

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>RESUMEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3  |
| <b>Objetivo:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4  |
| <b>Metas:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4  |
| <b>ANTECEDENTES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4  |
| <b>Calidad Nutricional</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5  |
| <b>PROCESO DE AHUMADO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6  |
| <b>Manejo adecuado de la Materia Prima</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6  |
| <b>Limpieza</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6  |
| <b>Salado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 7  |
| <b>Ahumado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 7  |
| <b>METODOLOGÍA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8  |
| <b>Muestreo y análisis proximal de la materia prima</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 8  |
| <b>Proceso de Ahumado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 8  |
| <i>Diseño Experimental</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8  |
| <i>Fileteado de la trucha</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 9  |
| <i>Proceso ahumado</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 10 |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 12 |
| <b>META 1. Definir las condiciones operativas de manejo de la materia prima y los desechos.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                | 12 |
| 1). Condiciones de la calidad de la trucha para su procesado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 12 |
| 2). Metodología para el procesado de trucha.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 15 |
| a) <i>Manipulación higiénica del pescado.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 15 |
| <b>META 2. Validar el proceso de ahumado de trucha.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 16 |
| 1). Caracterización de la materia prima.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 16 |
| a. <i>Calidad del agua de los estanques:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 16 |
| En la tabla 4 se muestran los resultados de los datos obtenidos en el agua de los estanques de donde se obtuvieron las muestra. En la granja de Taunitas, en el estanque E5 (TE), tienen truchas para la venta por kilo y son más grandes que los del estanque E6 (T) que se venden por pieza; se decidió sacar las muestras por separado para su comparación. | 16 |
| b. <i>Análisis Proximal de la carne de trucha.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 17 |
| c. <i>Análisis Estadístico</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 18 |
| 2). Validación del proceso de salado y ahumado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 19 |
| <b>META 3. Definir las condiciones de la disposición adecuada de los residuos provenientes del procesado.</b>                                                                                                                                                                                                                                                  | 22 |
| 1). Desechos sólidos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 22 |
| <i>Análisis Proximal de los Desechos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 23 |
| 2). Desechos líquidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 24 |
| <b>CONCLUSIONES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 26 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 27 |

## RESUMEN

En los últimos años, se ha dado un mayor apoyo al desarrollo acuícola en el estado de Durango. Se han creado nuevas fuentes de trabajo con la apertura de granjas trutícolas en la región serrana. Parte de estas se encuentran en el Municipio de Santiago Papasquiaro, 9 de ellas tienen una producción anual aproximada de 50 toneladas de trucha. Como parte del desarrollo industrial del municipio, se busca el dar un valor agregado a este producto y a su vez, mayor vida de anaquel a través de la implementación del proceso de ahumado y la comercialización del producto final. El presente trabajo tuvo como finalidad el desarrollar un paquete tecnológico para el proceso de ahumado, incluyendo el manejo adecuado de la materia prima y los desechos producidos. Se realizó una caracterización de la materia prima en 8 granjas, tomándose una muestra de 5 peces de las que se consideran ya listas para su venta por granja, así como la evaluación de la calidad del agua de los estanques a través de la medición del oxígeno disuelto (O.D.), conductividad, pH y temperatura ( $T$  °C), los que no se encontraron fuera de los límites establecidos para el cultivo de trucha. En cuanto a la materia prima, cada pescado se midió, pesó y posteriormente se filetearon pesándose la cantidad de desecho y carne obtenida. También se midió la cantidad de agua utilizada para el lavado de los peces y material usado. Los análisis realizados fueron, para la carne y desechos sólidos: % Humedad (%H, NOM-116-SSA1-1994), Proteína (%P, método Micro Kjeldahl), Grasa (%G, método Soxhlet) y Cenizas (%C, según Pearson), para el análisis estadístico, se utilizó el análisis de varianza para bloques completamente al azar. Para los desechos líquidos, se midió:  $T$ , pH, conductividad, sólidos totales (ST), volátiles (SV), fijos (SF), disueltos (SD), sedimentables (SS), grasas y nitrógeno. Los promedios de peso y talla fueron de 276.32 gr y 27.7 cm, el % de carne y desecho de 48.87 y 51.08 respectivamente; de proteína y grasa 64.36 y 14.28%. El análisis estadístico indica que existen diferencias para peso y talla entre las granjas. Para el ahumado, se utilizó una salmuera al 5%, y se realizaron tres tratamientos por triplicado, variando únicamente el tiempo de remojo de los filetes en la misma ( $T_1 = 15$  min.,  $T_2 = 20$  y  $T_3 = 30$ ) comparándose con un producto comercial; los análisis realizados fueron %H y %NaCl (NOM-129-SSA1-1995). En el anava se encontró diferencia significativa en el  $T_3$  cuya concentración de NaCl fue de 1.13% y 68% de H, frente al 1.1 y 63% de la comercial. El rendimiento de carne desde su eviscerado hasta el ahumado fue del 38.7%. En los desechos sólidos los resultados fueron, para las vísceras el H, G, P y C de 80.77, 56.35, 35.87 y 3.74% respectivamente; en los de piel y huesos, 62.87, 41.28, 33.96 y 11.8%. Se obtuvieron dos tipos de desechos líquidos, el agua de lavado del fileteado del pescado y material utilizado y la salmuera de remojo; se hizo la caracterización de cada una, así como la de la mezcla de ambas. Los resultados de la mezcla de aguas de desecho son 21.8 °C, pH de 7.85, conductividad, 3.8 mS/cm, ST, SV, SF, SD y SS de 3231.66, 856.6, 2375, 2835 y 35.25 mg/L, en grasas y proteína, 154.5 y 592 mg/l.

