método de doble rayo de luz.

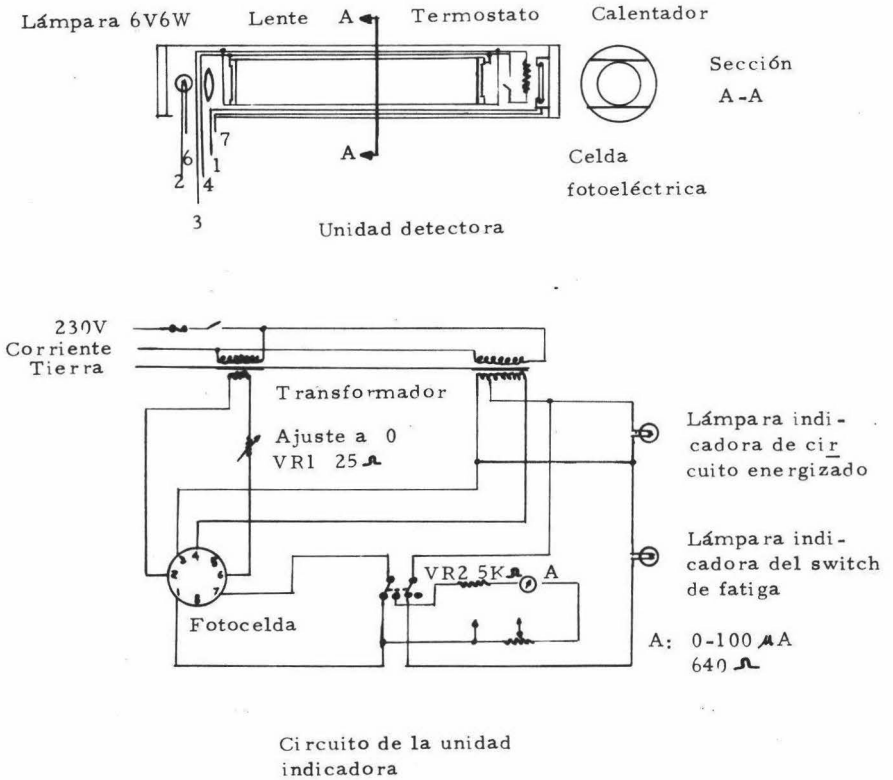


Figura No. 3: Aparato medidor de humo. (6)

ESTUDIO QUIMICO DEL HUMO DE MADERA (10)

El humo se produce en dos fases : primero ocurre una descomposición térmica de las partículas de madera (pirólisis) y después se oxidan los productos resultantes de la descomposición (proceso de oxidación). Como resultado de la calidad de la madera, la temperatura y entrada de aire, en el humo se encuentran muchos constituyentes (compuestos alifáticos y aromáticos, en adición con agua, CO_2 , trazas de hidrógeno y CO).

Las cantidades relativas de constituyentes individuales del humo de madera son sumamente variables, y están determinadas por las contribuciones de las reacciones químicas individuales a lo largo del proceso. Estas reacciones son controladas por las condiciones de producción de humo.

La madera está constituida por dos fracciones principales : las poliosas, (incluyendo pentosas), que constituyen la parte de la "carne del árbol" : y las ligninas, que constituyen la estructura interna del árbol. Por ejemplo, las "maderas blandas", coníferas, frecuentemente contienen, en adición resinas las cuales son esencialmente trementinas (una mezcla de terpenos) en unión con resinas disolventes (una mezcla de derivados del hidrofenantreno).

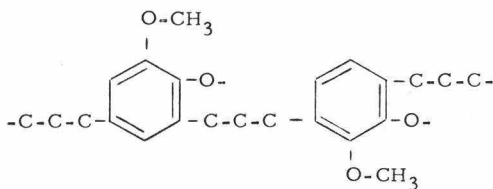
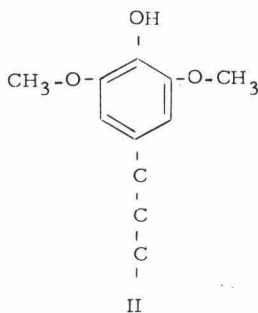
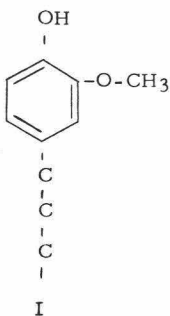
Bajo las condiciones de producción de humo, la fracción poliosa sufre degradación produciéndose los compuestos listados en la Tabla No. 5.

Las estructuras de las ligninas, las cuales comprenden una tercera parte de la materia sólida de la madera, no tienen todavía una explicación completa. Esto establece que pueden ser representadas como las formas de dos estructuras principales : guayacil propeno (I) y siringil propeno (II). (6)

Tabla No. 5

Compuestos alifáticos producidos por las poliosas de la madera (30).

Metanol	Formaldehido	Acetona	Acido fórmico
Etanol	Acetaldehido	Diacetilo	Acido acético
Propanol	Propionaldehido		Acido propiónico
	Acrilaldehido		
	5-metil furfuraldehido		
	Furfuraldehido		



Esqueleto de la lignina

Bajo las condiciones de producción de humo, las ligninas se degradan dando una mezcla compleja de fenoles. En esta degradación puede haber; reducción, eliminación parcial o completa del lado de la cadena, rompimiento electrolítico o combinación de éstos. Así, entre los constituyentes fenólicos del humo de ma dera pueden ser detectados; guayacol y sus homólogos 4 metil, etil y propil y sus 6-aquil homólogos; catecol y 4-metil catecol; pirogalol y sus homólogos - 1-metoxi, y 1, 3-dimetoxi; la hidroquinona (posiblemente formada por fisión hidrolítica de los lados de la cadena); fenol y p-cresol. Los mayores constitu yentes fenólicos son el guayacol; 1, 3-dimetoxi pirogalol y grupos catecólicos. Estos grupos están presentes en diferentes concentraciones, tanto en la fase vapor como en la fase partícula. El vapor es muy rico en fenoles volátiles, - ejemplo; guayacol y sus homólogos, y pobre en compuestos poco volátiles, ejem plo; pirogalol, hidroquinona y catecol.

Se ha demostrado que la fase vapor es la de mayor importancia en el proce- so de ahumado por su composición de compuestos de bajo punto de ebullición.

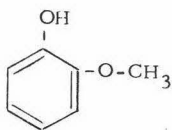
La eficiencia de un humo se mide de tres maneras : (21)

1. Formación de color típico.
2. Efecto conservador.
3. Creación de sustancias aromáticas y saporíferas agradables.

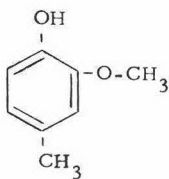
El color típico dorado-amarillo y negro-pardo de la superficie del pescado se debe principalmente a los compuestos fenólicos y carbonilos y subsecuente oxidación, la cual puede ser acelerada bajo condiciones alcalinas (adición de bicarbonato de sodio a la salmuera).

El efecto conservador de los componentes del humo se basa en la actividad de sustancias antioxidantes e inhibidoras de la deterioración.

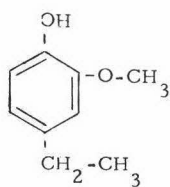
El humo de madera es conocido por ser un efectivo antioxidante. En el



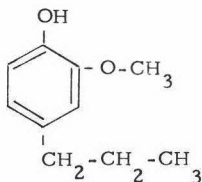
Guayacol



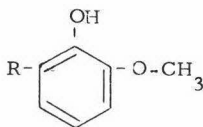
4-metil guayacol



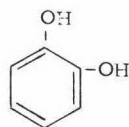
4-etil guayacol



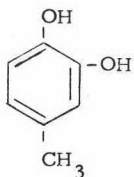
4-propil guayacol



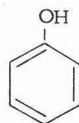
6-alkil guayacol



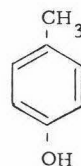
Catecol



4-metil catecol



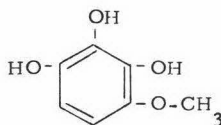
Fenol



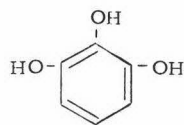
p-cresol



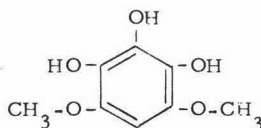
Hidroquinona



1 metoxi pirogalol



Pirogalol



1, 3, dimetoxi pirogalol

ahumado normal la actividad antioxidante se debe en gran parte al guayacol y sus homólogos y en mínima parte al 1, 3 dimetoxi pirogalol desorbido de la fase vapor.

El formaldehído, ácidos y fenoles son preservativos familiares y han sido largamente considerados como responsables de la estabilidad biológica del pescado ahumado. Los fenoles son los más activos inhibidores de Ebertella typhi y Staphylococcus aureus. El pirogalol y sus homólogos y el guayacol son inhibidores de acromobacterias marinas. Los efectos de los compuestos antisépticos del humo dependen de la población bacteriana, del humo en sí y de la naturaleza del producto ahumado.

Varios compuestos que se volatilizan fácilmente y tienen un bajo punto de ebullición son los causantes del aroma, particularmente algunos compuestos fenólicos, dicarbonilos, vainillina, etilo y algunos ácidos.

TIPO DE MADERA (10)

El tipo de madera empleado para el ahumado varía grandemente de un lugar a otro, dependiendo de la disponibilidad del medio, ya que prácticamente cualquier madera puede ser usada.

Hay dos tipos de madera:

- a. Resinosas (blandas)
- b. No resinosas (duras)

Las maderas resinosas, con sustancias aromáticas, son inadecuadas para el ahumado, debido a que impregnan los tejidos del pescado con un sabor desagradable y amargo. En este tipo se encuentran principalmente las coníferas.

Las maderas no resinosas son predilectas para el ahumado, ya que durante la pirólisis no se forman compuestos que imparten sabor desagradable.

La forma más frecuente de uso de la madera para ahumado es el aserrín o viruta. Es prácticamente imposible decir por examinación al microscopio del aserrín, el tipo de madera del cual fué producido. Sin embargo, por algunos métodos químicos es posible determinar el tipo de madera. Así agentes oxidantes, tales como agua de cloro o solución alcalina de KMnO_4 subsecuentemente acidificada para remover MnO_2 , causa que las maderas duras se pongan rojas, pero no las blandas.

Entre las maderas duras se encuentran: encino (roble), castaño, álamo, nogal, capulín, cerezo, en regiones templadas. En latitudes tropicales se encuentran: mangles, cedro, caoba, palo fierro, encino, zapote, pionche, palo blanco, nogal, laurel, achotillo, amate, primavera, palo verde, mezquite, etc..

La madera destinada a la producción de humo debe conservarse en un local aerado, para evitar la proliferación de mohos, cuyo olor puede transmitirse a los pescados durante el ahumado.

TIPO DE PROCESO (6)

Hay dos tipos principales de proceso de ahumado, dependiendo de la cantidad de calor al cual es sometido el pescado.

En el ahumado-frío, la temperatura normal del humo es de 32° a 38°C . Cuando el pescado es sujeto a la acción del humo frío producido por fuego de madera, que arde sin llama, los constituyentes del humo son depositados sobre la superficie expuesta, habiendo simultáneamente pérdida de peso (humedad) de aproximadamente 15 a 20%.

En el ahumado-caliente, la temperatura normal del humo es de 65° a 88°C . Este tipo de ahumado es una especie de asado, en que el producto se cuece al

tiempo que se satura de humo.

GENERADORES DE HUMO Y AHUMADORES (6)

En principio, todas las máquinas se basan en la producción de humo por fricción, por transfusión de serradura de madera en aire caliente, o bien quemando el serrín en un horno.

En los generadores de humo por rozamiento, muchos de cuyos modelos son comercialmente utilizables, el humo es producido aplicando fuertemente la extremidad de un rollo de madera dura contra un disco de metal que gira rápidamente. La cantidad de humo que se produce depende del tamaño del disco y del rollo de madera, así como de la velocidad de rotación del disco y la presión de la madera contra éste.

El fluidificador, o más exáctamente el generador de un lecho de humo fluidificado, es otro tipo de generador de humo donde éste es producido "asando" las aserraduras de madera en una corriente de aire caliente. Es necesario controlar con presión la corriente de aire, pues si se eleva demasiado el serrín se inflama y el proceso ya no puede ser controlado. La serradura fina y seca es introducida continuamente por un embudo vertical; el aire caliente a la temperatura deseada, es insuflado hacia lo alto del cono; cuando la aserradura se carboniza es cambiada y todos los desechos son arrastrados por un separador, habiéndose introducido ya el humo en el horno.

En las máquinas equipadas con horno rotativo, las aserraduras de madera son colocadas sobre un platillo de metal o entre las palas de una rueda en movimiento, consumiéndose continuamente mientras nuevas aserraduras son introducidas en el horno.

Durante el ahumado la temperatura debe mantenerse dentro de límites fijos

según el método elegido.

En teoría, el pescado se ahuma tanto más rápidamente cuanto más elevada sea la temperatura del humo. Pero una elevación muy fuerte de temperatura puede secar la piel del pescado y hacer caer los ganchos donde está suspendido, haciéndolo inutilizable.

En todos los casos la temperatura del humo que penetra en el ahumador debe ser siempre inferior a la del pescado por ahumar; en efecto, el humo es -- tá más o menos cargado de humedad, por lo que el vapor acuoso se condensa -- ría sobre los pescados más fríos y provocaría el depósito de pequeñas gotas que perjudicarían a la buena marcha de la operación.

Teóricamente el humo debe ser seco para absorber, al pasar sobre el pescado, una parte de su humedad y ayudar a alcanzar el secado.

Se admite que si la humedad relativa del humo en el ahumador es superior al 70%, los pescados no secarán o lo harán lentamente. Por lo contrario, la desecación irá a la par con el ahumado. Si la humedad es inferior a ese porcentaje, será tanto mejor cuanto más bajo sea.

En general, el ahumador debe ser una instalación herméticamente cerrada en la que pueda introducirse humo.

Si se trata de un ahumador pequeño, artesanal, recipiente, caja, barril o cobertizo, en donde puedan colocarse platillos o charolas, varillas o ganchos donde se cuelgan los productos por ahumar, serán suficientes.

Un tipo de ahumador muy sencillo y económico (33) es el mostrado en la figura No. 4 que consiste de una caja de triplay de 1.20 x 1.20 x 2.20m, con orificios en el techo y en el fondo; con entrepaños, charola de tela de alambre en la parte inferior, así como un dispositivo para dispersar el humo cuando entra por una abertura situada en el fondo de la caja. Dicha abertura está al final --

de un tubo de 15 cm de diámetro y 3.00 a 3.50 m de longitud que conduce el humo desde el lugar donde se produce, un tambor de lámina de 200 litro de capacidad con tapa.

Otros tipos de ahumadores artesanales y para pequeñas industrias pueden constar, en su expresión más simple, de una chimenea en campana (figura No. 5) un hogar y un espacio entre los dos donde se ponen las varillas para sostener los pescados por ahumar.

Los ahumadores también pueden estar constituidos de pequeñas obras de albañilería, en las cuales se suspenden los pescados en alto si se procede al ahumado en frío, o muy bajo para el ahumado en caliente, la hoguera se sitúa bajo el embaldosado, la abertura de salida de aire bajo la puerta y la chimenea en alto.

Los ahumadores rústicos para el ahumado rápido (33) de los pescados están contruidos por una caja de metal o tabique, de 2.00 m de largo, 2.00 m de ancho y 1.50 m de alto. Está dotada de una tapadera que cierra herméticamente y de 2 ó tres entradas de aire bajo la cara anterior (figura No. 6).

Existen también los ahumadores en armario, con medios más racionales y de carácter industrial (34).

Hay dispositivos para imprimir movimientos al humo, de modo que penetre al ahumador desde el lugar donde se origina, continúe su paso a través y salga por pequeños orificios o chimeneas. Para auxiliar esta circulación suelen usarse ventiladores o extractores.

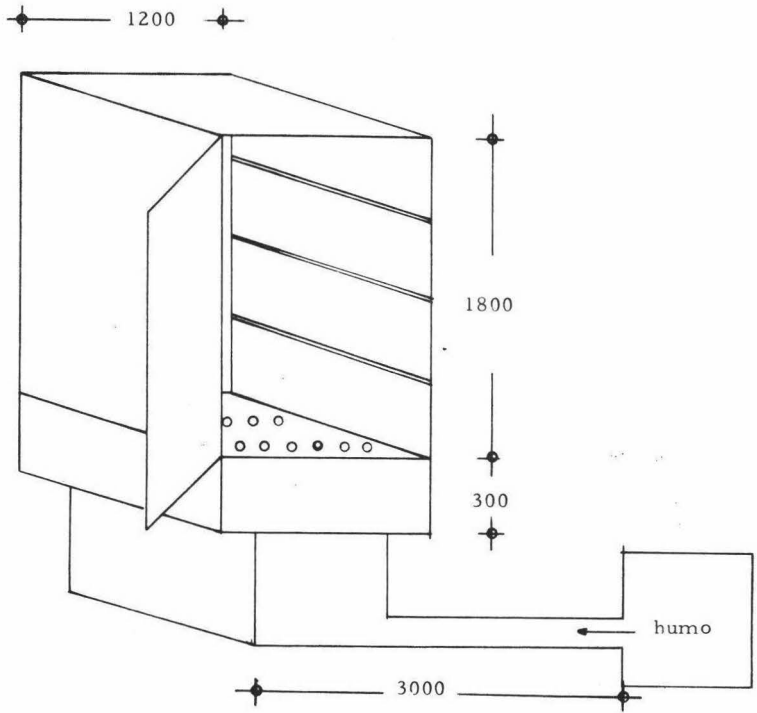


Figura No. 4: Ahumador sencillo.

