

Algunas variables del proceso en la producción de pescado ahumado a escala de laboratorio en Bahía Solano (Chocó)

MARIO ALVAREZ CIFUENTES

Ingeniero Químico, Ph.D. Instituto del Petróleo Moscú, URSS
Profesor Asistente, Universidad Industrial de Santander

ROBERTO GUTIERREZ PRETEL

Ingeniero Químico, Universidad del Valle
Estudiante graduado, Departamento de Ingeniería Química,
Universidad Industrial de Santander
Profesor Asistente, Universidad Tecnológica del Chocó

RESUMEN

En un secador diseñado y construido en Bahía Solano (Chocó) se determinaron algunas variables del proceso en la producción de pescado ahumado.

Se propone una ruta para la identificación de la formación de poliaromáticos cancerígenos (Benzopireno)

1. INTRODUCCION

La Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Córdoba" tiene situado el Departamento de Tecnología Pesquera en el municipio de Bahía Solano, que es una zona de enorme potencial pesquero y que se destaca por su estratégica posición en el Pacífico con posibilidad de ser el puerto más importante del país, ya que presenta una bahía natural muy profunda y no tiene ríos caudalosos que causen problemas de sedimentación como en los puertos de Buenaventura, Santa Marta y Cartagena.

Colombia tiene 2.861 Km de costas, 20.000 Km de ríos y 700.000 Hectáreas de ciénagas y lagos e importa pescado y subproductos de la pesca y en 1986, según el Departamento Nacional de Planeación, se importaron productos pesqueros por US\$47 millones y las exportaciones apenas llegaron a US\$36 millones, lo cual afecta la balanza de pagos del país y a 70.000 pescadores de los cuales dependen, según

el INDERENA, cerca de un millón de personas de bajos recursos, y además de que todo el potencial pesquero se calcula entre 400.000 y 550.000 toneladas, sólo se aprovechan entre 90.000 y 100.000, representando la producción actual únicamente el 2% del producto agropecuario. El consumo de pescado, además, es bajo, ya que cada colombiano come, en promedio 4.5 Kg por año, siendo el promedio de consumo mundial de 16 Kg (Uribe, 1987).

De acuerdo con lo anterior, una planta piloto y en ella un ahumador de pescado, es un aporte científico y técnico para orientar a los industriales sobre la mejor forma de emplear los recursos pesqueros porque el país está en mora de producir sus propios productos y subproductos de la pesca para evitar las importaciones, mejorar la balanza de pagos y aumentar el nivel nutricional de su población.

Además de la construcción y evaluación del ahumador de pescado, se estudió la posibilidad de que el pescado ahumado en esta zona sea una fuente portadora de sustancias cancerígenas para recomendar la mejor manera de minimizar los riesgos por este concepto. También se hizo un seguimiento para evaluar el tiempo que dura el pescado ahumado apto para su consumo humano sin ningún otro tipo de procesamiento y se analizó el comportamiento de la deshidratación de algunas especies de pescados.

En este estudio intervinieron algunos estudiantes de Tecnología Pesquera como auxiliares en la etapa de experimentación creando la inquietud para formar nuevos investigadores.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general fue dotar a la Universidad Tecnológica del Chocó de un ahumador experimental de pescado, identificar posibles sustancias mutagénicas que se adquieran en un proceso de ahumado de pescado y contribuir al desarrollo tecnológico del ahumado de pescado en Bahía Solano (Chocó).

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Proporcionar a los estudiantes de la Universidad del Chocó un medio para incentivar la vocación investigativa.
- b) Realizar un seguimiento del pescado ahumado con el fin de establecer el tiempo promedio en que se conserve apto para el consumo humano.
- c) Hacer un análisis químico a una muestra representativa del producto obtenido para extraer y evaluar hidrocarburos policíclicos aromáticos.
- d) Estudiar la posible presencia del compuesto cancerígeno Benzo(a)pireno o 3,4-Benzopireno.
- e) Obtener una curva de humedad contra el tiempo de procesamiento con el fin de determinar la pérdida de peso del producto y establecer la relación con los costos.
- f) Calcular los valores experimentales de los coeficientes de transferencia de calor y de masa para el ahumador construido.

3. DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL AHUMADOR EXPERIMENTAL

Después de que se revisó la literatura disponible, Bertullo 1975, Burgues 1973, Draudt 1963, FAO 1971, Jarvis 1950, Kramlich 1982, Instituto de Fomento Pesquero 1984, Ludorf 1974, Zitser 1969, de visitar los ahumadores existentes en la planta piloto de Taganga, de la Facultad de Ingeniería pesquera de la Universidad Tecnológica del Magdalena y de intercambiar ideas con los profesores de la anterior Universidad, se llegó a la conclusión que el ahumador más apropiado para Bahía Solano, que es una zona húmeda tropical, es el ahumador tipo ALTONA, diseño al cual se le hicieron algunas modificaciones. Este ahumador, Figura 1, tiene los siguientes componentes:

3.1 HOGAR

El hogar (1) es una de las partes más importantes en un ahumador ya que es el sitio donde se efectúa la combustión y dependiendo del diseño de éste, se obtendrá el

éxito o el fracaso en un proceso de ahumado. En el hogar el aire debe fluir libremente a través del combustible.

El hogar se construyó de ladrillos refractarios de la clase U-33, fabricados por Colmáquinas (Medellín) y se utilizó para pegarlos un mortero especial de sílice-aluminio (Super aeroflax) y se montó sobre una base de 160 x 30 cm de cemento ciclópeo.

En la pared de el frente se instaló una puerta doble la cual sirva para que entre el oxígeno necesario para la combustión y se puede cerrar o abrir de acuerdo con las circunstancias y los objetivos deseados. La puerta se construyó sobre correderas de ángulos de hierro y es de aluminio calibre 20. Hacen parte del hogar el emparrillado y el cenicero.

3.1.1 Emparrillado. Normalmente a los ahumadores se les coloca emparrillados hechos de barrotes de hierro dispuestos paralelamente con un espacio entre barrotes de menos de 12 mm para que pase el aire. En el emparrillado se coloca el material combustible que se va a emplear.

En este diseño se prefirió utilizar como parrilla una lámina de hierro negro calibre 16, a la cual se le hicieron una serie de perforaciones al azar para que permita el paso del aire y la caída de las cenizas. La parrilla se montó sobre cuatro patas, en ángulos de hierro.

3.1.2 Cenicero. El cenicero es el espacio situado debajo de la parrilla, donde caen las cenizas del material que está en combustión. En este caso las dimensiones del cenicero son las que corresponden al espacio dejado por las paredes de ladrillos refractarios. Como ya se dijo el cenicero posee en la parte delantera una puerta.

3.2 CAMARA DE AHUMADO

La cámara de ahumado (2), que es el sitio donde se colocarán los pescados a ahumar, se construyó en angulares de hierro con paredes de lámina de aluminio calibre 20. En el interior de la cámara de ahumado se colocaron cuatro paredes de soporte en

ángulos de hierro que sirven para el deslizamiento de los bastidores. El espacio entre soporte es de 20 cm.

La capacidad de la cámara de ahumado es de 250 Kilos de pescado, si se colocan colgados o 200 si se extienden, sin embargo, el diseño se hizo de tal forma que se pueda emplear simultáneamente ambas formas, ampliando la capacidad a 450 Kilos aproximadamente.

Para hacer los análisis del comportamiento térmico (dentro de la cámara) en el proceso de ahumado, se colocaron tres termómetros (0-200°C) a 4.5, 63 y 116 cm (de donde termina el hogar) en la pared lateral de la cámara previamente perforada y aislada con asbesto.

Los accesorios que lleva la cámara de ahumado son:

3.2.1 Bastidores. Los bastidores son unos marcos en listones de 4 x 5 cm con una cruz en su centro. Estos bastidores sirven de soporte a la malla y a los espetones.