# INTRODUCCIÓN

El desarrollo industrial forma parte del desarrollo económico, y afecta a los sectores ecológico y social, por lo tanto, para poder alcanzar un desarrollo sostenible, las empresas deben cambiar sus estrategias hacia la variable ambiental, es decir, en lugar de implementar controles sobre las fuentes de contaminación de la industria ya establecida, lo mejor es buscar las ventajas que trae el desarrollar estrategias de prevención de esta contaminación y desarrollo de productos sostenibles, pues en el futuro, el acceso a los mercados internacionales, así como a los grandes bloques comerciales, va a depender en gran medida de la implementación, por parte de los industriales, de estas medidas de control. Por otro lado, quienes no lo hagan enfrentarán serios problemas económicos y legales en sus propios mercados y no será raro verlos cerrar sus instalaciones.

Ante esto, se han venido desarrollando diferentes estrategias encaminadas, precisamente, para la minimización de la contaminación o impacto negativo hacia el ambiente como es: La Producción más Limpia, el Ecodiseño y el Análisis del Ciclo de Vida de un producto.

Todas estas metodologías tienen como fin eficientar los procesos llevados a cabo en el desarrollo de un producto, reducir los insumos, evitar o minimizar la generación de sustancias y elementos contaminantes desde dentro de los mismos procesos para así no tener que recurrir a costosos y sofisticados equipos de control al final del proceso.

En el estado de Durango, se ha venido desarrollando la producción de trucha a través del establecimiento de granjas trutícolas en la región montañosa del estado, particularmente en el municipio de Santiago Papasquiaro.

En este municipio, desde hace aproximadamente 7 años, se han creado alrededor de 14 granjas trutícolas, de las cuales 9, han formado la Unión de Trucheros, bajo la figura legal de la UNECOFABEZ (Unión de Ejidos y Comunidades de Producción Forestal Agropecuaria del Noroeste del Estado de Durango "General Emiliano Zapata"), con la finalidad de comercializar el producto y establecer una procesadora de alimentos; entre todas se tiene una producción anual de 50 toneladas de trucha. Gracias a un financiamiento, se logró comprar el equipo para la elaboración de la trucha ahumada.

Con la finalidad de alcanzar un desarrollo sostenible, se pretende desarrollar un sistema de producción, estableciendo estrategias de optimización del proceso de ahumado a través de la utilización de materia prima no contaminante y el reuso y disposición adecuada de los residuos sólidos y líquidos, a fin de obtener beneficios económicos y ambientales para los usuarios.