Acotación en mm

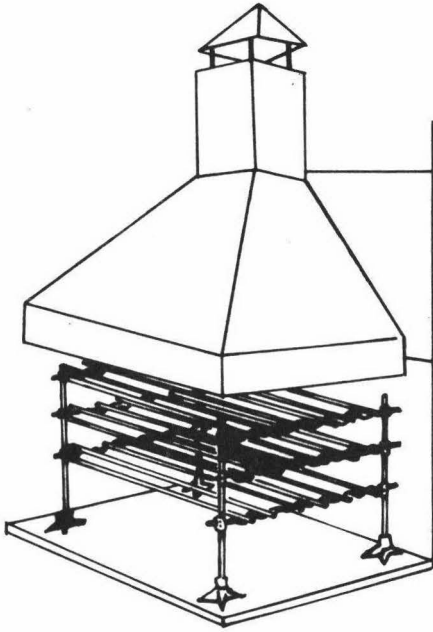


Figura No. 5: Ahumador de campana.

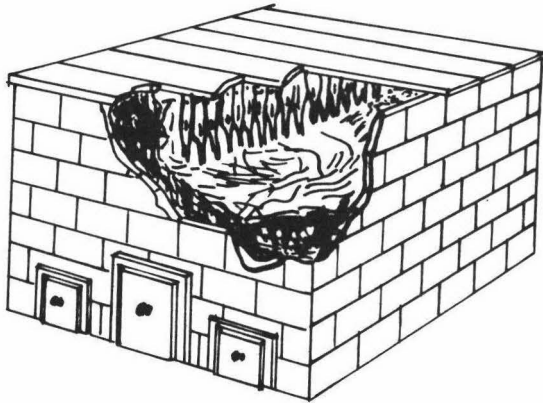


Figura No. 6: Ahumador rústico.

CAPITULO IV

	<u>Pag.</u>
Tratamiento final.	
1. EMPAQUE.	52

EMPAQUE

El empaque debe proteger al pez sierra ahumado de la oxidación grasa, de la pérdida o ganancia de humedad, del daño microbiológico y tener una mínima permeabilidad a los olores, por lo que debe : (29)

1. Ser compatible con el producto.
2. Ofrecer una barrera al O_2 y a la humedad.
3. No transmitir los olores.
4. Ser duradero.

El empaque más apropiado, que cubre los puntos anteriores, es una caja de cartón recubierta con una película transparente y sellable en caliente.

Caja de papel Couché de 22 milésimas de pulgada con dimensiones de 17 x 10 x 7cm.

Película de celofán recubierto con Sarán de una milésima de pulgada.

Para efectos de distribución y manipulación se usan cajas de cartón corrugado de papel semi-kraft con una resistencia de $11\text{Kg}/\text{cm}^2$ con dimensiones de 30.3 x 17.2 x 21.0cm, con una capacidad de 9 paquetes de 1Kg c/u de sierra ahumada que será la forma como se venda en el mercado. La distribución de los paquetes en los corrugados es mostrada en la Figura No. 8.

Las cajas corrugadas se estiban en tarimas de madera de 1.22 x 1.00 x 0.15m. La distribución de las estibas (4 por tarima) es mostrada en la Figura No. 7.

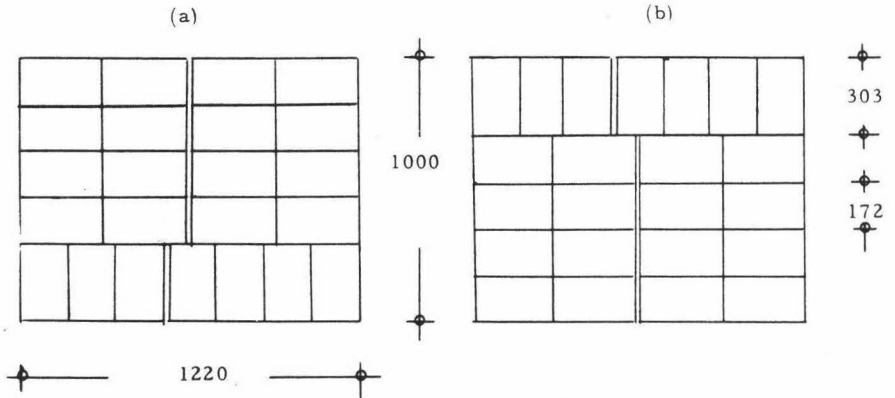


Figura No. 7: Distribución de los corrugados en las tarimas:

a) Estiba impar

b) Estiba par

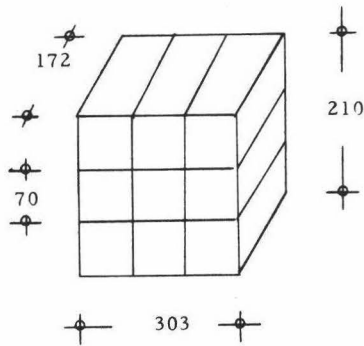


Figura No. 8 : Distribución de los paquetes en los corrugados.

Acotación en mm

CAPITULO V

	<u>Pag.</u>
Pruebas de frescura.	
1. PRUEBAS FISICAS.	55
2. PRUEBAS BIOLÓGICAS.	58

PRUEBAS FISICAS (33)

Efectuadas en el Golfo de México (Alvarado, Veracruz) para el pez sierra. Se basaron en las observaciones organolépticas de 22 ejemplares de pez sierra, de acuerdo con las alteraciones que ocurren en los peces una vez muertos. Deben tomarse en consideración; la rigidez cadavérica, aspecto y presentación de escamas, piel y mucosidad que la recubre, ojos, opérculos, branquias y vísceras; por último, músculo, carne y hueso.

Clasificación (33)

Se divide en tres grados principales : A, B y C, con subgrados numerados del 1 al 3 para dar un margen mayor a la clasificación práctica. (lo cual se logra por medio de la percepción individual del personal especializado).

El destino que se da al pescado según la clasificación descrita es la siguiente :

- Pescado grado A : Consumo humano, enlatado, congelado, curado,
- Pescado grado B : Consumo humano inmediato. Si hay humedad o temperaturas excesivas, no debe permitirse el consumo humano del grado B-2 o B-3. Inepto para ser congelado, curado o enlatado.
- Pescado grado C : Obtención de aceites y fertilizantes, inepto para cualquier tipo de consumo humano.

Hay que tomar en cuenta que no todas las especies se descomponen a la misma velocidad, y que para clasificarlas no es necesario resumir todas las características físicas del grupo, aunque sí la mayoría.

El pescado enfriado o congelado es un poco más difícil de distinguir que el común, pero se deja a la temperatura ambiente y una vez adquirida esta temperatura, se le juzga como pescado al estado natural.

Las características que se toman en cuenta para la clasificación son las siguientes :

Caracteres Organolépticos :

Presentados por los grupos : A subgrupos 1-2-3; B subgrupos 1-2-3; -
C subgrupos 1-2-3.

Rigor Mortis :

- A. Ejemplares arqueados rígidos.
- B. Menos pronunciada la rigidez.
- C. Falta por completo. Ejemplares flácidos.

Escamas y Piel :

- A. Bien adheridas. Iridiscencia bien marcada. Brillo intenso.
Color firme.
- B. Adheridas, algunas sueltas. Iridiscencia pálida. Brillo menos
intenso. Color firme.
- C. Poco adheridas, se desprenden fácilmente. No hay iridiscencia.
Sin brillo. Color pálido.

Mucosidad (según la especie) :

- A. Acuosa, transparente.
- B. Turbia, algo pegajosa.
- C. Amarillenta, descolorida, muy pegajosa.

Ojos (según la especie) :

- A. Transparentes, bien diferenciados, salientes a nivel de la órbita.
- B. Transparentes. Están bien diferenciados.
- C. Turbios, obscuro rojizos, hundidos.

Opérculos :

- A. Rígidos, difíciles de levantar, cara interior nacarada. Vasos sanguíneos llenos, no se rompen a la presión digital.

B. Se abren con facilidad, con interior nacarado pálido. Vasos sanguíneos firmes pero se rompen a la presión digital.

C. Flácidos. Cara interna como lavada. Vasos sanguíneos destruidos, coloreados por la sangre extravasada.

Branquias

A. Rojas, bien diferenciadas. Mucosidad abundante. Olor natural, suave.

B. Rojas o rosadas, diferenciadas. Mucosidad disminuida. Olor natural fuerte.

C. Apenas rosadas, amarillas, blancas o verdes. Sin mucosidad. Sin olor natural propio o con olor repugnante.

Abdomen

A. Terso. Al ser abiertos los tejidos ofrecen resistencia. Vísceras de colores vivos, bien diferenciadas, paredes interiores brillantes. Vasos sanguíneos llenos, no se rompen a la presión digital. Olor natural suave.

B. No muy terso, marcado en la línea ventral, los tejidos ofrecen poca resistencia al ser abiertos. Vísceras bien diferenciadas, paredes interiores no muy brillantes. Vasos sanguíneos llenos, pero se rompen a la presión digital. Olor natural fuerte.

C. Flácidos, con manchas oscuras, hinchazón marcada en la línea ventral, al ser abiertos los tejidos no ofrecen ninguna resistencia. Vísceras poco o nada diferenciadas. Vasos sanguíneos destruidos. Sin olor natural o con olor nauseabundo.

Músculos o carne

A. Elasticidad marcada. Adheridos a los huesos, no se desprenden de

ellos al hacer presión con los dedos. Olor natural propio al primer corte. Color propio, con lustre. Vasos sanguíneos intactos. Prensada fuertemente apenas suelta líquido. No se percibe olor anormal.

B. Elasticidad disminuida, adheridos a los huesos, no se desprenden de ellos al hacer presión ligera con los dedos, pero sí al hacer presión fuerte. Olor natural propio al primer corte. Color propio ligeramente mate. Vasos sanguíneos intactos.

C. Apenas adheridos a los huesos, se desprenden de ellos fácilmente al presionar con los dedos. Olor natural ausente o repugnante. Color propio mate. Vasos sanguíneos destruidos. Cerca de la columna vertebral se observa la formación de una sustancia gelatinosa amarillenta. Prensados sueltan abundante líquido y a veces lo hacen espontáneamente.

De acuerdo a las especificaciones descritas anteriormente, se muestrearon 22 ejemplares, de los cuales únicamente 15 cumplieron los requisitos organo--lépticos de frescura.

PRUEBAS BIOLÓGICAS (14)

Estas pruebas son esencialmente para determinar el grado de contaminación (frescura) en que se encuentra el pez sierra.

La contaminación microbiana del pescado ocurre en condiciones naturales, aumentando más tarde durante la manipulación. Al intervenir las personas en la elaboración existe la posibilidad de que contaminen con gérmenes patógenos.

El pescado se contamina entre sí y a partir del equipo de proceso con el que contacta, pudiendo aumentar la carga bacteriana del equipo que se convierte en un semillero constante de microorganismos.

El aire, polvo, agua e ingredientes pueden a su vez contribuir a la contaminación del alimento.

El número y tipo de microorganismos presentes determina la capacidad de conservación del pescado, la velocidad y clase de alteración que posiblemente tendrá lugar y el tipo de tratamiento requerido para su conservación.

Bacterias que alteran el pescado

Las bacterias que con mayor frecuencia participan en la alteración del pescado, son las que forman parte de la flora que se encuentra en la capa que recubre la superficie externa del mismo y las de su contenido intestinal. Los géneros predominantes varían con la temperatura a que se haya conservado el producto; a las temperaturas de congelación habitualmente empleadas predominan especies de Pseudomonas o Achromobacter a las que siguen en importancia algunos miembros del género Flavobacterium. Menos frecuentemente y cuando las temperaturas de conservación son más elevadas, son las bacterias pertenecientes a los géneros Micrococcus y Bacillus. Se han citado casos en los que intervienen otros géneros tales como Escherichia, Proteus, Sarcina, Serratia y Clostridium. La mayor parte de éstos crecen solo a las temperaturas ordinarias.

Tipos de alteración

El desarrollo de algunas especies de Streptomyces en el fango del fondo del mar, lagos, etc., pueden dar lugar a la aparición de un olor a fango o a moho y la absorción de los mismos por el pescado.

Durante la alteración pueden originarse decoloraciones: Pseudomonas fluorescens, los Micrococcus amarillos y otros géneros, determinan la aparición de colores que varían entre el amarillo y el amarillo grisáceo; Sarcina, Micrococcus y Bacillus pueden producir una coloración roja o rosacea que a veces se debe también a mohos y levaduras. El desarrollo de ciertas levaduras no esporu-

ladas determina la aparición de un color achocolatado. Algunos gérmenes patógenos del pescado que se encuentran en su musculatura pueden dar lugar a la aparición de diversas lesiones y modificaciones del color.

La descomposición del pescado va acompañada de un ascenso en el número total de microorganismos, por lo cual se efectuó un conteo total de colonias en 15 ejemplares. Se determinaron los conteos cada 24 horas a fin de acompañar la marcha de la descomposición. Las muestras fueron tomadas de tejidos blandos de la misma región topográfica de los ejemplares. La descomposición microbiana fué comparada con el índice organoléptico. El medio de cultivo fué agar de extracto de triptona glucosa (27). Los resultados se tabulan en la Tabla No. 6.

Tabla No. 6

Conteo total de colonias (1000/g), para medir el avance de la descomposición en 15 ejemplares de pez sierra (16).

<u>Horas</u>	<u>No. colonias</u>	<u>Dilución en la cual la lectura fué significativa</u>
0	8.5	1:100
24	103.0	1:1000
48	286.0	1:1000
72	420.0	1:10000
96	550.0	1:10000
144	4600.0	1:1000000

Nota: Las sierras fueron conservadas a 2°C en un refrigerador casero.

El índice organoléptico de descomposición fué a las 120 horas.

La temperatura de incubación fué de 35° a 37°C.

CAPITULO VI

	<u>Pag.</u>
Experimentación y resultados.	
1. DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO.	62
2. RESULTADOS EXPERIMENTALES	65
3. METODOS DE ANALISIS.	72

DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO

Se adquirieron en el mercado de la Viga, dedicado a la venta de productos marinos, 22 ejemplares del pez sierra de los cuales, 15 ejemplares cumplieron los requisitos organolépticos de frescura (33).

Preparación de las muestras

Los 15 ejemplares se seccionan en las siguientes partes: filete, cabeza completa, vísceras, espinazo, aletas y cola, gónadas, sangre y otros.

Las partes del pez sierra se pesan en una balanza granataria para determinar el porcentaje en peso de la parte comestible, filete con $\frac{1}{4}$ de espinazo (Tabla No. 7). La parte comestible de cada ejemplar se corta una muestra de 20g para determinar la composición química (Tabla No. 8).

Para determinar el análisis bacteriológico y medir el avance de la descomposición de la parte comestible, de cada ejemplar de pez sierra se corta una muestra de 15g que se tritura en un mortero estéril y se conserva en un refrigerador casero a temperatura de 2°C.

Las muestras se siembran en placa cada 24 horas, utilizando diluciones y como medio de cultivo agar de extracto de triptona glucosa (Tablas No. 6 y No. 15).

Salado

Se prepara una salmuera al 12% en un recipiente de plástico, en donde se coloca la parte comestible de los 15 ejemplares de pez sierra.

Cada 8 horas se cortan muestras del centro del filete y del filete entero, para determinar la penetración del NaCl en porciento (Tablas No. 9 y No. 10).

A la salmuera se le adiciona un antioxidante para prevenir la oxidación grasa (Tabla No. 11).

Secado

Las sierras saladas se cuelgan en tiras de madera de sección circular que se colocan sobre los entrepaños de una caja de madera, con dimensiones de 1.0 x 1.0 x 1.0m, cuyo fondo tiene una lámina perforada y en la parte superior un ventilador casero, para que haya una circulación forzada de aire durante 18 horas y tener un secado superficial.

Al terminar el tiempo de secado, se cortan muestras de filete de las sierras para determinar su composición química (Tabla No. 12).

Ahumado

Las sierras secas son sometidas a un ahumado en caliente durante 3 horas, utilizando un ahumador rústico.

Descripción del experimento

1. Se fabrica un cerco cilíndrico de piedras apiladas de 70 cm de diámetro y 1.00 m de altura.
2. En la parte superior del cerco se coloca una lámina perforada.
3. En el fondo del cerco se hace un fuego con trozos de madera de la variedad encino, para la producción del humo.
4. Las sierras son colgadas con ganchos de alambre galvanizado, que se sostienen de la lámina perforada, de tal forma que queden entre ésta y el fuego.

Al terminar el ahumado, se cortan muestras de las sierras para determinar su composición química (Tabla No. 13).

Para determinar el análisis bacteriológico, se cortan 15 g de muestra de cada ejemplar de sierra, que se trituran en un mortero estéril, haciéndose las siembras correspondientes (Tabla No. 16).

La sierra ahumada se mantuvo a temperatura ambiente durante 3 meses, no observándose descomposición, al cabo de los cuales fué ingerida sin causar nin

gún trastorno orgánico y conservando sus características de sabor y olor.