3.2.2 Mallas. Las mallas que preferiblemente deben ser de hierro galvanizado, se construyeron con varillas de 0.47 cm de diámetro, con una luz de 5 x 10 cm y con las mismas medidas de los bastidores. La malla sirve para extender el pescado, si eso es la modalidad que se va a utilizar.

3.2.3 Espetones. Los espetones son varillas de 4-6 mm de diámetro, que se pueden hacer en madera, acero o hierro galvanizado, con un extremo agudo con el cual se perfora el pescado para ahumarlos colgados. La longitud de ellos es de 60 cm y se situaron debajo de los bastidores entre dos cárcamos (tornillos que tiene un gancho por cabeza).

3.3 CHIMENEA

La chimenea (3) empieza donde termina la cámara de ahumado, de allí sale la base con un ángulo de 45° y termina con una longitud de 100 cm y un diámetro de 25 cm. A 10 cm de la base de la chimenea se colocó una compuerta (4) para que

... para el funcionamiento de los bastidores. El espacio entre los bastidores debe ser de 20 cm.

El espacio entre los bastidores debe ser de 20 cm. El espacio entre los bastidores debe ser de 20 cm.

El espacio entre los bastidores debe ser de 20 cm. El espacio entre los bastidores debe ser de 20 cm.

El espacio entre los bastidores debe ser de 20 cm. El espacio entre los bastidores debe ser de 20 cm.

El espacio entre los bastidores debe ser de 20 cm. El espacio entre los bastidores debe ser de 20 cm.

El espacio entre los bastidores debe ser de 20 cm. El espacio entre los bastidores debe ser de 20 cm.

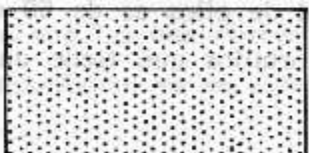
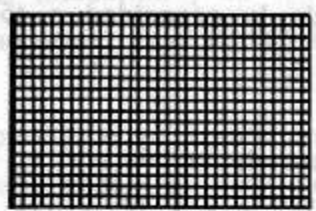
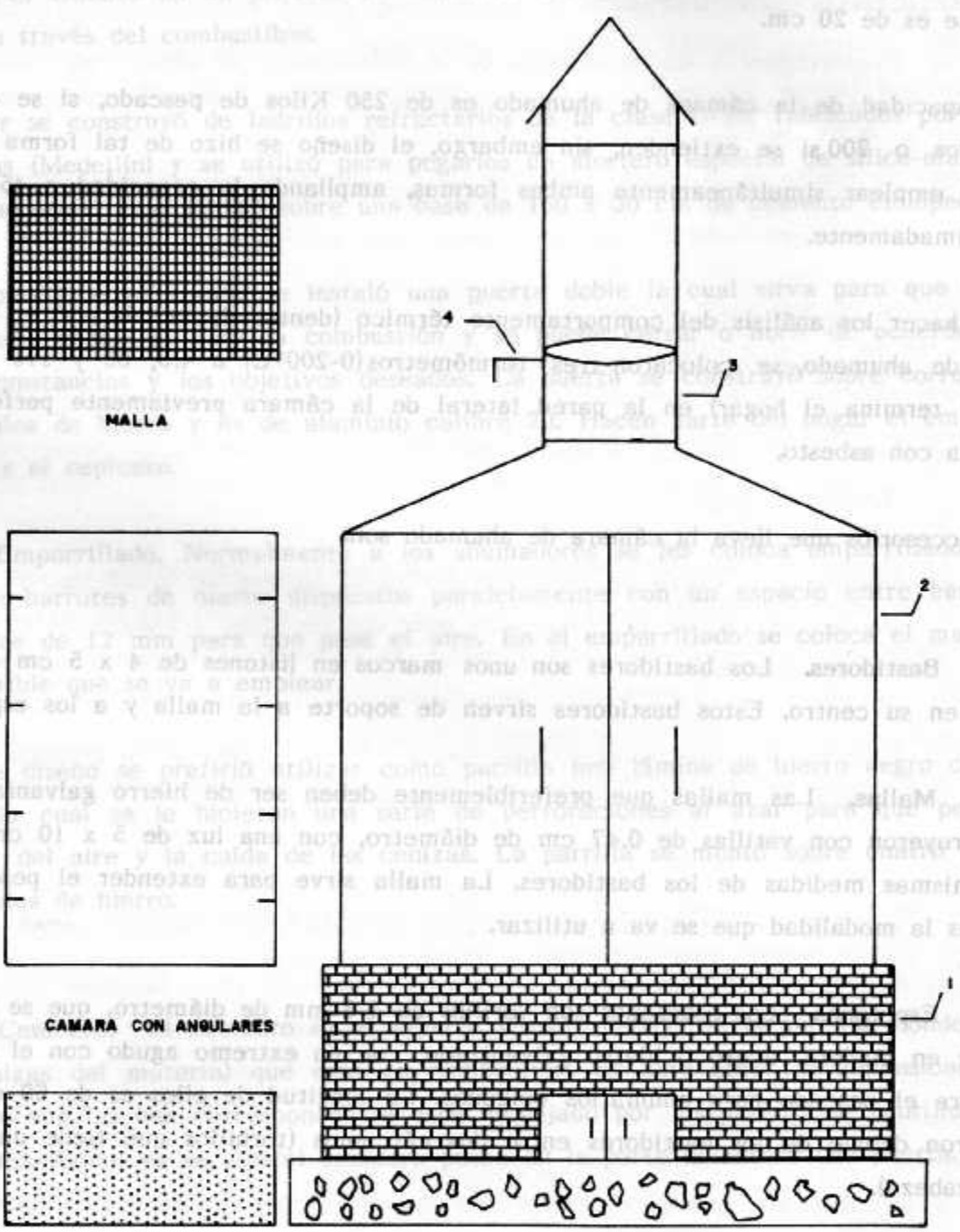