**Objetivo:**

Desarrollar un paquete tecnológico para el proceso de ahumado de trucha, incluyendo el manejo adecuado de la materia prima y los desechos producidos.

**Metas:**

1. Definir las condiciones operativas de manejo de la materia prima y los desechos.
2. Validar el proceso de ahumado de trucha.
3. Definir las condiciones de la disposición adecuada de los residuos provenientes del proceso.
4. Evaluar la factibilidad económica del proceso.

**ANTECEDENTES**

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*, antes conocida como *Salmo gairdneri*), es originaria de América del Norte, su distribución natural abarca las corrientes de aguas frías y cristalinas de las zonas montañosas, valles y depresiones más altos de los estados de Durango, Chihuahua, Baja California, Sinaloa y Sonora (Cevallos O., y Velázquez E., 1988)

De cabeza pequeña, cuerpo alargado, posee dos aletas dorsales (Figura 1). Su color es vistoso, azulado o verdoso hacia los flancos y un blanco plateado en su vientre; en la mitad de sus laterales tiene una franja longitudinal roja púrpura o rojiza más notable. Esta coloración si bien es típica de la especie, puede variar de una trucha a otra hasta desaparecer en algunas, las que son llamadas comúnmente “plateadas”.



Figura 1. Trucha arco iris

Existe además una variabilidad importante en cuanto al color en relación a la cercanía de la época de desove, siendo más oscuros y pigmentados los especímenes maduros. Todo su cuerpo está salpicado por pequeñas manchas oscuras, las que se extienden a sus colas y aletas.

Este pez es el salmónido más apropiado para el cultivo industrial y para la producción de truchas de consumo. Posee facilidad en la adopción (domesticación, alimentación artificial, soporta temperaturas elevadas y en algunos casos un menor contenido de oxígeno), es resistente a enfermedades (forunculosis) y de un rápido desarrollo, siendo corto su período de incubación.

En condiciones óptimas de cultivo de alto rendimiento, puede alcanzar un peso de 250 a 300 gramos en el término de seis meses, que es la talla más conveniente de cosecha, incluso, mediante la administración de alimentos pigmentados, es posible producir la llamada trucha salmonada, es decir, con una coloración de carne muy similar a la del salmón, lo cual imprime una mejor presentación y precio en el mercado. (Smith y Stearly, 1988; Guía Para el Cultivo de Trucha).

### Calidad Nutricional

El pescado, en cualquiera de sus múltiples variedades, es uno de los alimentos más nutritivos, exquisitos y sanos de cuantos nos ofrece la naturaleza. Sus principales constituyentes son agua, proteínas y grasa. El pescado es una buena fuente de fósforo y magnesio y en comparación con la carne magra, contiene 100 veces más cantidad de yodo, menos hierro y aproximadamente la misma cantidad de cobre (Kirk, 2002,). En la tabla 1 se presenta la composición bromatológica de la trucha con otras especies.

Tabla 1. Composición Química de la Trucha en comparación con otras especies

| PRODUCTO         | HUMEDAD % | PROTEÍNA % | GRASA % | MINERALES % |
|------------------|-----------|------------|---------|-------------|
| Trucha Arco Iris | 70.0      | 18.4       | 1.0     | 3.0         |
| Ave              | 70.0      | 18.2       | 9.3     | 1.0         |
| Vacuno           | 59.0      | 17.5       | 21.6    | 1.0         |
| Cerdo            | 46.8      | 14.5       | 37.3    | 0.7         |
| Ovino            | 50.6      | 16.4       | 31.1    | 1.0         |

Como se puede apreciar, la carne de trucha tiene un mayor contenido en humedad, proteína, grasa y minerales que cualquier otra, que la hace un producto altamente recomendable dentro de la dieta normal.

Desgraciadamente la carne del pescado tiene un inconveniente, la facilidad con que se deteriora. Para evitarlo se han ideado diversos métodos de conservación, entre los que destacan el secado, salazón, el ahumado y la congelación.

## PROCESO DE AHUMADO

El ahumado es, por definición, la operación que consiste en someter un producto alimentario a la acción de los productos gaseosos que se desprenden en la combustión de ciertos vegetales (Girard, 1992).