Destilación seca de la madera

Se efectúan pruebas de destilación seca de 11 variedades de madera, para de terminar la más adecuada para el ahumado.

El equipo usado es un aparato para destilación compuesto por: un matraz re dondo de 500 ml (previamente tarado), un refrigerante enfriado por agua, un ma- traz Erlenmeyer de 50 ml (previamente tarado), baño de hielo, pinzas, mechero, soporte de hierro, tela de asbesto, termómetro y baño de aceite.

Descripción del experimento

1. Se coloca una muestra de serraduras de madera, previamente pesada, en el matraz redondo.
2. Se coloca el matraz redondo dentro del baño de aceite para que la desti- lación sea uniforme.
3. Se instala el equipo de destilación.
4. Se empieza a calentar lentamente, recibándose el destilado en el matraz Erlenmeyer, sumergido en el baño de hielo.
5. Durante la destilación se hacen las siguientes determinaciones (Tabla No. 14) :
 - a. Tiempos y temperaturas parciales de destilación, con los que se construyen gráficas, para cada variedad de madera, de tempera- tura en °C con tiempo en minutos.
 - b. Por diferencia de peso se determinan las cantidades de :
 - Destilado
 - Residuo
 - Gases
 - c. A cada muestra de ma dera se le determina por ciento de humedad, uti lizando una estufa a 60°C con un tiempo de permanencia de 7 días.

RESULTADOS EXPERIMENTALES
OBTENIDOS PARA EL PEZ SIERRA

Tabla No. 7

Composición física del pez sierra

	<u>Muestra I</u>		<u>Muestra II</u>		<u>Muestra III</u>	
	<u>peso g</u>	<u>%</u>	<u>peso g</u>	<u>%</u>	<u>peso g</u>	<u>%</u>
Filete	317.0	74.14	329.4	69.08	286.8	68.00
Cabeza completa	34.7	8.12	45.2	9.45	49.0	11.60
Vísceras	31.0	7.28	32.5	6.80	34.4	8.11
Espinazo	20.5	4.90	46.1	9.65	28.2	6.66
Aletas y cola	6.8	1.59	6.9	1.44	7.0	1.66
Gónadas	11.9	2.78	13.1	2.74	12.6	2.95
Sangre y otros	5.1	1.19	4.0	0.84	4.3	1.02
Total	427.0	100.00	477.2	100.00	422.3	100.00

NOTA . Cada muestra corresponde al promedio de 15 ejemplares.

Muestra I obtenida en el mes de marzo.

Muestra II obtenida en el mes de agosto.

Muestra III obtenida en el mes de noviembre.

Comparación de la composición física encontrada en la Bibliografía, con la determinada experimentalmente (promedio de las muestras)

	<u>Determinada %</u>	<u>Bibliografía %</u>
Filete	70.43	70.0
Cabeza completa	9.42	9.5
Vísceras	7.39	7.0
Espinazo	7.07	7.5
Aletas y cola	1.56	2.0
Gónadas	2.82	3.0
Sangre y otros	1.01	1.0

Tabla No. 8

Composición química del pez sierra

	<u>Muestra I</u> %	<u>Muestra II</u> %	<u>Muestra III</u> %
Humedad	67.10	70.00	74.75
Grasa	8.14	6.26	3.39
Sales (cenizas)	1.10	1.38	1.50
NaCl	1.06	0.13	1.22
Proteínas	22.60	22.23	19.14

Composición química promedio (de las 3 muestras) del pez sierra

	<u>%</u>
Humedad	70.61
Proteínas	21.32
Grasa	5.93
Cenizas	1.13
NaCl	0.81

Tabla No. 9

Penetración del NaCl en el filete del pez sierra

	<u>H o r a s d e s a l a d o</u>					
<u>% de NaCl</u>	<u>0</u>	<u>8</u>	<u>12</u>	<u>16</u>	<u>18</u>	<u>30</u>
Centro del filete	0.81	2.90	4.10	5.40	6.20	8.50
Filete entero	0.81	3.85	4.64	5.62	6.52	8.95

Con los resultados anteriores se construyó la gráfica No. 1.

Tabla No. 10

Composición química del pez sierra salado

	<u>%</u>
Humedad	64.75
Proteínas	22.94
Grasa	6.35
Sales minerales	5.96
NaCl	4.64

Tabla No. 11

Composición del antioxidante utilizado (G-16 de Griffith)

	<u>%</u>
Galato de propilo	6
Hidroxianisol butilado (BHA)	8
Hidroxitolueno butilado (BHT)	14
Citrato de monoglicérido	36
Aceite vegetal	36

Tabla No. 12

Composición del pez sierra seco

	<u>%</u>
Humedad	63.68
Proteínas	23.63
Grasa	6.56
Sales minerales	6.13

Tabla No. 13

Composición del pez sierra ahumado

	<u>%</u>
Humedad	52.95
Proteínas	30.61
Grasa	8.49
Sales minerales	7.95

La Tabla No. 14 muestra los resultados obtenidos de la destilación seca de 11 variedades de maderas existentes en el Estado de Veracruz. Con los datos parciales se graficó tiempo en minutos con temperatura en °C para cada variedad.

Tabla No. 15

Resultados bacteriológicos para 15 ejemplares de pez sierra fresco.

Colonias/g máximo

Cuenta total	500,000
<u>E. coli</u>	10
Coliformes	1,000
Estafilococo coagulasa (+)	100
<u>Salmonella</u>	negativo

Tabla No. 16

Resultados bacteriológicos para 15 ejemplares de pez sierra ahumado.

Colonias/g máximo

Cuenta total	10,000
<u>E. Coli</u>	negativo
Coliformes	100
Estafilococo coagulasa (+)	negativo
<u>Salmonella</u>	negativo

Nombres científicos y vulgares de las 11 variedades de madera utilizadas para la destilación seca. (25, 32)

<u>Nombre vulgar</u>	<u>Nombre científico</u>	<u>Familia</u>
Palo blanco	<u>Casearia sylvestris</u>	Urticáceas
Nogal	<u>Juglans pyniformis</u>	Juglándneas
Encino	<u>Quercus peduncularis</u>	Cupulíferas
Cedro	<u>Juniperus mexicana</u>	Coníferas
Cedro	<u>Cedrela mexicana</u>	Coníferas
Cedro	<u>Juniperus flaccida</u>	Coníferas
Cedro	<u>Juniperus virginiana</u>	Coníferas
Laurel	<u>Misanteca capitata</u>	Lauríneas
Primavera	<u>Tabelmia pentaphylla</u>	Primulaceas
Amate	<u>Ficus segoviae</u>	Urticáceas
Achiotillo	<u>Bixa orellana</u>	Bixíneas
Caoba	<u>Swietenia humilis</u>	Meliáceas
Caoba	<u>Swietenia macrophylla</u>	Meliáceas
Caoba	<u>Swietenia mahogani</u>	Meliáceas
Pionche	<u>Ceiba pentandra</u>	
Palo verde	<u>Parkinsonia aculeata</u>	Urticáceas

Tabla No. 14

Resultados obtenidos de la destilación seca de la madera

<u>Madera</u>	<u>Humedad</u> <u>%</u>	<u>Peso</u> <u>g</u>	<u>Destilado</u> <u>%</u>	<u>Residuo</u> <u>%</u>	<u>Gases</u> <u>%</u>	<u>Temperatura</u> <u>Dest. final °C</u>	<u>Tiempo</u> <u>Dest. min.</u>
Palo blanco	28.1	13.3	36.8	42.1	21.1	191	12
Nogal	28.2	11.1	35.1	45.9	19.0	178	26
Encino	28.6	22.2	35.6	43.2	21.2	165	25
Cedro	29.2	14.0	34.3	54.3	11.4	133	20
Laurel	26.2	10.8	34.2	49.0	16.8	169	20
Primavera	25.7	10.4	32.7	48.1	19.2	172	15
Amate	29.0	12.1	38.0	40.5	21.5	177	15
Achiotillo	31.1	9.8	38.8	43.9	17.3	183	14
Caoba	27.6	11.1	34.2	45.0	20.8	183	14
Pionche	26.7	13.1	32.8	52.6	14.6	186	15
Palo verde	31.3	11.3	38.9	42.5	18.6	187	17

Tabla No. 17

Características físicas de la sierra entera, presalada, salada y preahumada

	<u>Unitario</u>	<u>Diario</u>	<u>Semanal</u>
No. de peces sierra	1	2647	15,882
<u>Entera</u>			
- Peso en Kg	0.442	1,170	7,020
- Tamaño en cm	42	--	--
- Volumen en m ³	442 x 10 ⁻⁶	1.170	--
- Vol. almacenada en m ³	550 x 10 ⁻⁶	1.466	--
- Vol. alm. con hielo en m ³	800 x 10 ⁻⁶	2.118	--
<u>Presalada</u>			
- Peso en Kg	0.311	824	4,944
- Volumen en m ³	311 x 10 ⁻⁶	0.823	--
- Vol. almacenada en m ³	373 x 10 ⁻⁶	0.987	6,909
<u>Salada</u>			
- Peso en Kg	0.291	770.8	--
- Vol. con salmuera en m ³	562 x 10 ⁻⁶	1.488	--
<u>Preahumada</u>			
- Peso en Kg	0.282	747	4,620
- Tamaño en cm	33.6	--	--
<u>Ahumada</u>			
- Peso en Kg	0.218	577.2	--
- Volumen	259 x 10 ⁻⁶	0.686	--

Los datos de esta tabla serán utilizados en el diseño de equipo

MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO

<u>Análisis</u>	<u>Método utilizado</u>
Humedad de sierra fresca	Balanza de humedad y arrastre con xileno
Humedad de sierra ahumada	Balanza de humedad
Humedad de la madera	Estufa
Grasa	Extracción con éter del petróleo
Cenizas (sales minerales)	Calcinación
NaCl	Volhard
Proteínas	Kjeldahl

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Medios de cultivo utilizados para el análisis microbiológico (16):

Cuenta total

Siembra en placa de medio selectivo directo de agar nutriente.

Coliformes

Siembra en placa de medio selectivo de rojo bilis violeta agar.

Estafilococo coagulasa (+)

Siembra en medio de enriquecimiento de infusión de cerebro corazón.

Si es positivo se siembra en placa de medio selectivo No. 110.

Si es positivo se inocular en plasma de conejo para prueba de coagulasa.

Escherichia coli

Siembra en medio de enriquecimiento de caldo lactosado de verde brillante.

Si es positivo se siembra en placa de EMB (eosina azul de metileno).

Si se forman colonias con brillo metálico, se siembra en placa de PCA (Plate Count Agar).

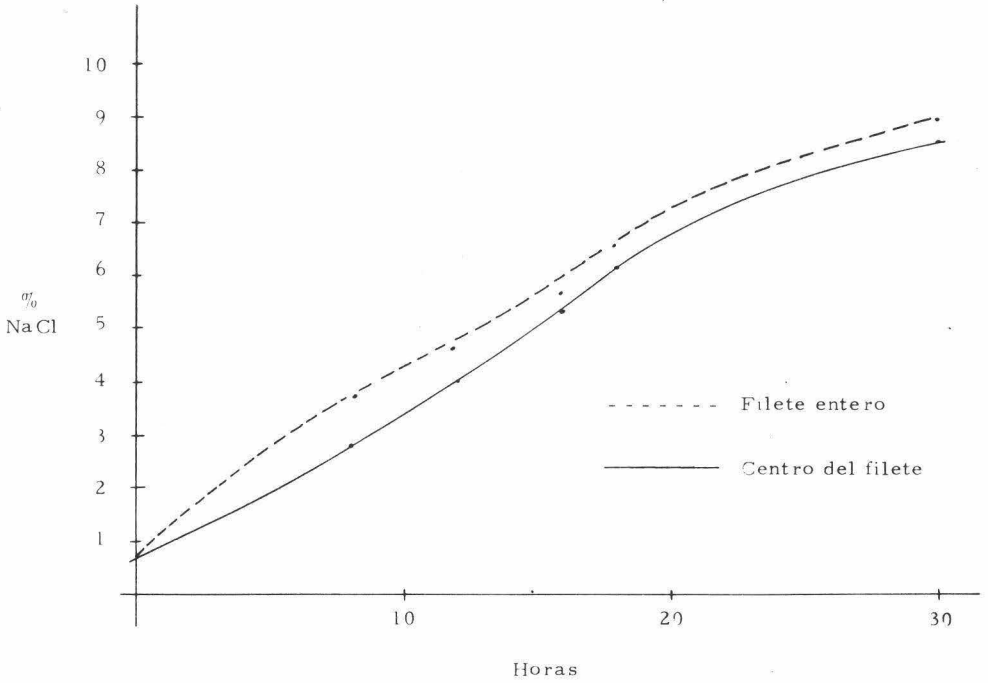
Si es positivo se efectúan pruebas de IMViC

Salmonella

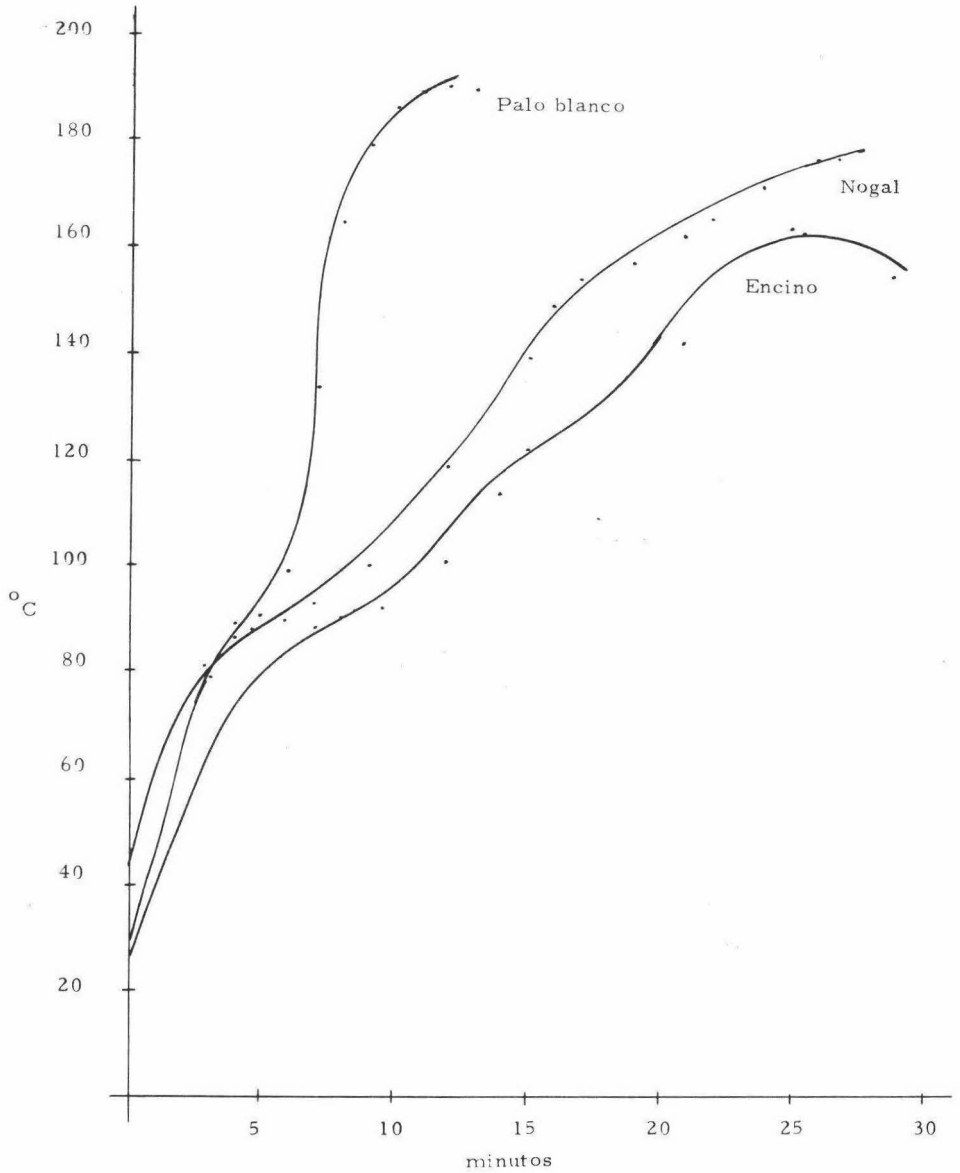
Se siembra en medio de enriquecimiento de caldo de tetracionato.

Si es positivo se siembra en placa de medio selectivo de Salmonella-shigella.

Si es positivo se efectuan pruebas biológicas (SIM, Kliegler, Roussell, Triple azúcar, Krumwide).