FIGURA 1 AHUMADOR TIPO ALTONA

contribuya a regular el tiro y en caso de que la producción de humo sea escasa, al cerrar la compuerta aumenta la densidad del humo en la cámara, lo cual permite que el pescado se ahume más rápidamente y el que está extendido no tenga necesidad de voltearse. Para evitar la entrada de agua al ahumador, la punta de la chimenea termina en un gorro.

4. ESTUDIO EXPERIMENTAL

La parte experimental se dividió en varias etapas:

4.1 EVALUACION DEL AHUMADO

Para evaluar el ahumador se emplearon dos Kg de Tollo (*Carcharinus spp.*) y dos Kg de Sierra (*Scomberomorus spp.*) y se procedió de la siguiente manera:

Encima de la parrilla, en el hogar, se depositaron 15 Kg de viruta de madera de la especie Jiguangro (), que sirve de combustible, se prendió fuego, se cerró la puerta del ahumador y se abrió la del hogar. Después de 10 minutos se colocó el pescado a ahumar que está a 50 cm de la parte superior del hogar.

En esta fecha, julio de 1988, en Bahía Solano, la temperatura de bulbo seco varió de 25 a 31°C y la humedad relativa desde 90 hasta 72%.

Se observó el comportamiento de la combustión y de acuerdo con las necesidades se abrió o cerraba tanto la compuerta de la chimenea como la puerta del hogar.

Al cabo de cuatro horas y 25 minutos se concluyó el proceso de ahumado y se obtuvo un producto de excelente apariencia y buen gusto según el panel de catadores a que fue sometido. Por lo anterior se concluye que al ahumador funciona a cabalidad y que no necesita cambios significativos.

4.2 ESTUDIO DE LA DESHIDRATACION DEL PESCADO

En esta parte se hizo necesario conocer el comportamiento de las muestras cuando se procesaban con escama, sin escama (de piel lisa) y desescamados y se procedió así:

Los pescados después de eviscerados y limpiados cuidadosamente se sumergieron en una salmuera al 20% durante 30 minutos al cabo de los cuales se dejaron escurrir 15 minutos. Transcurrido ese tiempo y estando el ahumador a punto se empezó el proceso de ahumado. En esta fecha la humedad relativa osciló entre 100 y 80%,

Las muestras que se estudiaron fueron Pargo rojo (*Lutjanus spp.*), con escama y sin escama y Tollo (*Carcharias spp.*). Los pesos, antes y después de introducirlos en la salmuera y al final del proceso de ahumado aparecen en la Tabla 1.