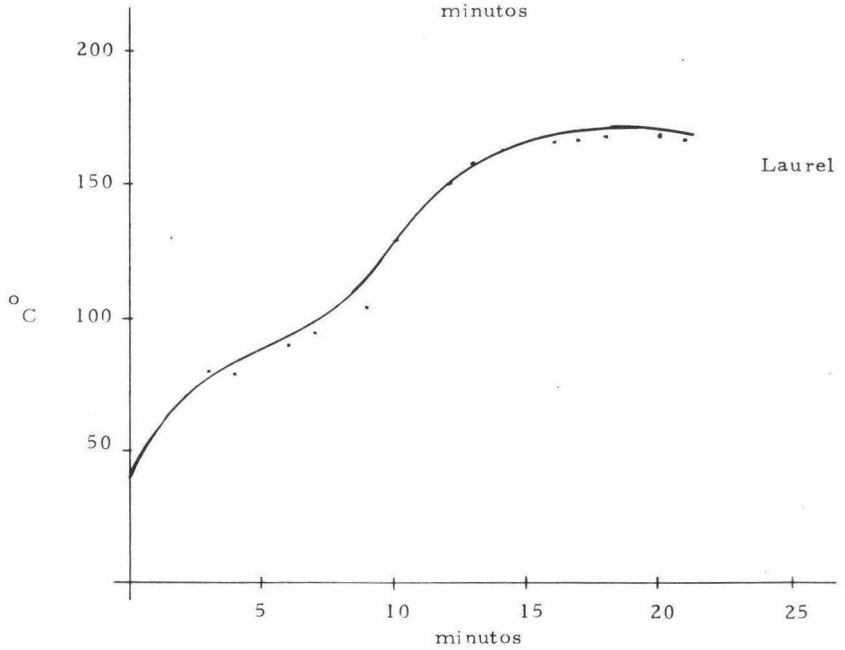
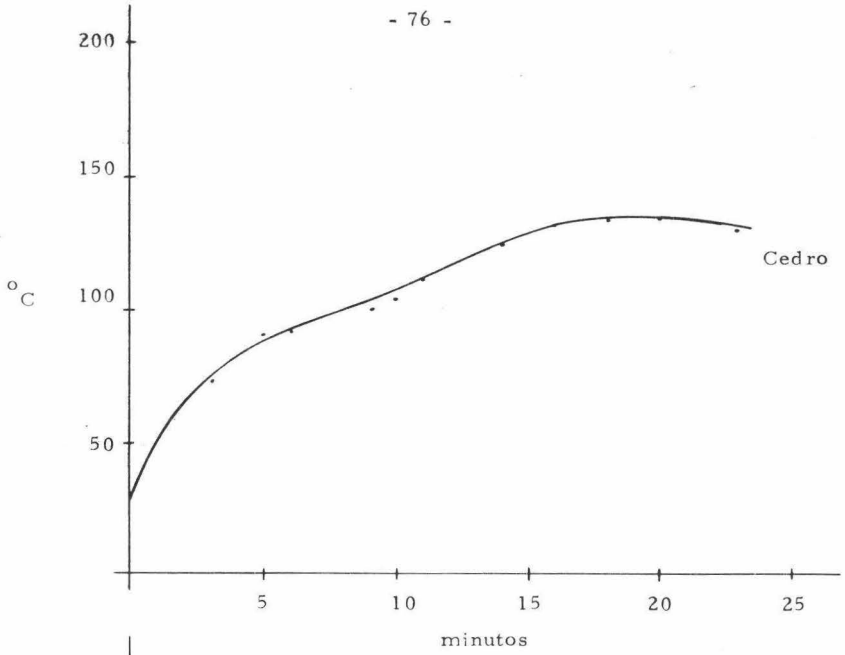


Gráfica No. 1 : Penetración de la sal en el filete de pez sierra
(Concentración de NaCl % con tiempo horas)



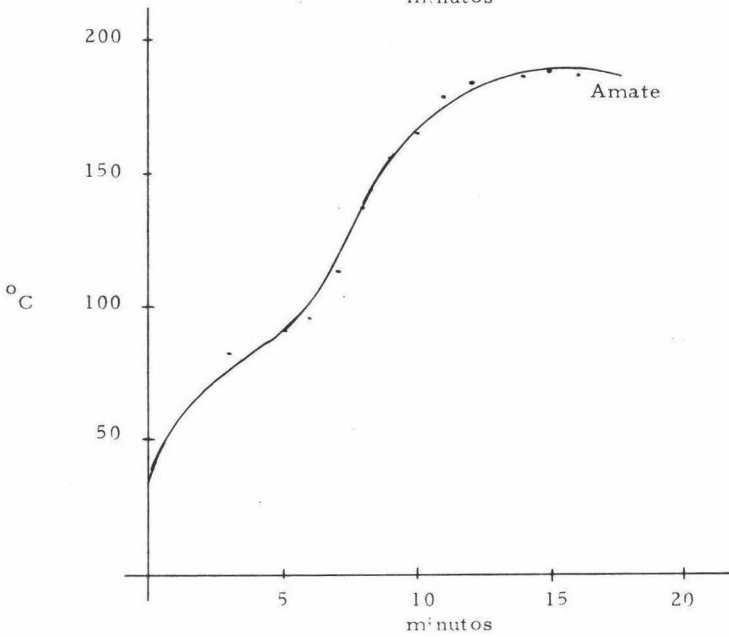
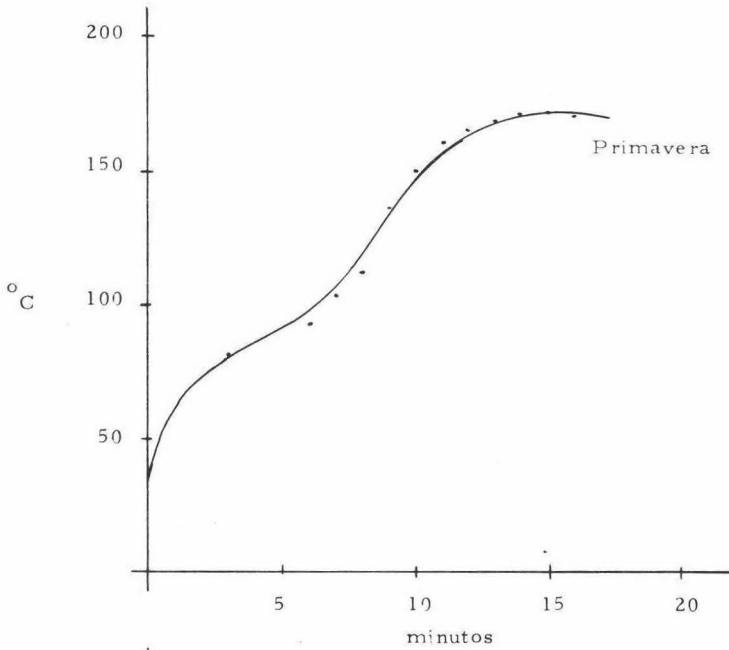
Curvas de la destilación seca de la madera

(Temperatura °C con tiempo min.)



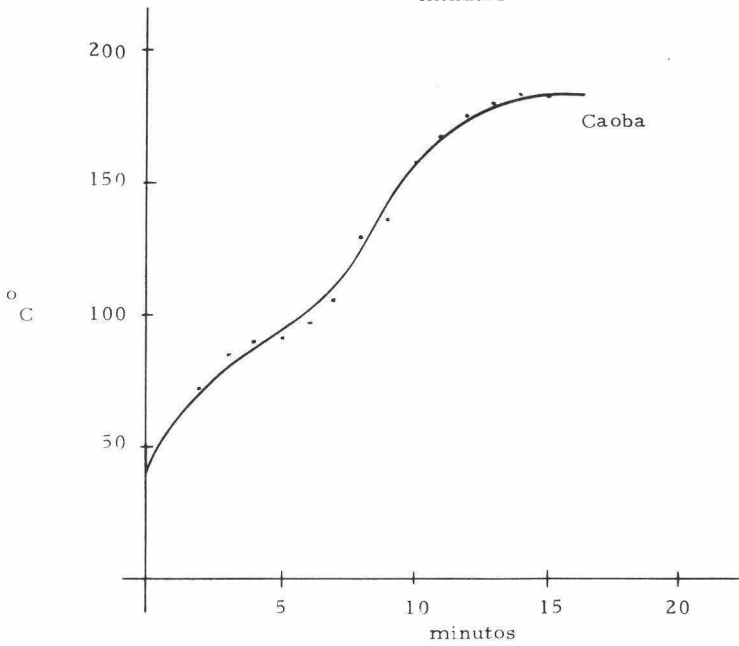
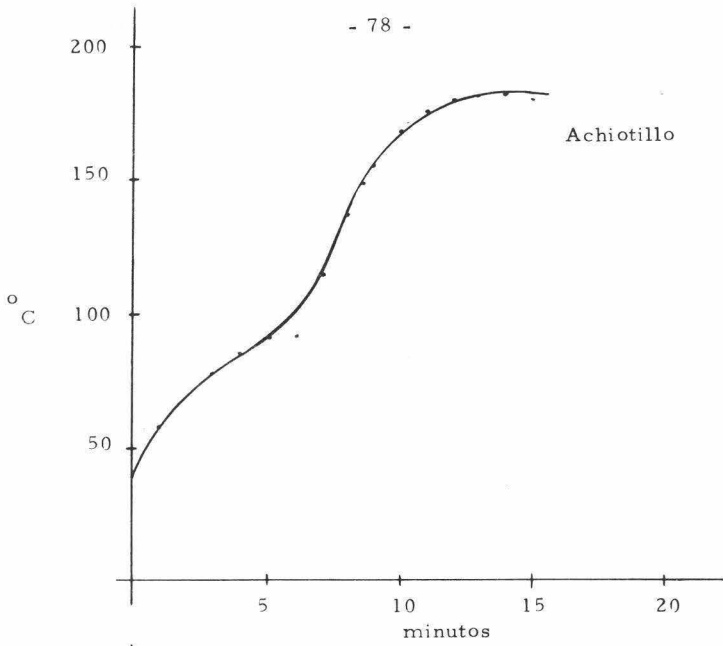
Curvas de la destilación seca de la madera

(Temperatura °C con tiempo min)

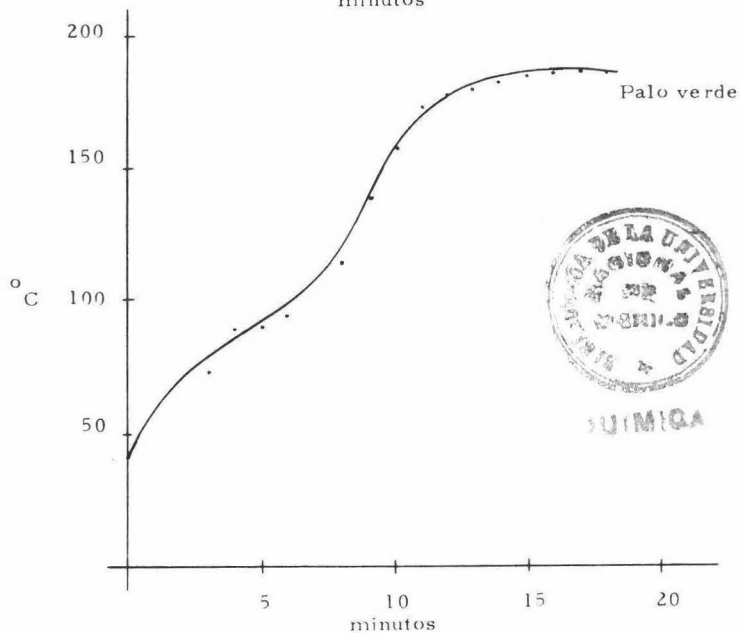
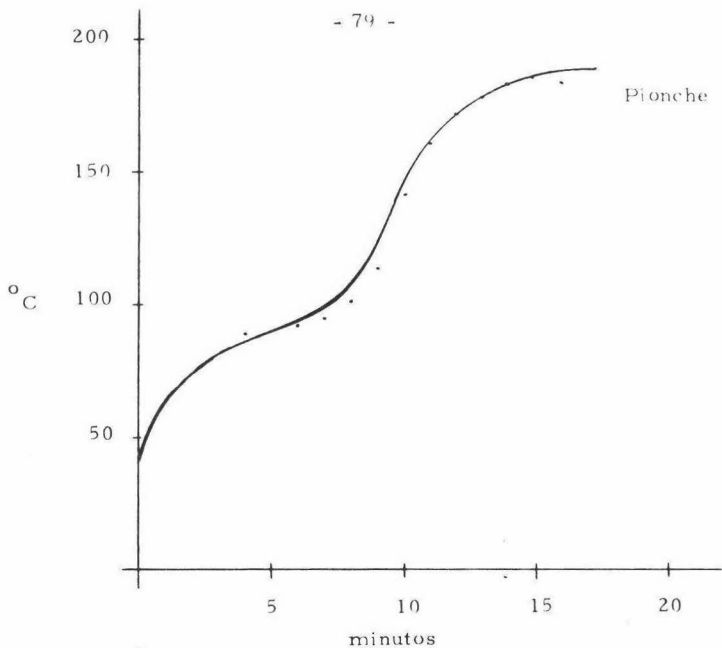


Curvas de la destilación seca de la madera

(Temperatura °C con tiempo min)



Curvas de la destilación seca de la madera
(Temperatura °C con tiempo min)



QUIMICA

Curvas de la destilación seca de la madera

(Temperatura °C con tiempo min)

CAPITULO VII

	<u>Pag.</u>
Proceso y balance de materia.	
1. CONDICIONES DE PROCESO.	81
2. ESPECIFICACION DE MATERIA PRIMA.	83
3. ESPECIFICACION DE PRODUCTO TERMINADO.	84
4. BALANCE DE MATERIA.	84

De acuerdo con los resultados obtenidos en las diferentes etapas de ahumado del pez sierra, se determinaron las condiciones de proceso y las especificaciones para sierra fresca y sierra ahumada.

CONDICIONES DE PROCESO

Obtención de pez sierra ahumado sin cabeza y sin 3/4 de espinazo.

I. Salado

Por el método de pila húmeda (salmuera).

Concentración de la salmuera	12%
Tiempo de permanencia	12 hrs.
Temperatura de la salmuera	Ambiente (28 ^o C)

II. Antioxidantes

Inmersión de la sierra en una suspensión de antioxidantes en agua.

Concentración de la suspensión	1% en peso sobre la grasa de la sierra.
Temperatura de la suspensión	Ambiente (28 ^o C)
Tiempo de permanencia	30 minutos

III. Congelado

Conservación de la sierra preahumada.

Temperatura de conservación	-18 ^o C
Tiempo de permanencia	2 semanas

IV. Descongelado

Descongelación lenta y controlada de la sierra para evitar crecimiento microbiano y ruptura intercelular, con el fin de asegurar una buena materia prima.

Temperatura de descongelación	5 ^o C
-------------------------------	------------------

Tiempo de permanencia 24 hrs.

V. Secado

Con circulación de aire forzado. Características del aire de secado.

Volumen 293m³/min.

Velocidad 488m/min.

Temperatura Ambiente (28°C)

Humedad relativa 80%

Tiempo de permanencia 18 hrs.

VI. Ahumado

En dos etapas.

a. - Ahumado en frío con objeto de depositar la mayor cantidad de constituyentes del humo sobre la sierra.

Temperatura de ahumado 35°C

Tiempo de ahumado 9 hrs.

b. - Ahumado en caliente para efectuar una cocción.

Temperatura de ahumado 80°C

Tiempo de ahumado 3 hrs.

VII. Generación de humo

Por medio de la destilación seca de la madera con aire caliente que pasa a través de serraduras de encino.

Características del aire :

Volumen 40 m³/seg.

Velocidad 1.5 m/seg.

Temperatura 85-200°C

Madera utilizada :

Variedad Encino

Forma	serraduras
Tamaño de partícula (serraduras)	30 mallas hasta 3.2mm diámetro.

ESPECIFICACION DE MATERIA PRIMA (PEZ SIERRA FRESCO)

A. Exámen organoléptico (33)

Deberá ajustarse al índice organoléptico de frescura, grupo A, subgrupos 1-2-3 hasta grupo B, subgrupo 1.

Se debe determinar a cada lote.

B. Microbiológica (17)

Colonias/g máximo

Se debe determinar a cada lote.

Cuenta total	500,000
Coliformes	1,000
Estafilococo coagulasa (+)	100
<u>Escherichia coli</u>	10
<u>Salmonella</u>	negativo

C. Análisis químico

Composición química. Se debe determinar 1 vez por semana.

	<u>σ%</u>
Agua	70.6 máximo
Proteínas	21.3 mínimo
Grasa *	5.9
Cenizas (sales minerales)	2.2

* Variable según época de captura.

ESPECIFICACION DE PRODUCTO TERMINADO (PEZ SIERRA AHUMADO)

A. Microbiológica

Colonias/g máximo tolerables. Se debe determinar a todos los lotes.

Cuenta total	10, 000
Coliformes	100
Estafilococo coagulasa (+)	negativo
<u>Escherichia coli</u>	negativo
<u>Salmonella</u>	negativo

B. Análisis químico

Composición química. Se debe determinar a todos los lotes.

	<u>%</u>
Agua	70.6 máximo
Proteínas	30.6 mínimo
Grasa *	9.5
Cenizas (sales minerales)	7.5 mínimo

* Variable según época de captura.

BALANCE DE MATERIA

Base : 1170 Kg de pez sierra entero.

Etapas de corte, eviscerado y fileteado.

Para obtener al pez sierra en condiciones de ser salado, se le elimina la cabeza, vísceras y 3/4 de espinazo, dejando la parte correspondiente a la cola. Esto representa, con relación al peso de pez sierra entero, el 29.57%.

Cantidad de pez sierra presalado :

$$1170 \text{ Kg} \times 0.7043 = 825 \text{ Kg}$$

Rendimiento con relación a la base : 70.43%

	<u>%</u>	<u>Kg</u>	<u>Kg</u>
Agua	70.61/100 x 825 =		582.5
Grasa	5.93/100 x 825 =		49.0
Proteínas	21.32/100 x 825 =		175.9
Sales minerales	1.33/100 x 825 =		10.9
NaCl	0.81/100 x 825 =		<u>6.7</u>
			825.0

Etapas de salado

La sierra presalada se lava detenidamente con salmuera al 3%, con el fin de eliminar la mayor cantidad de sangre.

Para un salado ligero con NaCl, la salmuera debe contener 12 partes de NaCl y 88 partes de agua en masa.

Por otra parte, 825 Kg de sierra presalada contienen 582.5 Kg de agua. Por lo tanto, 72.1 Kg de NaCl es la mínima cantidad teórica requerida para salar ligeramente el agua retenida en la sierra.

En la práctica se aplica un margen de seguridad, considerando que 11% de NaCl con respecto al peso de la sierra presalada es una buena proporción para obtener un ligero salado en la sierra.

Cantidad de sal utilizada

11% con relación al peso de la sierra presalada.:

$$0.11 \times 825 \text{ Kg} = 90.8 \text{ Kg}$$

Cantidad de sierra presalada y sal en los tanques de salado :

$$825 + 90.8 = 915.8 \text{ Kg}$$

Cantidad de sierra salada :

$$1170 \text{ Kg} \times 0.658 = 770.8 \text{ Kg}$$

Rendimiento con relación a la base : 65.88%

	<u>%</u>	<u>Kg</u>	<u>Kg</u>
Agua	64.75/100	x 770.8	= 500.0
Grasa	6.35/100	x 770.8	= 49.0
Proteínas	22.94/100	x 770.8	= 175.9
Sales minerales	5.96/100	x 770.8	= <u>45.9</u>
			770.8
NaCl	4.64/100	x 770.8	= 35.7

Etapa de secado

La sierra permanece en el cuarto de secado, con el objeto de que el agua en exceso sobre la superficie de la sierra sea eliminada.

Cantidad de sierra preahumada (seca).

$$1170 \text{ Kg} \times 0.6388 = 747 \text{ Kg}$$

Rendimiento con relación a la base : 63.88%

	<u>%</u>	<u>Kg</u>	<u>Kg</u>
Agua	63.68/100	x 747	= 476.2
Grasa	6.56/100	x 747	= 49.0
Proteínas	23.63/100	x 747	= 175.9
Sales minerales	6.13/100	x 747	= <u>45.9</u>
			747.0

Etapa de ahumado

La sierra preahumada (seca) se introduce a las cámaras ahumadoras, donde es sometida a un ahumado frío durante nueve horas y posteriormente a un ahumado caliente durante 3 horas.

Cantidad de sierra ahumada :

$$1170 \text{ Kg} \times 0.4933 = 577.2 \text{ Kg}$$

Rendimiento con relación a la base : 49.33%

	<u>%</u>	<u>Kg</u>	<u>Kg</u>
Agua	52.95/100	x 577.2	= 306.4
Grasa	8.49/100	x 577.2	= 49.0
Proteínas	30.61/100	x 577.2	= 175.9
Sales minerales	7.95/100	x 577.2	= <u>45.9</u>
			577.2

CAPITULO VIII

	<u>Pag.</u>
Diseño de equipo.	
1. CAPACIDAD DE PRODUCCION.	89
2. EQUIPO DE PROCESO.	89
3. LOCALIZACION DE LA PLANTA.	99
4. CONSTRUCCION DE LA PLANTA.	100

CAPACIDAD DE PRODUCCION

La capacidad de producción será de 1170 Kg de pez sierra fresco procesado por día (351,000 Kg por año), con la cual se cubrirá el 5^o% de la producción pesquera nacional de pez sierra y el 50% de la producción de pescado ahumado - (Tabla No. 18).

Tabla No. 18

Producción pesquera nacional anual de pez sierra fresco y pescado ahumado (12)

<u>Año</u>	<u>Pez sierra fresco Kg</u>	<u>Pez sierra ahumado Kg</u>	<u>Pescado ahumado Kg</u>
1968	7,100,000		
1969	6,493,000		123,000
1970	6,243,000		338,000
1971	7,020,000		375,000
1972	9,788,000		420,000
1973	8,296,000	25,000	343,000

EQUIPO DE PROCESO

I. Recepción

1 báscula romana con capacidad para 500 Kg.

10 cajas de plástico con dimensiones de 60 x 40 x 30 cm.

1 carretilla de acero inoxidable con dimensiones de 80 x 60 x 40 cm.

II. Eviscerado

1 pileta para pescado entero fresco en hielo con dimensiones de 2.00 x 0.80 x 0.70 m.

1 mesa de trabajo con dimensiones de 2.00 x 1.50 x 1.10 m. con pendiente de 3 grados al centro.

2 planchas de neopreno endurecido con dimensiones de 40 cm de diámetro y 50 cm de espesor

4 juegos de cuchillos de acero inoxidable.

1 afilador de cuchillos.

2 carretillas de acero inoxidable con dimensiones de 80 x 60 x 40 cm.

III. Lavado

Malla de acero inoxidable del No. 10 de 1.00 x 0.80 x 0.15 m, soportada en 2 paredes de 0.90m de altura.

Pileta de 1.00 x 0.80 x 0.70 m.

IV. Congelado (7, 11, 28, 37, 38)

Cámara de congelación para 2 semanas de inventario de pescado presalado de 3.00 x 3.00 x 2.00 m.

Temperaturas y características termodinámicas.

	<u>°C</u>	<u>°F</u>
T ₁ temperatura ambiente diurna, promedio	28.0	82.3
T ₂ temperatura ambiente nocturna, promedio	22.0	71.5
T ₃ temperatura del pescado	10.0	50.0
T ₄ temperatura de descongelación	5.0	41.0
T ₅ temperatura de congelación	-1.5	29.0
T ₆ temperatura de conservación	-10.0	14.0

C_{p1} = 0.76 BTU/lb °F arriba del punto de congelación.

C_{p2} = 0.41 BTU/lb °F abajo del punto de congelación.

λ_f = 101 BTU/lb calor latente de fusión

k = BTU ft/ft²hr °F conductividad térmica

m = 10,000 Kg cantidad de pez sierra congelado

Cálculo de la cámara de congelación

$$H_1 = C_{p1} m (T_3 - T_5)$$

$$\begin{aligned}
 H_1 &= 0.76 \times 22,000 \times (50 - 29) = 351,120 \text{ BTU} \\
 H_2 &= \lambda_f m \\
 &= 101 \times 22,000 = 2,222,000 \text{ BTU} \\
 H_3 &= C_{p2} m (T_5 - T_6) \\
 &= 0.41 \times 22,000 \times (29 - 14) = 135,300 \text{ BTU} \\
 Q_1 &= H_1 + H_2 + H_3 = \underline{2,708,420 \text{ BTU}}
 \end{aligned}$$

Area de paredes (A_1)

$$A_1 = 4 \times 3.00 \times 2.00 = 24.00 \text{ m}^2 = 258.2 \text{ ft}^2$$

Area del techo (A_2)

$$A_2 = 3.00 \times 3.00 = 9.00 \text{ m}^2 = 96.82 \text{ ft}^2$$

$$H_4 = \frac{A_1 (T_1 - T_6)}{\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3}} = \frac{A_1 (T_1 - T_6)}{R_1}$$

$$H_5 = \frac{A_1 (T_2 - T_6)}{R_1}$$

$$H_6 = \frac{A_2 (T_1 - T_6)}{\frac{x_3}{k_3} + \frac{x_4}{k_4} + \frac{x_5}{k_5}} = \frac{A_2 (T_1 - T_6)}{R_2}$$

$$H_7 = \frac{A_2 (T_2 - T_6)}{R_2}$$

Ladrillo rojo recocido	$k_1 = 0.400$	$x_1 = 0.425 \text{ ft}$
Enjarrado de mezcla 1:4	$k_2 = 0.440$	$x_2 = 0.098 \text{ ft}$
Espuma de poliestireno	$k_3 = 0.017$	$x_3 = 0.500 \text{ ft}$
Concreto armado	$k_4 = 0.440$	$x_4 = 0.333 \text{ ft}$
Chapopote	$k_5 = 0.057$	$x_5 = 0.083 \text{ ft}$

$$H_4 = \frac{298.2 (82.3 - 14)}{30.69} = 663.6 \text{ BTU}$$

$$H_5 = \frac{298.2 (71.5 - 14)}{30.69} = 558.7 \text{ BTU}$$

$$H_6 = \frac{96.82 (82.3 - 14)}{31.57} = 209.5 \text{ BTU}$$

$$H_7 = \frac{96.82 (71.5 - 14)}{31.57} = 176.3 \text{ BTU}$$

$$Q_2 = (H_4 + H_5 + H_6 + H_7) 12 = \underline{19,297.2 \text{ BTU/24 hr}}$$

Luces eléctricas

$$H_8 = W \times \text{hr} \times \frac{\text{BTU}}{W \text{ hr}}$$
$$= 2 \times 125 \times 3 \times 3.42 = 2565.0 \text{ BTU/24 hr}$$

Hombres trabajando

$$H_9 = h \times \text{hr} \times \frac{\text{BTU}}{\text{hr h}}$$
$$= 2 \times 3 \times 750 = 4500.0 \text{ BTU/24 hr}$$

Cambios de aire

$$H_{10} = V \times C \times \frac{\text{BTU}}{\text{ft}^3}$$
$$V = 3.00 \times 3.00 \times 2.00 \times 3.28^3 = 635.2 \text{ ft}^3$$
$$C = 18.2 \text{ cambios/24 hr}$$
$$H_{10} = 635.2 \times 18.2 \times 2.9 = 33,525.9 \text{ BTU/24 hr}$$

$$Q_3 = H_8 + H_9 + H_{10} = \underline{40,590.9 \text{ BTU/24 hr}}$$

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 = \underline{2,768,308.1 \text{ BTU/24 hr}}$$

Toneladas de refrigeración (TR)

$$TR = \frac{Q_t}{288,000}$$

$$TR = \frac{2,768,308.1}{288,000} = 9.612$$

$$TR_t = 9.612 \times \frac{100}{90} \% \times \frac{24}{18} \text{ hr} = 14.24$$

Para freón 12 1TR = 1HP

La potencia del compresor será de 15HP

V. Descongelado (7, 11, 28, 37, 38)

Cámara para descongelar la producción de un día, 1,170.0 Kg.

Dimensiones de: 2.00 x 2.00 x 2.00 m. Con una pileta de descongelación de 1.60 x 1.00 x 0.80 m.

Cálculo de la cámara de descongelación

$$H_1 = C_{p2} m (T_6 - T_5) \\ = 0.41 \times 2574 (14 - 29) = -15,830.1 \text{ BTU}$$

$$H_2 = \lambda_f m \\ = 101 \times 2574 = -259,974 \text{ BTU}$$

$$H_3 = C_{p1} m (T_5 - T_4) \\ = 0.76 \times 2574 \times (29 - 41) = -23,474.9 \text{ BTU}$$

$$Q_1 = H_1 + H_2 + H_3 = \underline{-299,279 \text{ BTU}}$$

Area de paredes (A_1)

$$A_1 = 3.00 \times 2.00 + 2 \times 2.00 \times 2.00 = 14.00 \text{ m}^2 = 150.6 \text{ ft}^2$$

Area del techo (A_2)

$$A_2 = 3.00 \times 2.00 = 6.00 \text{ m}^2 = 64.55 \text{ ft}^2$$

$$H_4 = \frac{A_1 (T_1 - T_4)}{\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3}} = \frac{A_1 (T_1 - T_4)}{R_1}$$

$$H_5 = \frac{A_1 (T_2 - T_4)}{R_1}$$

$$H_6 = \frac{A_2 (T_1 - T_4)}{\frac{x_3}{k_3} + \frac{x_4}{k_4} + \frac{x_5}{k_5}} = \frac{A_2 (T_1 - T_4)}{R_2}$$

$$H_7 = \frac{A_2 (T_2 - T_4)}{R_2}$$

Ladrillo rojo recocido	$k_1 = 0.400$	$x_1 = 0.425$ ft
Enjarrado de mezcla 1:4	$k_2 = 0.440$	$x_2 = 0.098$ ft
Espuma de poliestireno	$k_3 = 0.017$	$x_3 = 0.083$ ft
Concreto	$k_4 = 0.440$	$x_4 = 0.333$ ft
Chapopote	$k_5 = 0.059$	$x_5 = 0.083$ ft

$$H_4 = \frac{150.6 \times (82.3 - 41.0)}{6.18} = 1006.5 \text{ BTU}$$

$$H_5 = \frac{150.6 (71.5 - 41.0)}{6.18} = 743.3 \text{ BTU}$$

$$H_6 = \frac{64.55 (82.3 - 41.0)}{7.05} = 378.2 \text{ BTU}$$

$$H_7 = \frac{64.55 (71.5 - 41.0)}{7.05} = 279.3 \text{ BTU}$$

$$Q_2 = (H_4 + H_5 + H_6 + H_7) = \underline{28,887.6 \text{ BTU/24 hr}}$$

Luces eléctricas

$$H_8 = 2 \times 125 \times 3 \times 3.42 = 2,565.0 \text{ BTU/24 hr}$$

Hombres trabajando

$$H_9 = 2 \times 3 \times 750 = 4,500.0 \text{ BTU/24 hr}$$

Cambios de aire

$$V = 2.00 \times 3.00 \times 2.00 \times 3.28^3 = 423.4 \text{ ft}^3$$

$$C = 21.3 \text{ cambios/24 hr}$$

$$H_{10} = 423.4 \times 21.3 \times 2.9 = 26,153.4 \text{ BTU/24 hr}$$

$$Q_3 = H_8 + H_9 + H_{10} = 33,218.4 \text{ BTU/24 hr}$$

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 = \underline{-237,175.0 \text{ BTU/24 hr}}$$

Como durante la descongelación se absorbe calor, no es necesario colocar equipo acondicionador de aire.

VI. Preahumado

Salado en piletas

Volumen de las piletas

$$\text{pescado} = 0.823 \text{ m}^3$$

$$\text{sal} = 824 \text{ kg} \times 0.11 = 90.64 \text{ Kg}$$

$$\text{agua} = 88 \text{ Kg agua/12 Kg sal} \times 90.64 \text{ Kg sal} = 0.665 \text{ m}^3$$

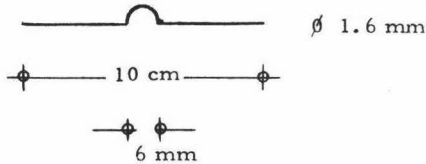
$$\text{Total} = 0.823 + 0.665 = 1.488 \text{ m}^3$$

Por lo tanto se necesitan 2 piletas de 1.50 x 1.10 x 1.00 m.

Cuarto de salado de 3.00 x 3.00 x 2.00 m.

Colgado

Se usarán 5600 ganchos de acero inoxidable de la siguiente forma:



960 tramos de barra de acero inoxidable de 4 mm de diámetro y 0.580 m de largo.

Secado

Cuarto de secado de 4.10 x 4.00 x 2.00 m.

1920 ángulos de acero inoxidable de 1.6 x 19.0 mm y 2.5 cm largo.

Ventilador centrífugo con capacidad de $293 \text{ m}^3/\text{min}$. a una velocidad de $488 \text{ m}/\text{min}$.

VII. Ahumado

Cámara ahumadora

Es mostrada en la figura No. 9 con sus dimensiones y partes de construcción.

1. Paredes laterales y trasera. De tabique rojo recocido ($27 \times 13 \times 6 \text{ cm}$), recubiertas por su parte interior con azulejo y por su parte exterior con mortero 1:4.
2. Angulos para soportar a las barras de colgado de $1.6 \times 19.0 \text{ mm}$ y 1.32 m de largo. De acero inoxidable.
3. Barras verticales para soportar a los ángulos. De 12.7 mm de diámetro y 1.80 m de largo. De acero inoxidable.
4. Barras para el colgado de los pescados. De 4 mm de diámetro y 58 cm de largo. De acero inoxidable.
5. Barras horizontales para soportar a las barras verticales. De 12.7 mm de diámetro y 1.80 m de largo. De acero inoxidable.
6. Cubierta exterior del tiro de la chimenea. De $1.35 \times 0.86 \text{ m}$. De lámina negra calibre No. 16.
7. Aislante. De 25.4 mm de espesor. De fibra de vidrio.
8. Cubierta interior del tiro de la chimenea. De $1.35 \times 0.86 \text{ m}$. De lámina de acero inoxidable calibre No. 16.
9. Techo. De $1.35 \times 0.80 \text{ m}$. De lámina negra calibre No. 12.
10. Tiro de salida de humos. De 20 cm de diámetro. De lámina negra calibre No. 20.
11. Piso inclinado. De $1.35 \times 0.86 \text{ m}$. De lámina de acero inoxidable

calibre No. 16.

12. Derivación de entrada de humo. De lámina perforada de acero inoxidable calibre No. 26, con perforaciones de 1.6 mm.

13. Tubo de entrada de humo. De 15 cm de diámetro. De lámina negra calibre No. 20.

Capacidad de la cámara ahumadora

La distribución de los pescados en la cámara ahumadora, es mostrada en la figura No. 10.