Para conocer la forma como se llega al peso final después del ahumado se tomaron datos cada 15 minutos.

TABLA 1.- Relación de los pesos de los pescados usados en el ahumador^a

ESPECIE	PESOS DE LAS MUESTRAS (g)		
	Fresco	Salado	Ahumado
Pargo (esc.)	261.7	272.2	219.1
Pargo (sin esc.)	333.2	336.4	267.4
Tollo (filete)	1305.1	1365.4	1142.3

^a Tiempo de proceso 2 horas 35 minutos

De acuerdo con los resultados se nota que en el proceso de salado las muestras ganaron peso lo cual se explica por el fenómeno osmótico. Al comparar los datos de los pargos, se observa que hubo menos deshidratación cuando el pescado se procesó con escama debido a que ésta actúa como aislante entre el humo caliente y la superficie interna del pescado (debajo de las escamas). El comportamiento del filete de tollo nos indica que ofrece mayor resistencia a la deshidratación. Lo anterior está claramente consignado en la Tabla 2.

Para profundizar un poco más en el mecanismo de la deshidratación en un proceso de ahumado de pescado, en otra oportunidad se seleccionaron otras especies de pes-

TABLA 2.- Porcentaje de pérdida de peso de los pescados en el ahumador^a

ESPECIE	CON RELACION AL SALADO	
	Antes	Pesadas
Pargo (escama)	16.2	19.5
Pargo (sin esc.)	19.7	20.4
Tollo (filete)	12.5	16.2

^a Tiempo de proceso: 3 horas

cado, con escama y sin escama. Los datos más representativos se pueden leer en la Tabla 3.

El día del proceso la temperatura de bulbo seco varió de 25 a 31°C y la humedad relativa de 100 a 60%.

TABLA 3.- Comportamiento de algunas especies de pescados en un proceso de ahumado^a

ESPECIE	PESO DE LAS MUESTRAS (g) DESHIDRATACION % ^b				
	fresco	salado	ahumado	antes	después
Chapa (sin escama)	202.6	197.7	134.0	33.9	32.2
Chapa (con escama)	214.7	210.1	150.6	26.1	24.5
Bonito	442.2	444.0	352.0	20.4	20.7
Sierra	600.0	597.7	457.4	23.8	23.5

^a Tiempo de proceso: 2 horas

^b Con relación al salado

De acuerdo con los resultados anteriores, la deshidratación varió desde 20.4 hasta 33.9% con respecto al peso del pescado antes de sumergirlo en una salmuera durante

treinta minutos. En la chopa y en la sierra se notó una pérdida de peso debido, también, al fenómeno osmótico.

4.3 DURABILIDAD DEL PESCADO AHUMADO

El control de calidad de los alimentos debe incluir, además de determinaciones físico-químicas y microbiológicas, evaluación sensorial, ya que esta última determina la aceptación por parte del consumidor y en consecuencia la compra del producto. Los dos primeros tipos de análisis dan información sobre una propiedad del producto en tanto que el sensorial da una información integral, rápida sobre la calidad del mismo (Maecha, 1974). Por las anteriores razones, en esta parte se prefirió usar el análisis sensorial u organoléptico.

Para este análisis se utilizaron las especies de Sierra (*Scomberomorus spp*) de piel lisa, Ojón (*Trachurops spp*) de piel lisa y Chopa, la cual se ahumó con escama y sin escama. Todas las muestras se sumergieron en salmuera el 20% durante 30 minutos.

Después de que las muestras se ahumaron (tiempo de proceso, 2 horas) se dejaron enfriar a temperatura ambiente durante una hora y se empacaron en bolsas de papel, ya que las de polietileno no son adecuadas por que deja que se acumulen las gotas de agua de la transpiración de las muestras.

Cada 24 horas se hizo, por parte de un panel de catadores, análisis organoléptico, en cuanto a color, olor, sabor y textura. Inicialmente todas las muestras presentaron las características propias de un buen ahumado, color amarillo-café brillante, olor a humo, sabor agradable y textura blanda y consistente. Debido a la alta humedad relativa de Bahía Solano, las primeras muestras de hongo aparecieron en la sierra a los 4 días, en el ojón a los 6, en la chapa sin escama a los 7 y en la chapa con escama a los 9; pero a pesar de eso el producto no entró en un estado de putrefacción. Estos hongos aparecieron inicialmente como punticos blancos, después azules, amarillo y café, su consistencia era lanosa en unos y de pelotitas en otros. Las muestras se conservaron por cinco días más, al cabo de los cuales se les suministró como alimento a perros y gatos, los cuales no presentaron problemas de intoxicación.

TABLA 4.- Tiempo de durabilidad de las especies ahumadas

ESPECIE	DIAS
Sierra	4-6
Ojón	6-8
Chapa (sin esc.)	7-9
Chapa (con esc.)	9-11

4.4 ESTUDIO PRELIMINAR DE LA PRESENCIA DE HIDROCARBUROS POLICICLICOS AROMATICOS EN EL PESCADO AHUMADO

4.4.1 Generalidades. Uno de los compuestos, no deseado, en el pescado ahumado son los HPA, algunos de los cuales, como el Benzo(a)pireno, es catalogado como potencial fuente cancerígena.

Para clasificar el grado de mutagenicidad de algunos HPA, Dipple (1976), citado por Phillips (1983), inyectó subcutáneamente a ratones, los cuales resultaron con sarcomas y cuando les aplicó tópicamente en la piel, resultaron papilomas y epitellomas. La clasificación la hizo con base en el número de animales tratado y el porcentaje de los que desarrollaron tumores, y esa clasificación es la siguiente: hasta 33%, ligera; 33-66% moderado y arriba de 66% alta.

Boyley (1958), Fritz (1980), Mossada (1980), Emerole (1982) y Veldre encontraron HPA en pescados ahumados y los relacionaron con la alta incidencia de cáncer en el estómago y el colon.

4.4.2 Extracción y purificación de hidrocarburos policíclicos aromáticos. Desde que se descubrió que los HPA de las carnes ahumadas producen cáncer, muchos métodos han sido desarrollados para la determinación de esos compuestos. Tales métodos se basan principalmente en extracción líquido-sólido, líquido-líquido Haward, (1966); Potthast, (1975), Szepesy (1981)).

4.4.3 Identificación y cuantificación de HPA. Para identificar y cuantificar HPA

las técnicas más usadas son las basadas en los principios de cromatografía, para ello se han empleado, la de capa delgada, la líquida de alta eficacia, la gaseosa y la gaseosa acoplada a un espectrómetro de masa.

Después de que se efectuó la parte experimental, de acuerdo al diseño factorial 2^3 la extracción se hizo siguiendo los métodos de Howard (1966) y Szepesy (1981) y la purificación únicamente por el método de Szepesy.

Para análisis de HPA, que se hizo en las laboratorios de la Universidad Industrial de Santander, se utilizó un cromatógrafo de gas Perkin-Elmer 900 provisto de una columna 0V-101 Crom-W 100/120 de 6 pies por 1/8 de pulgada. El registrador fue un Sigma 10 Data Station. Las condiciones de operación fueron: Temperatura de inyección 100°C , rata $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$, desde 50 hasta 250°C . El gas de arrastre Argón y se utilizó un detector de ionización de llama (FID). El volumen de inyección $1 \mu\text{l}$. De acuerdo con los tiempos de retención y con los resultados que muestran los cromatogramas se pudo detectar cualitativamente en las muestras los siguientes HPA: (1) Antraceno, (2) 2-metilantraceno, (3) 9-metilantraceno, (4) Fluorantreno, (5) Pireno, (6) Metil (fluorantreno/pireno), (7) Desconocido, (8) Chiseno o trifenileno, (9) 5-metilchiseno, (10) Fenil (antraceno/fenantreno), (11) Desconocido, (12) Benzo(j)fluorantreno, (13) Benzo(e)pireno/Benzo(a)pireno, (14) Dibenzo(e,h)entraceno, (15) Desconocido, (16) Desconocido.