Filas pares

15 pescados x 4 frente x 4 fondo = 240 pescados

Filas no pares

18 pescados x 4 frente x 4 fondo = 288 pescados

TOTAL = 528 pescados/cámara

Capacidad de cada cámara ahumadora

528 pescados x 0.291 Kg/pescado = 153.6 Kg de pescado preahumado.

Para cubrir la producción diaria de pescado ahumado son necesarias 5 cámaras ahumadoras.

La figura No. 11 muestra la vista en planta de la cámara ahumadora.

Generador de humo

Es mostrado en la figura No. 12 con sus dimensiones y partes de construcción.

1. Ducto de admisión de aire caliente, construido en lámina negra calibre No. 20. De 0.15 m de diámetro. El aire debe tener las siguientes características :

Velocidad hasta 1.5 m/seg.

Volumen hasta 40 m³/min.

Variación de temperatura de 85° a 200°C .

Estas características serán mantenidas por un calefactor central, como se muestra en la figura No. 13.

2. Cuerpo del generador de humo construido en lámina negra calibre No. 12. Con diámetro superior de 1.30 m y diámetro inferior de 0.80m.
3. Tolva de serrín, construida en lámina negra calibre No. 16. Con diámetro superior de 1.10 m y diámetro inferior de 0.30 m, altura de 0.70 m.
4. Dosificador de serrín para una capacidad de 5 Kg a 20 Kg por hora. De 14 x 14 cm. Construido con 4 aletas de lámina negra calibre No. 16.
5. Platos perforados, construidos de lámina negra calibre No. 16 con orificios de 1.6 mm.
6. Tubo de salida para humo, construido en lámina negra calibre No. 20. De 15 cm de diámetro.

Calentador de aire

40m^3 de aire/min elevación de temperatura de 25°C hasta 200°C .

$$Q = m C_p (T_2 - T_1)$$

Aire: $C_p = 0.241 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{R}$ densidad $D = 0.07528 \text{ lb/ft}^3$

$$m = 40\text{m}^3/\text{min} \times (3.28\text{ft/m})^3 \times 0.07528 \text{ lb/ft}^3 = 10.62 \text{ lb/min}$$

$$Q = 10.62 \text{ lb/min} \times 0.241 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{R} \times (392 - 77)^{\circ}\text{F}$$

$$Q = 8,066.5 \text{ BTU/min}$$

$$Q = 483,993 \text{ BTU/hr}$$

Eficiencia total del sistema: 70%

$$Q_t = 483,993 \times 1.30 = 629,190 \text{ BTU/hr}$$

Se usará un quemador de diesel con las siguientes características :

Poder calorífico del diesel: 37,000 BTU/litro

Capacidad:

22.6 lph mínimo

56.5 lph máximo

Entrada por hora: 840,000 BTU mínimo; 2,100,000 máximo

Cámaras de combustión BTU/hr: 70% de eficiencia

590,000 mínimo; 1,470,000 máximo

Ventilador: 210 mm de diámetro, 117 mm de ancho

Bomba: de dos pasos

Motor: de 1/4 HP, 115 V, 50/60 ciclos, 1 fase

Transformador: 115 - 10,000 V

Cañón: 152 mm de diámetro

LOCALIZACION DE LA PLANTA

La planta estará localizada en el municipio de Alvarado, Ver., por las siguientes razones :

- a. Disponibilidad de mano de obra especializada.
- b. Servicios generales de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica.
- c. Disponibilidad de materiales de construcción.
- d. Disponibilidad de materia prima.
- e. Comunicaciones adecuadas.
- f. Facilidades del Gobierno Estatal y Federal al desarrollo pesquero.

CONSTRUCCION DE LA PLANTA (31)

El plano de distribución de la planta es mostrado en la figura No. 14.

1. Area de proceso.
 - a. Recepción
 - b. Eviscerado y limpieza
 - c. Congelación
 - d. Descongelación
 - e. Salado y colgado
 - f. Secado
 - g. Ahumado y empacado
 - h. Cuarto de generadores de humo y almacén de aserrín
2. Oficinas.
3. Baños y regaderas.
4. Almacén de producto terminado y materia prima.
5. Laboratorio de microbiología y control de calidad.
6. Bardas.
7. Taller de mantenimiento.
8. Comedor.

La construcción se ajustará a los requerimientos de seguridad y sanidad (15).

Area de proceso

Muros exteriores de tabique rojo recocido con altura de 4.50 m. Techo de concreto armado en forma de cúpula con ventanales. Piso de cemento pulido. Muros interiores de tabique rojo recocido con altura de 2.50 m con lambrín de azulejo a 2 m de altura. Puertas de lámina negra y perfil tubu-

lar. Todas las tinas de proceso con recubrimiento total de azulejo. Mesas de trabajo con recubrimiento de azulejo y extremos curvos. Todas las tinas tendrán salida central al drenaje.

Oficinas

Construidas en dos niveles. Con paredes exteriores de tabique rojo recocado, con altura de 2.50 m por nivel. Ventanales de perfil tubular. Con ventiladores fijos de tres aspas. Con baños. Con divisiones interiores de cancelería de perfil tubular.

Baños generales

Paredes de ladrillo rojo recocado a una altura de tres metros con recubrimiento interior de mosaico. Los accionadores de agua en las tazas y lavabos serán de pedal.

Almacén de producto terminado y materia prima

Muros de tabique rojo recocado con altura de 4.50 m. Techo de lámina de asbesto a dos aguas.

Laboratorio de microbiología y control de calidad

Muros de tabique rojo recocado a una altura de 3.00 m con lambría interior de azulejo a 2.00 m de altura. Aire acondicionado. En el laboratorio de microbiología se instalará un sistema de presión positiva.

Taller de mantenimiento

Muros de tabique rojo recocado a una altura de 4.00 m, con techo de lámina de asbesto a dos aguas.

Comedor

Muros de tabique rojo recocado a una altura de 4.00 m. Techo de lámina de asbesto a dos aguas.

Barda

La planta estará delimitada por malla de alambre a una altura de 3.00 m. -

Iluminación general

Será a base de lámparas fluorescentes de 75 W.

Instalación eléctrica

Será a prueba de agua, a través de conduit metálico.

Drenaje

Los pisos tendrán una pendiente hacia registros con campana sanitaria. Todos los pisos de proceso tendrán una canal en media caña de 0.15 m de diámetro, para el escurrimiento de aguas de limpieza.

Techos

De concreto armado.

Pisos

De cemento acabado pulido.

Equipo contra incendios

Es mostrado en la figura No. 15.

Diagrama eléctrico (18)

Es mostrado en la figura No. 16.

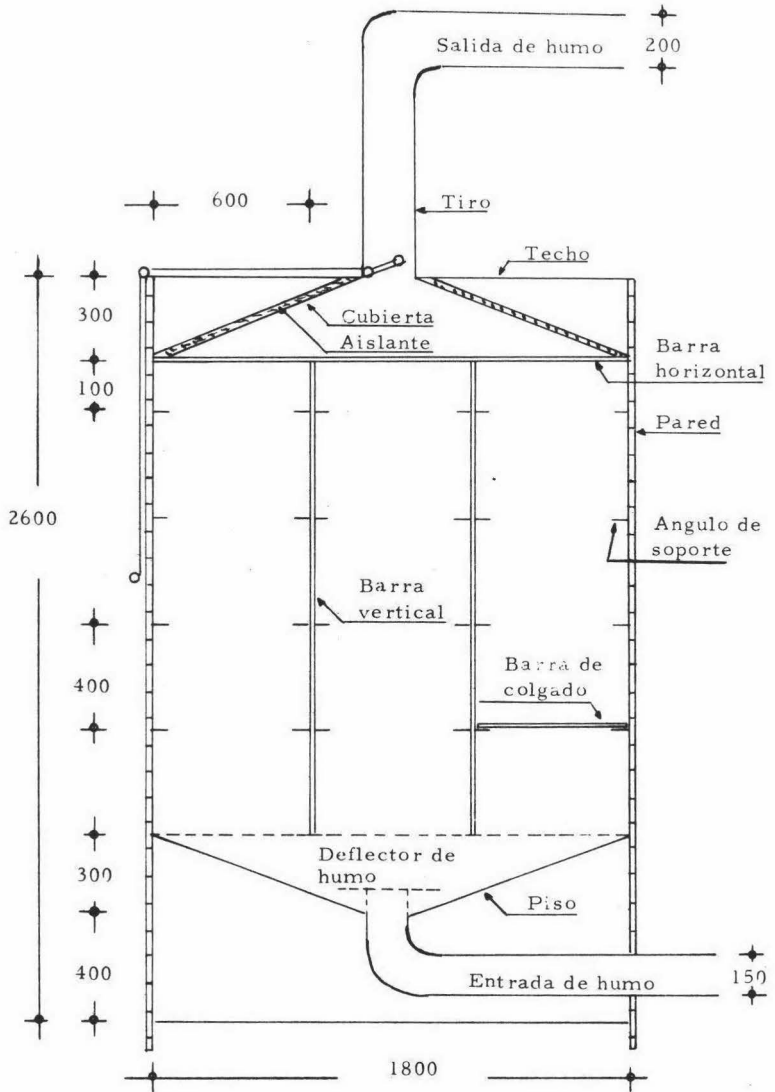
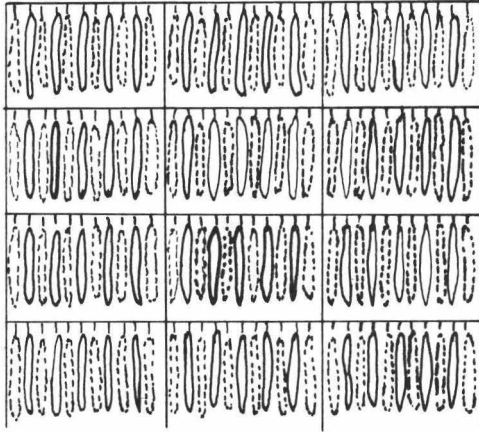


Figura No. 9: Cámara ahumadora

Acotación en mm

Vista frontal



Vista lateral

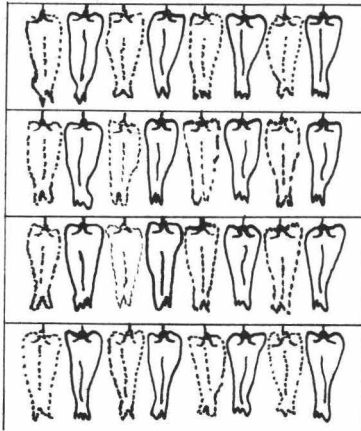


Figura No. 10: Distribución del pez sierra en la cámara ahumadora.

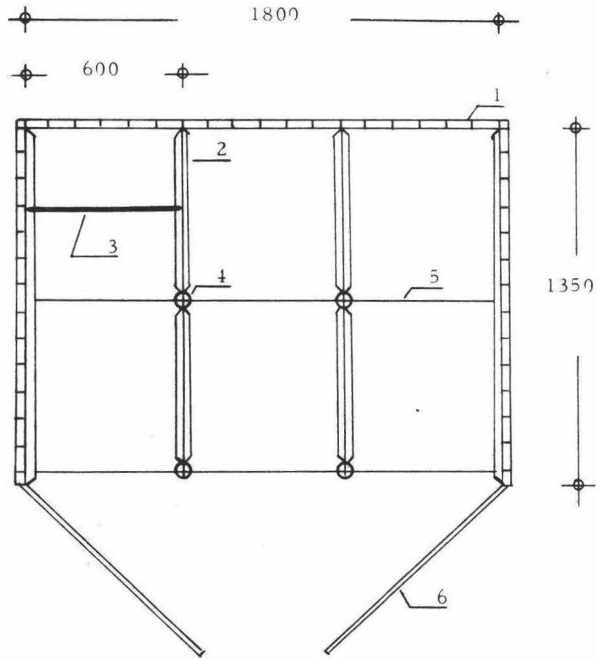


Figura No. 11: Vista en planta de la cámara ahumadora.

1. Pared de tabique.
2. Angulos de soporte para barras de colgado.
3. Barra de colgado.
4. Barras verticales para soportar a los ángulos.
5. Barras horizontales para soportar las barras verticales.
6. Puertas.

Acotación en mm

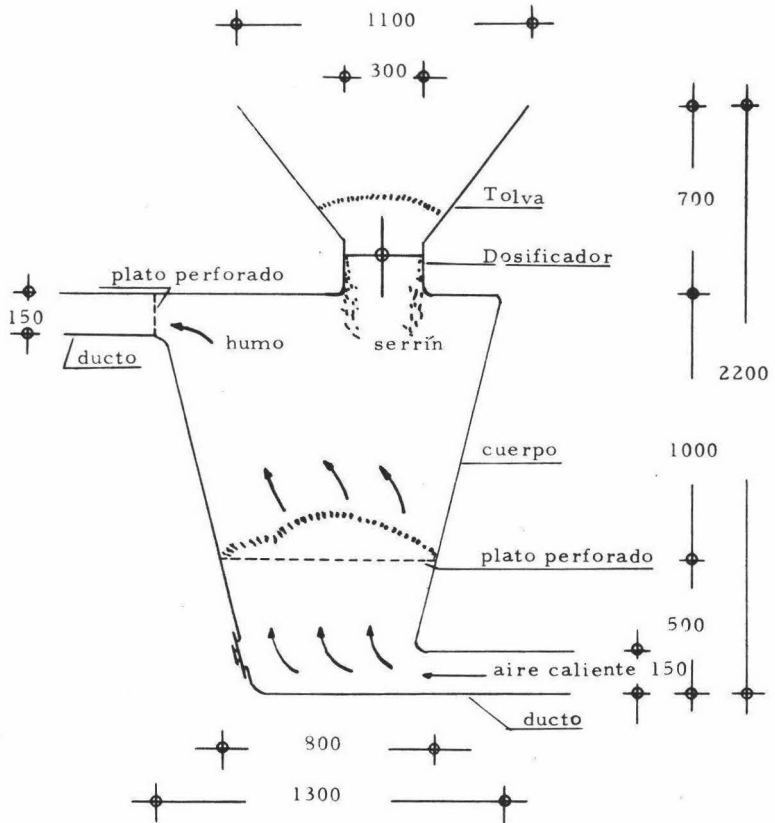


Figura No. 12: Generador de humo.

Acotación en mm

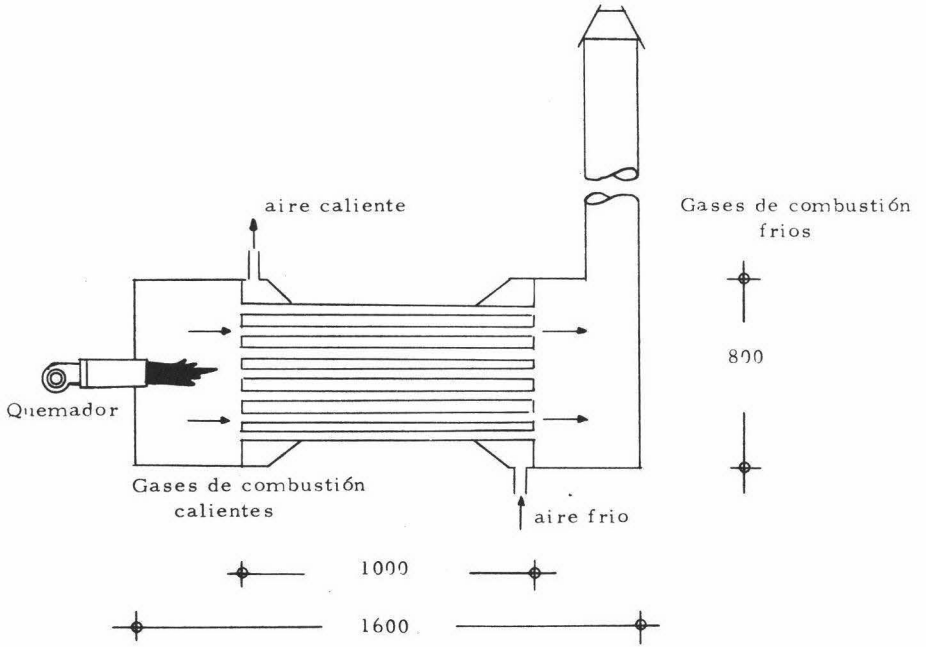
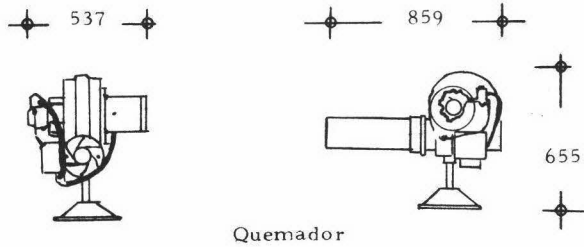


Figura No. 13 : Calefactor central



Acotación en mm

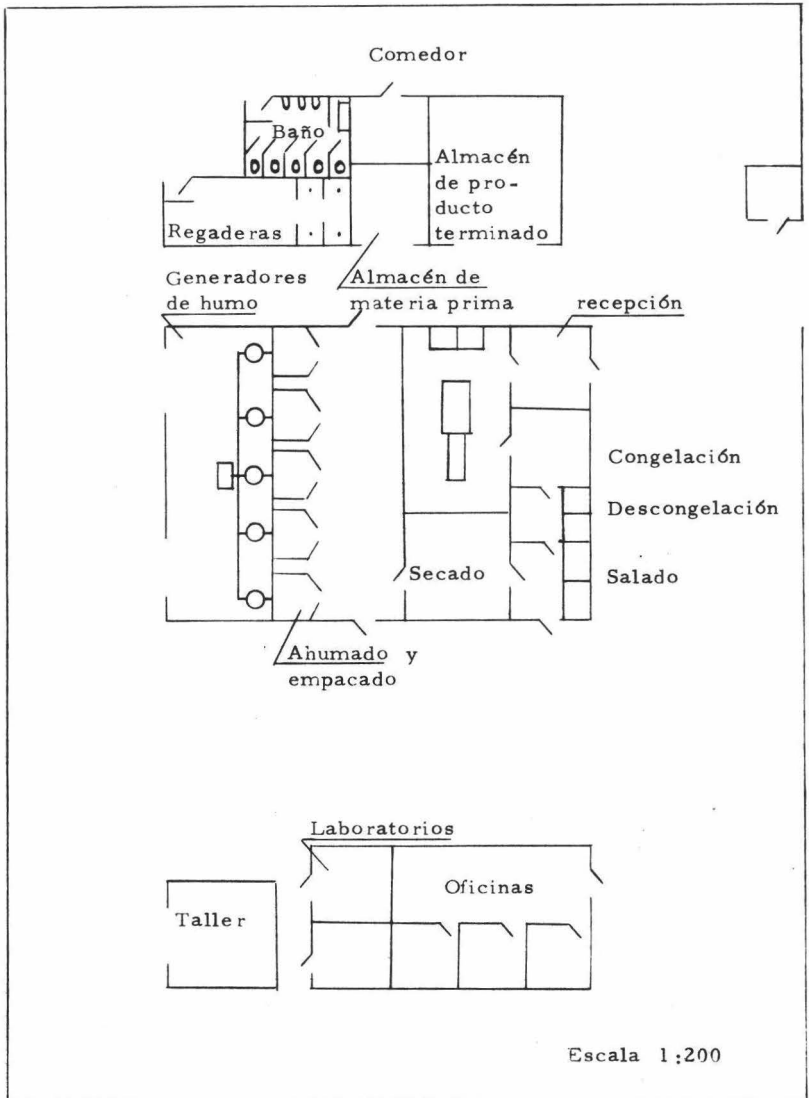


Figura No. 14: Distribución general de la planta.