Para descartar los picos que no eran HPA se pasó por el cromatógrafo una muestra del Solvente usado (N-hexano).

Para cuantificar las cantidades de Benzo(a)pireno adsorbido en el proceso de ahumado, se utilizó un cromatógrafo de gas acoplado a un espectrómetro de masa, Finnigan Mat 1020 (computarizado). Se usó una columna de silica fundida Durabond DBI-30N de 30 metros de largo y 30 mm de diámetro interno con un espesor de película de 0.25 μm . La temperatura de inyección fue de 100°C , la rata empleada $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$, desde 50 hasta 250°C . La presión en el sistema fue de 0.02 torr. el gas de arrastre helio y el detector ionizado de llama (FID).

Al analizar el espectro para Benzo(a)pireno, éste no se encontró en las muestras,

en cambio se halló un posible derivado del B(a)pireno oxidado. Se cree que este resultado se debe a que los extractos se hicieron 30 días antes de su análisis, que debido a las condiciones de Bahía Solano, sin fluido eléctrico, no se pudieron refrigerar. La no presencia del Benzo(a)pireno, también puede ser causada porque en el proceso de combustión la temperatura no fue mayor de 400°C, ya que por encima de ésta temperatura la formación de B(a)p se incrementó linealmente.

6. CONCLUSIONES

Después de haber ejecutado el proyecto, se puede concluir lo siguiente:

- El diseño que se hizo del ahumador cumple con las características necesarias para llevar a cabo un proceso de ahumado de pescado en condiciones técnicas.
- Con respecto al problema de la pérdida de peso por deshidratación del pescado en un proceso de ahumado, preferiblemente se debe emplear como materia prima el pescado con sus correspondientes escamas (si las tiene), porque a más de proporcionar una pérdida de peso menor, al final presentó un mejor aspecto.
- La anterior anotación es válida para deducir que el período de durabilidad del pescado ahumado apto para el consumo es más prolongado, ya que las escamas no son muy adecuadas como medio de cultivo para hongos o mohos.
- Si los parámetros del proceso se manejan cuidadosamente, el tiempo óptimo de ahumado estará entre 2 y 4 horas, dependiendo del grado de ahumado que la persona que esté a cargo del proceso desee.
- El ahumador tiene una capacidad de 450 Kg de pescado fresco por tanda, al usar 30 Kg de viruta de madera se obtiene una relación de 0.07 Kg de combustible/Kg de pescado.
- El pescado ahumado perdió un promedio de 25% de su peso por deshidratación y es este mismo porcentaje que se pierde en relación con el costo de

la materia prima, por lo tanto hay que tener en cuenta este valor para incrementarlo en el precio del producto final.

- La degustación, con comidas preparadas por habitantes de la zona, del pescado ahumado fue satisfactoria.
- En este proceso de ahumado, usando como combustible abarco y jiguanegro, en las muestras analizadas, no se detectó la presencia de Benzo(a)pireno.

5. CONCLUSIONES

7. RECOMENDACIONES

- Para obtener una mejor aireación en el hogar de ahumador, en futuras construcciones, se puede instalar dos puertas. Esto permitirá que la quema de combustible sea más uniforme.
- Debido a la variada constitución de los peces, se deben hacer otros estudios que involucren una mayor cantidad de especies para poder llegar así a una correlación de los procesos descritos.
- Se deben hacer otras investigaciones que consideren una cuantificación de las grasas, proteínas, aminoácidos, etc., antes, después del ahumado y al final del período de conservación.
- Para aumentar el período de durabilidad del pescado ahumado se debe estudiar la posibilidad de almacenarlo en un medio en el cual se pueda disminuir la humedad relativa del ambiente, ya sea colocando canecas de silica gel u otros deshumidificantes.
- En otros estudios se debe demostrar la factibilidad económica de comercializar a gran escala el pescado ahumado.
- Para evaluar la presencia de Benzo(a)pireno, se debe analizar las muestras en el menor tiempo posible después de su extracción.

Debido a que los hidrocarburos policíclicos aromáticos fueron identificados usando exclusivamente los tiempos de retención, en otros análisis se deben utilizar otras ayudas, tales como la espectroscopía de emisión fluorescente.

8. BIBLIOGRAFIA

BAYLEY E.J. and N. DUNCAL. Polycyclic hydrocarbons in icelandi smoked food, Brit. J. Cáncer, V. 12(1958) 348-350.

BERTULLO V. Tecnología de los productos y subproductos del pescado, molusco y crustáceos. Buenos Aires, ed. Hemisferio Sur, 1975.

COOK J.W. et al. J. Chem. Soc. (1933) 395-405.

DIPPLE A. Chemical carcinogenesis (ed. Searle, C.E.) 245-314 (ACS Monograph Ser. No. 173, American Chemical Society, 1976).

DRAUDT H.N. The meat smoking process: A review, Food Tech. V. 17 No. 12 (1963) 85-89.

EMEROLE G., et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish, Z. Lebens. Unters. Forsch. 1902, 174(2), 101-107. Chem. Abst. 141320 Y U 96, 1982.

FAD. Fisheries technical paper No. 104, Equipos y métodos para mejorar el ahumado y secado de pescado en los trópicos, Roma, 1971.

HOWARD, J.W., et al. Extraction and estimation of PAH in smoked foods. I. General methos. II. Benz(a)pirene, J. Assoc. Offic. Agr. Chem. V 49 (1966), 595 and 611.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, Centro de capacitación y difusión de la actividad pesquera artesanal, Las Rojas-Coronel, Elaboración de pescado ahumado, Delparaiso, 1984.

JARVIS N.D. El ahumado de pescado, Pesca y Caza, tres, Lima, 1950, 31-41.

KRANLICH W.E. et al Processed meals, Westpot, Ed. AVI, 1982.

MAHECHIA L. Gabriela. Evaluación sensorial en el control de calidad de alimentos procesados, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 1985.

MOSSANDA K., PAH in smoked fish from Central Africa. Part II. Identification and evaluation of PAH in smoked fish from Central Africa, Rev. Ferment. Ind. Aliment. 1980 (35(4),131-136 Chem. Abst. 63941U V 94, 1981.

PHILLIPS H.D. Fitty years of Benzo(a)pirene, Nature, V. 303 (1983), 468-472.

SZEPSY L. et al Rapid method for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbon in environmental samples by combined liquid and gas chromatography. J. Chromatogr. V 206(1981), 611-616.

TOTH L. and K. POTTHAST. Chemical aspects of the smoking of meat and meat products, Advances in food research, V 29 (1984), 87-151.

URIBE, Mónica, Colombia: De espalda a la pesca. El Tiempo, Bogotá, Jueves 19 de noviembre de 1987, la secc., p. 1a.

VELDRE, I. et al. Accumulation, distribution and excretion of 8(a)p in fish, Vopr. Onkol. 1980, 26(10), 80-12. Chem. Abst. 59552a, V 94, 1981.

-----, Several characteristics of B[a]p distribution in fish tissues. Vopr. Onkol. 1980, 26(10), 80-12. Chem. Abst. 59552a, V. 94, 1981.

-----, Some new data on the distribution of B[a]p in fresh water and sea water, and sea water, Cancer Detec. Prev. 1982b, 5(2), 161-174. Chem. Abst. 13319W, V 97, 1982.

ABSTRACT

Some process variables were measured in a dryer designed and built at Bahía Solano for the production of smoked fish.

A way to identify the formation of cancerigenous polyaromatics (Benzopyrene) was proposed.