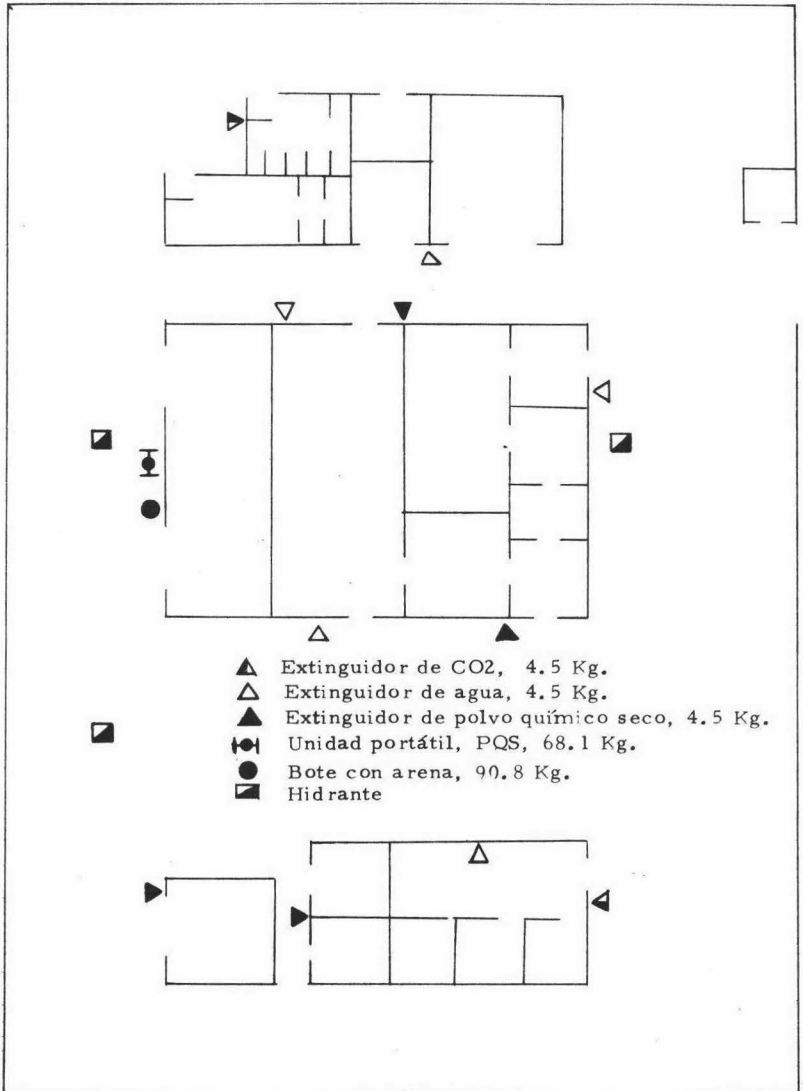


Figura No. 15: Equipo contra incendio

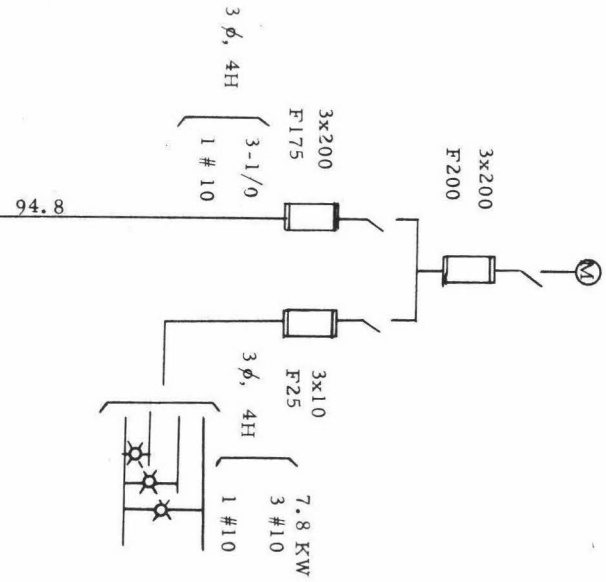
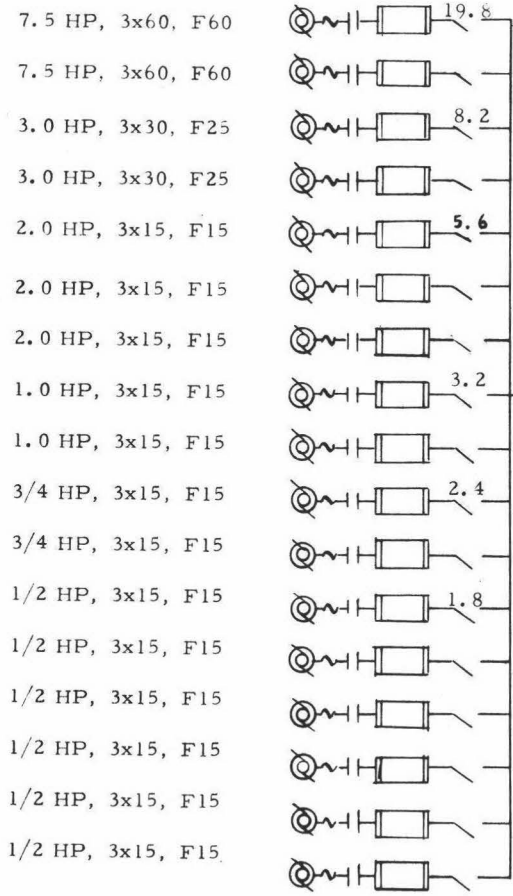


Figura No. 16: Diagrama eléctrico.

CAPITULO IX

	<u>Pag.</u>
Estudio económico.	
1. INVERSION.	112
2. COSTOS DE PRODUCCION.	114
3. RENTABILIDAD	127

I N V E R S I O N

TERRENO	24,600.00
EDIFICIO	515,040.00
EQUIPO	367,269.25
CAPITAL DE TRABAJO	4,590,178.63
INVERSION TOTAL	5,497,087.88

I N V E R S I O N

ACTIVO CIRCULANTE

EFECTIVO	4,158,088.63
CUENTAS POR COBRAR	280,000.00
INVENTARIOS	125,400.00

4,563,488.63 *

ACTIVO FIJO

TERRENO	24,600.00
EDIFICIO	515,040.00
EQUIPO	367,269.25

DIFERIDO

GASTOS DE PREOPERACION Y ARRANQUE	26,690.00
INVERSION TOTAL	5,497,087.88

*** = 4,590,178.63

	<u>Kg</u>	<u>\$/Kg*</u>	<u>\$</u>
Pez sierra	351,000.0	5.50	1,930,500.00
Sal	27,192.0	1.10	29,911.20
Antioxidante	14.7	62.50	918.75
Sorbato de potasio	173.2	82.00	14,202.40
Madera	95,535.0	0.53	50,633.55
Subtotal			2,026,165.90
3% merma			60,784.98
T O T A L			2,086,950.88

* Precios en el mercado hasta agosto de 1974.

B). - Material de empaque

Corrugados con capacidad de 9 Kg de pez sierra ahumado

(577.2/9) x 300 = 19,240

Cajas de papel couché con capacidad de 1 Kg de pez sierra ahumado

577.2 Kg x 300 = 173,160

Película de celofán recubierto con sarán.

Cada caja lleva 0.07 m²

173,160 cajas x 0.07 = 12,121.2 m²

Tarimas de madera

Almacén de producto terminado 24

Almacén de materia prima 10

Tráfico 16

T O T A L 50

Bolsas de polietileno de 0.004¹¹ y 75 cm x 110 cm para desperdicios

5/día x 300 días = 1,500.

	<u>Unidades</u>	<u>\$/unidad*</u>	<u>\$</u>
Corrugados	19,240.0	3.15	60,606.00
Cajas	173,160.0	0.35	60,606.00
Tarimas	50.0	130.00	6,500.00
Película	12,121.2	0.75	9,090.90
Bolsas	1,500.0	2.10	3,150.00
Subtotal			139,952.90
3% merma			4,198.60
T O T A L			144,151.50

C). - Mano de obra

Se trabajarán 3 turnos

Eviscerado 5 pescados/min

Salado 12 horas

Secado 18 horas

Ahumado 12 horas

	<u>Trabajadores</u>		
	<u>1o. Turno</u>	<u>2o. Turno</u>	<u>3o. Turno</u>
Eviscerado, recepción y congelación	2	-	-
Ahumado y empaque	2	1	1
Generador de humo	-	1	1
Colgado y limpieza	1	-	-
Descongelado y salado	-	-	1
Turno volante	1	-	1
Intendencia	1	1	-
T O T A L	7	3	4

* Precios en el mercado hasta agosto de 1974.

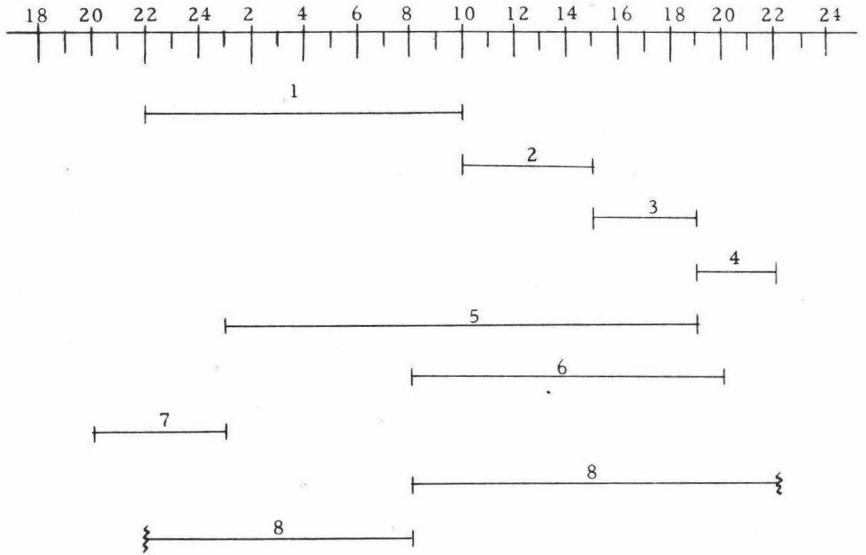


Figura No. 17: Distribución de la jorjada de trabajo.

1er. turno de 7:00 hrs. a 15:30 hrs.

2o. turno de 15:30 hrs. a 23:00 hrs.

3o. turno de 23:00 hrs. a 7:00 hrs.

1 Ahumado

2 Descarga y empaque

3 Limpieza de cámaras ahumadoras.

4 Carga de cámaras ahumadoras

5 Secado

6 Salado

7 Colgado

8 Descongelado

Supervisión

	<u>1o. Turno</u>	<u>2o. Turno</u>	<u>3o. Turno</u>
Supervisores de producción	1	1	1
Jefe de producción	1	-	-

Salario por posición \$

	<u>Mensual</u>	<u>Anual</u>
Operadores	2,200.00	26,400.00
Obreros	1,800.00	21,600.00
Supervisores	3,500.00	42,000.00
Jefe de producción	7,000.00	84,000.00

Costo de mano de obra total \$

Operadores	8x26,400.00	=	211,200.00
Obreros	6x21,600.00	=	129,600.00
Supervisores	3x42,000.00	=	126,000.00
Jefe de producción	1x84,000.00	=	84,000.00
Subtotal			550,800.00
35% de beneficios			192,780.00
T o t a l			743,580.00

D). - Gastos generales

Costo del equipo

Los costos se calcularon de acuerdo a los precios de las siguientes compañías (hasta agosto de 1974):

- Metales Návalos, S.A. y Metales Cuitlahuac, S.A.
- Refrigeración: Gilvert Copeland, S.A. de C.V.
- Quemadores y Controles: Enterprise, S.A.
- Motores: ASEA

- Básculas: Fairbanks Morse.
- Cajas de plástico: Compañía Industrial de Plásticos, S. A. (CIPSA).
- Montacargas: Yale Eaton.
- Equipo contra incendio: Agencias Eclipse, S. A.
- Acondicionamiento de aire: Cli-Martz, S. A.

Costo del equipo

	<u>Unidades</u>	<u>Costo/ unidad</u>	<u>\$ Total</u>
Eviscerado y recepción			
- Báscula romana 500 Kg	1	3,000.00	3,000.00
- Cajas de plástico	10	53.00	530.00
- Carretilla	3	1,500.00	4,500.00
- Plancha de neopreno	2	300.00	600.00
- Juego cuchillos/afilador	4	200.00	800.00
- Malla de acero inoxidable	1	150.00	150.00
S u b t o t a l			9,580.00
Congelación	9 m ²	1,500.00	13,500.00
Descongelación	4 m ²	500.00	2,000.00
Colgado			
- Ganchos de acero inoxidable	5,600	0.50	2,800.00
- Barras de colgado	960	5.00	4,800.00
- Angulos de soporte	1,920	2.00	3,840.00
- Ventilador	2	2,300.00	4,600.00
S u b t o t a l			16,040.00
Cámara ahumadora	5	5,354.00	26,770.00
- Angulos de soporte	24	72.60	1,742.40
- Barras verticales	4	116.10	464.40

	<u>Unidades</u>	<u>Costo/ unidad</u>	<u>\$ Total</u>
- Barras de colgado	90	5.00	480.00
- Barras horizontales	2	116.10	232.20
- Cubierta exterior	2m ²	110.00	220.00
- Aislante de fibra de vidrio	2m ²	120.00	240.00
- Cubierta interior	2m ²	200.00	400.00
- Techo	2.5m ²	290.00	725.00
- Tiro de salida de humo	1	100.00	100.00
- Piso inclinado	2.5 m ²	200.00	500.00
- Lámina perforada	1	150.00	150.00
- Tubo de entrada de humo	1	100.00	100.00
Generadores de humo	5	1,771.85	8,859.25
- Cuerpo	4.40m ²	128.60	565.85
- Ducto de aire	1	100.00	100.00
- Tolva de serrín	2.40m ²	73.50	176.40
- Platos perforados	0.52m ²	155.00	80.60
- Dosificador	1	100.00	100.00
- Motores de dosi ficador, 1/2 HP	1	749.00	749.00
Calentador de aire y cámara de combustión:			18,000.00
Tanque de combustible para 5,000 litros:			10,000.00
2 básculas para pescado ahumado:			6,000.00
Equipo de taller mecánico eléctrico:			50,000.00
Equipo para laboratorios:			20,000.00
Equipo de limpieza (bomba de aspersión):			15,000.00
Montacargas para 1,350 kg con batería y cargador:			135,000.00
Equipo contra incendio			16,520.00

- 5 extinguidores de polvo químico seco de 4.5 Kg	5,750.00
- 5 extinguidores de agua de 4.5 Kg	4,350.00
- 2 extinguidores de CO ₂ de 4.5 Kg	1,920.00
- 1 unidad portátil de polvo químico seco de 68.1 Kg	3,750.00
- 50 m de manguera de 1", con 2 chiflones de 3/8"	750.00
Materiales varios	20,000.00

Costo de instalación y construcción de la planta (31)

<u>Concepto</u>	<u>Medidas</u>	<u>m²</u>	<u>\$/m²</u>	<u>\$ total</u>
Planta	16x11	176.00	1,300.00	228,800.00
Baños	4x3	12.00	1,500.00	18,000.00
Regaderas	2.6x7	18.20	1,400.00	25,480.00
Producto terminado	5.4x5	27.00	1,050.00	28,350.00
Materia prima	3.4x3	10.20	1,050.00	10,710.00
Comedor	3x3	9.00	1,100.00	9,900.00
Oficinas, 2 niveles	5.5x7.5	41.25	1,500.00	123,750.00
Laboratorios	5.5x3	16.50	1,500.00	24,750.00
Talleres	4x4	16.00	1,050.00	16,800.00
Barda	142 m		200.00	28,400.00
Terreno	41x30	1,230.00	20.00	24,600.00
Total				539,640.00

Depreciación

Inversión en instalación		539,640.00
Depreciación de instalación	= $\frac{\$539,640.00}{5 \text{ años}}$	= \$107,928.00/año

Depreciación en equipo (\$)

- Recepción y eviscerado	9,580.00
- Congelación	13,500.00
- Descongelación	2,000.00
- Colgado	16,040.00
- Cámaras ahumadoras	26,770.00
- Generadores de humo	8,859.25
- Quemadores	28,000.00
- Taller eléctrico y mecánico	50,000.00
- Equipo de laboratorio	20,000.00
- Equipo de limpieza	15,000.00
- Montacargas	135,000.00
- Equipo contra incendio	16,520.00
- Equipo de pesado	6,000.00
- Materiales varios	20,000.00
T o t a l	367,269.25

Depreciación de equipo = $\frac{\$367,269.25}{10 \text{ años}}$ = \$36,726.93/año

Energéticos

	<u>Unidades</u>
Lámparas iluminación 74W	106
Motores congelación 7.5 HP	2
Motores de ventilador de secado 2 HP	2
Motores de generador de humo 1/2 HP	5
Motor de quemador 3 HP	1
Motor de aire acondicionado laboratorio 3 HP	1
Equipo de taller eléctrico y mecánico 6 HP	1

Potencia y tiempo de operación por máquina

<u>HP</u>	<u>Fases φ</u>	<u>V_n</u>	<u>V_n</u>	<u>I_n</u>	<u>cosFP</u>	<u>KW</u>
7.5	3	$\sqrt{3}$	220	19.8	0.8	6.291
3	3	$\sqrt{3}$	220	8.2	0.8	2.500
2	3	$\sqrt{3}$	220	5.6	0.8	1.705
1	3	$\sqrt{3}$	220	3.2	0.8	0.974
1/2	1	$\sqrt{1}$	125	2.4	0.8	0.240
1/4	1	$\sqrt{1}$	125	1.9	0.8	0.190

$$KW = V_n I_n \cos FP$$

	<u>Potencia KW/hr</u>	<u>Tiempo operación hr/día</u>	<u>KW/año</u>
Lámparas	0.074	20	444
Congelación	6.291	18	67,943
Secado	1.705	18	18,414
Generador	0.240	12	4,320
Quemador	2.500	12	9,000
Aire acondicionado	2.500	8	6,000
Equipo talleres	5.000	12	18,000
T o t a l			124,121

Costo del Kw/hr industrial a baja tensión: \$0.30

Costo de energía eléctrica por año \$37,236.25

Diesel para el quemador

22.6 l/hr x 12 hr/día x 300 días x \$0.50/l = \$40,680.00

Gastos de mantenimiento

10% sobre el equipo \$26,690.00

Gastos de arranque

10% sobre equipo \$26,690.00

Gastos generales

Depreciación	\$
- Equipo	36,726.93
- Instalación	107,928.00
Energéticos	
- Diesel	40,680.00
- Electricidad	37,236.25
Mantenimiento	26,690.00
Arranque	26,690.00
T O T A L	275,951.18

E). Costos de producción

Materia prima	2,036,950.88
Material de empaque	144,151.50
Mano de obra	743,580.00
Gastos generales	277,951.18
T O T A L	3,250,633.56

Producción de pez sierra ahumado por año:

$$577.2 \text{ Kg/día} \times 300 \text{ días} = 173,160 \text{ Kg}$$

Costo del pez sierra ahumado por Kg :

$$\frac{\$3,250,633.56}{173,160 \text{ Kg}} = \$18.772/\text{Kg}$$

F). Gastos de mercadotecnia

Publicidad y promoción	100,000.00
Distribución	50,000.00
T O T A L	150,000.00

G). Gastos de Operación

	<u>Mensual \$</u>	<u>Anual \$</u>
Mantenimiento		
- Jefe de mantenimiento	6,000.00	72,000.00
- 3 asistentes	2,500.00	90,000.00
Control de calidad		
- Químico microbiólogo	5,000.00	60,000.00
- 4 asistentes	2,500.00	120,000.00
Contabilidad		
- Contador	5,000.00	60,000.00
- 2 asistentes	2,500.00	60,000.00
Ventas		
- Jefe de ventas	5,000.00	60,000.00
- 2 vendedores	3,500.00	84,000.00
Compras		
- Jefe de compras	4,000.00	48,000.00
2 secretarias	2,000.00	48,000.00
3 vigilantes	2,000.00	72,000.00
Subtotal		774,000.00
20% beneficios		154,800.00
T O T A L		928,800.00

H). GASTOS TOTALES \$

Costos de producción	3,250,633.56
Gastos de operación	928,800.00
Mercadotecnia	150,000.00
T O T A L	4,329,433.56

Costo unitario:

$$\frac{\$4,329,433.56}{173,160 \text{ Kg}} = \$25.00$$

Costo de ventas:

Volumen de ventas x costo unitario = costo de ventas

$$173,160 \text{ Kg} \times \$25.00 = \$4,329,433.56$$

Ventas

Volumen de ventas x precio de venta = ventas

$$173,160 \text{ Kg} \times \$28.00 = \$4,848,480.00$$

Cálculo de rentabilidad

Rentabilidad 1 = Utilidad neta/inversión total

Rentabilidad 2 = Utilidad neta/capital social

Rentabilidad 3 = Utilidad neta/ventas netas

Rentabilidad

'000s \$	Años de Operación					
	1	2	3	4	5	6
Ventas brutas	4,848.5	5,139.4	5,447.8	5,774.7	6,121.1	6,488.4
- ISIM 4%	193.9	205.6	217.9	231.0	244.8	259.5
Ventas netas	4,654.6	4,933.8	5,229.9	5,543.7	5,876.3	6,228.9
Costos y gastos	4,329.5	4,428.1	4,663.6	4,909.6	5,166.6	5,302.1
- Producción	3,079.3	3,233.2	3,394.9	3,564.7	3,742.9	3,930.0
- Operación	928.8	975.2	1,024.0	1,075.2	1,129.0	1,185.4
- Mercadotecnia	150.0	75.0	100.0	125.0	150.0	150.0
- Depreciación	144.7	144.7	144.7	144.7	144.7	36.7
- Arranque	26.7	-	-	-	-	-
Utilidad antes de impuesto	325.1	505.7	566.3	634.1	709.7	926.8
Impuesto (24)	80.1	146.3	175.6	208.7	245.5	351.1
Utilidad después de impuesto	245.0	359.4	390.7	425.4	464.2	575.7
Reparto de utilidades	30.9	45.3	49.3	53.6	58.5	72.5
Utilidad neta	214.1	314.1	341.4	371.8	405.7	503.2
Rentabilidad 1	3.89	5.71	6.21	6.76	7.38	9.15
Rentabilidad 2	7.78	11.42	12.42	13.52	14.76	18.30
Rentabilidad 3	4.59	6.36	6.52	6.70	6.90	8.07

CONCLUSIONES

La actividad pesquera en México ha tenido un crecimiento inferior al de otras actividades, lo que ha traído como consecuencia un estancamiento en lo que respecta a la creación de industrias afines, coadyuvando también a un desaprovechamiento de la mano de obra existente en las zonas costeras que a su vez ha provocado un desplazamiento de dichos recursos hacia regiones más densamente pobladas, creando el consiguiente problema demográfico.

El escaso desarrollo de la pesca ha servido para palpar las extensas posibilidades para el incremento de dicha actividad en el futuro; posibilidades que hasta ahora no han sido aprovechadas debido a una infinidad de problemas de diversa índole.

Las causas del bajo consumo de productos pesqueros por el pueblo mexicano, son debidas, entre otras, a :

- Falta de transportación adecuada, lo cual propicia un alza en el precio y grandes pérdidas por deterioro del producto.
- Falta de tecnología adecuada, para conservación lo cual acarrea una - distribución deficiente al interior de México.

La sierra ahumada puede resolver esas deficiencias por las siguientes razones :

1. Dentro de la clasificación de las especies marinas comestibles, el pez sierra es el que presenta mayor potencialidad de explotación, siendo el más apropiado para el ahumado, por sus características de distribución, fácil captura, volumen de captura, bajo costo, valor nutritivo, etc..

2. El pez sierra debe ajustarse a los tratamientos preliminares adecuados - (manipulación, limpieza, eviscerado, fileteado, lavado, salado y secado) para aumentar el periodo de conservación y obtener un producto final de óptima calidad.
3. El ahumado es un método de conservación eficaz por sus características bactericidas y antioxidantes del humo, que evitan la descomposición debida a los microorganismos y la rancidez de las grasas.
4. El humo producido por pirólisis de la madera, debe estar libre de compuestos carcinógenos, tales como benzopireno y benzoantraceno, y de sustancias resinosas, que imparten sabor amargo y desagradable al producto ahumado.
5. El producto ahumado es un concentrado proteínico de alta calidad, siendo el costo por unidad de proteína aproximadamente 40% más barato - que el de la carne de res.
6. El pescado ahumado es un producto de humedad intermedia, alta concentración de sal y teniendo los conservadores naturales de la madera, resiste a los ataques de los agentes de la deterioración.
7. Por tener un empaque adecuado, el pescado ahumado puede ser distribuido fácilmente al interior de México.
8. Es una excelente fuente de proteínas de alta calidad (80 a 90% de eficiencia), ya que cumple con los requisitos de composición de aminoácidos - esenciales fijados por la FAO, siendo superior a la carne de aves y de - res según muestra en la tabla No. 19 (13, 26, 35).
9. Permite mayor consumo de productos marinos a las poblaciones del interior de México, que actualmente es insuficiente debido a los problemas de transportación y conservación.

T A B L A No. 19

mg de aminoácidos esenciales por 100 mg de proteína, de diferentes alimentos (13, 26, 35).

	(13) FAO 1957	Huevo	Pollo	Res	Leche	(35) Sierra ahumada
Isoleucina	4.2	5.4	4.1	5.2	8.5	5.0
Leucina	4.8	8.6	6.6	7.8	11.3	7.4
Lisina	4.2	7.0	7.5	8.6	7.5	6.5
Metionina + cisteina	4.2*	5.7	3.6	4.0	4.4	2.8**
Fenil alanina + tirosina	5.6	9.3	6.5	6.9	11.0	3.8***
Treonina	2.8	4.7	4.0	4.5	4.5	4.7
Valina	4.2	6.6	6.7	5.1	8.5	5.2
Triptofano	1.4	1.7	0.8	1.1	1.6	1.3

* ó 2.2 de metionina.

** Metionina

*** Fenilalanina solamente.

RECOMENDACIONES

Por las conclusiones anteriores se recomienda:

1. Para que el proyecto sea realizable y cumpla con el objetivo de satisfacer, en parte, la necesidad inmediata de alimentación de las grandes esferas populares de México, es recomendable que el producto sea distribuido a través de alguna dependencia descentralizada del Gobierno Federal por las siguientes razones:
 - a. - Disminuir gastos de operación y lograr una exención de impuestos.

- b. - Asegurar el abastecimiento de pez sierra fresco.
2. Instalación de plantas ahumadoras a lo largo del litoral de México, lo que permitirá:
- a. - Aumentar los volúmenes de pesca por la creciente demanda de productos frescos destinados al ahumado.
 - b. - Creación de fuentes de trabajo.
 - c. - Mejor aprovechamiento de los recursos pesqueros.
- Así, las clases populares de México, tendrían un producto de alto contenido proteico a un bajo costo.

"QUE ESTE ESTUDIO SIRVA COMO
UNA CONTRIBUCION A LA CREA-
CION DE FUENTES DE TRABAJO,
ASI COMO A LA SOLUCION DEL
PROBLEMA DE ALIMENTACION
DEL PUEBLO MEXICANO"

BIBLIOGRAFIA

1. Anuario del Instituto de Meteorología Náutica. Veracruz, Ver. (1972).
2. Anuario Estadístico de Pesca. FAO. V-27. "Productos Pesqueros". (1970).
3. Anza, B.L. Estudio Bromatológico y Económico del Pescado. Tesis Profesional UNAM. 13-15. (1950).
4. Banks, A. Development of Rancidity in Cold-Stored Herrings. The Influence of Some Antioxidants. Journal Science Food Agriculture. 3, 250-255. (1952).
5. Blancas, Espejo M. Proyecto de una Planta Procesadora y Envasadora de Productos Pesqueros. Tesis Profesional. UNAM. 15-23. (1969).
6. Borgstrom, G. Fish as Food. Academic Press. Nueva York. V-3. 55-105. (1960).
7. Charm, S. E. The Fundamental of Food Engineering. The AVI Publishing Co. 209-229. (1963).
8. Copeland, L.B. Analytical Methods. Issued to Development Laboratory, Suffer N.Y. Methods 6. 026-1, 6. 102-3. (1961).
9. Cutting, C. L. "The general principles of smoke-curing of fish". Food Investigation Leaflet No. 13, London, Department of Scientific and Industrial Research (1951).
10. Daphineé, J.A. Experiment in the production and the chemistry of wood smoke in conexion with the fish smoking industry. Biol. Board, Canadá. Manuscript rept. No.4. (1925).
11. Desrosier, N.W. Conservación de Alimentos. Cecsca. México. 124-140. (1971).

12. Estadísticas Básicas de la Actividad Pesquera. Instituto Nacional de Pesca SIC. México. (1973).
13. FAO. Necesidades de Proteínas. Estudios de Nutrición. Comité de Ex pertos. Roma. (1958).
14. Frazier, W. C. Microbiología de los alimentos. Acribia, España. 285-288. (1962).
15. Graham, R. B.; and Binsted, R. Hygiene in Food Manufacturing and Handling. The AVI Publishing Co. 98-123. (1964).
16. Harrigan, W. F. Laboratory Methods in Microbiology. Academic Press. London 22-65. (1966).
17. Herschdoerfer, S. M. Quality Control in the Food Industry. Academic Press London. 307, 310, 315-318, 320-327. (1968).
18. Hicks, G. Standard Handbook Engineering Calculation. McGraw Hill Book Co. N. Y. 455-469. (1972).
19. Instituto del Mar del Perú. Principios Técnicos de Salado y Secado - del Pescado. Informe No. 9. Lima, Perú.
20. Instituto del Mar del Perú. Principios de Conservación de Pescado. Informe No. 33. Lima, Perú.
21. Jacobs, M. B. The Chemistry and Technology of Food and Food -- Products. Interscience Pub. (1951).
22. Klima, E. F. Aspects of the Biology and the Fishery for Spanish mackerel, Scomberomorus maculatus (Mitchill), of Southern Florida. The Marine Laboratory University of Miami. Technical Series No. 27. State of Florida. Board of Conservation. (1959).
23. Korzhova, J. Centro de Investigaciones Pesqueras. Cuba. Sobreti-ro. (1966).

24. Ley del Impuesto Sobre la Renta. Capítulo III, Artículo 34. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México.
25. Martínez, M. Sinonimia vulgar y científica de Plantas Mexicanas. SAG. México. (1973).
26. Mountney, G. J. Poultry Products Technology. The AVI Publishing Co. 73. (1966).
27. Mucciolo, P. ; Schneider, I.S. Eficiencia de la Clortetraciclina en la Conservación del Pescado. Revista Nacional de Pesca. Brasil. No. 46, octubre, (1965).
28. Perry, J.H. Chemical Engineers' Handbook. McGraw Hill, Kogakusha Tokio. 12-4 a 12-13, 12-39. (1963).
29. Potter, N. La Ciencia de los Alimentos. Edutex. México. 467-478. - (1973).
30. Pettet, A.E. J. and Lane, F.G. A Study of the Chemical Composition of Wood Smoke. Journal Society Chemical Industry. London. 59, 114-119. (1940).
31. Plazola, A. C. Normas y Costos de Construcción. Limusa Wiley. México. (1971).
32. Ramírez, J. Sinonimia vulgar y científica de Plantas Mexicanas. Oficina Topográfica de la Secretaría de Fomento Agrícola. México (1902).
33. Ramírez, G. A. Trabajo de Divulgación. V-2, No. 16. Instituto Nacional de Pesca. México. (1961).
34. Stansby, M.E. Industry Fishery Technology. The AVI Publishing Co. 330-333. (1967).
35. Tressler, D.K. Marine Products of Commerce. The AVI Publishing Co. 185-188. (1968).

36. Velarde, M. E. Conservación del Pescado. Tesis Profesional. UNAM (1959).
37. Woolrich, W. R. Handbook of Refrigeration Engineering. The AVI Publishing Co. 175-192. (1965).
38. Zaitzev, V. P. Preservation on Fish Products by Refrigeration. MIR Publishers. Moscú. 3-16 (1969).