El fundamento básico de este proceso, consiste en extraer del pescado fresco parte de su contenido acuoso e impermeabilizarlo mediante el humo. La desecación y el poder antiséptico se comportan como altamente bactericidas. Los pasos que se realizan para transformar el pescado crudo en ahumado son los siguientes: manejo adecuado de la materia prima, preparación y limpieza de los pescados ya sean enteros o troceados, salazón, secado, ahumado, finalmente refrigeración inmediata a la salida de los hornos y empaque (Burgess; de Ocaña).

### Manejo adecuado de la Materia Prima

Una parte muy importante del procesamiento del pescado, es la calidad de la materia prima, pues un producto de mala calidad jamás producirá un buen producto final.

También es importante la frescura de la materia prima, en la calidad de un producto pesquero antes del procesamiento; además, el eviscerado y la extracción de agallas se deben llevar a cabo de una forma adecuada, pues la presencia de intestinos y agallas acelera el deterioro; la Tabla 2 presenta las características del pescado fresco.

Tabla 2. Características de Frescura

|                          | FRESCO                                       | DAÑADO                         |
|--------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|
| Apariencia externa       | Brillante, húmeda y metálica                 | Opaca, seca. Arrugada          |
| Tono de la piel          | Elástico, firme                              | Inelástico, fofo, hinchada     |
| Olor                     | Fresco, olor a mar                           | Acido, desagradable            |
| Ojos                     | Claros, saltones                             | Opacos, hundidos en la cabeza  |
| Agallas                  | De color brillante rojo/rosados, olor fresco | Opacas, parduscas, malolientes |
| Mucosa que cubre la piel | Fina y resbalosa                             | Coagulada (viscosa)            |

### Limpieza

El proceso de limpieza propiamente dicho, consiste en lavar perfectamente las piezas para despojarlas de la suciedad que hubieran podido acumular durante el transporte. Las vísceras deben extraerse completa y cuidadosamente lo antes posible tras la captura y no debe de quedar el menor resto de mucosidades, sangre o vísceras.

Un pescado muerto limpio, almacenado en un lugar limpio para prevenir la recontaminación, se conserva en mejores condiciones (Connel 1988; de Ocaña; [www.tecno-point.com/en/Lebensmitteltechnik/Fachbuecher/8/3](http://www.tecno-point.com/en/Lebensmitteltechnik/Fachbuecher/8/3)).

## **Salado**

El efecto más importante del salado es la extracción de agua de la carne de pescado, al punto de retardar la acción enzimática y microbiana. Esta extracción de agua ocurre porque la solución salina exterior al pescado tiene mayor concentración que el agua residual en la carne de pescado. A medida que el agua se extrae de la carne, la sal va penetrando en ella.

Hace algún tiempo se consideró, que su acción preservativa radicaba en su capacidad de ejercer una presión osmótica alta, reflejándose en un aumento de la plasmólisis en células bacterianas, hoy se conoce que, además obstaculiza los núcleos proteicos, los cuales son afectados por enzimas (Barba, 1997).

El porcentaje de movimiento de agua hacia fuera y de movimiento de sal hacia dentro depende de:

- La concentración de la solución salina.
- El contenido de grasa del pescado.
- El grosor del pescado.
- La temperatura.
- La duración del salado.

La solubilidad de la sal en el agua se incrementa ligeramente con un aumento de la temperatura.

Si los cristales y el agua están estáticos, el proceso de disolución se efectúa en dos etapas:

- 1) La disolución en la superficie de los cristales y difusión de la sal a través de la solución. La velocidad de esta etapa depende totalmente de la velocidad a la cual se difunde la sal que atraviesa una cierta capa límite de la solución.
- 2) El transporte de soluto desde la solución saturada en la cercanía del cristal hasta un plano que presenta cierta concentración. En esta etapa la agitación en los recipientes para el tratamiento con salmuera es muy importante porque aumenta la velocidad de difusión.

## **Ahumado**

El ahumado es la operación que consiste principalmente en someter un producto alimentario a la acción de los productos gaseosos que se desprenden en la combustión de ciertos vegetales (Girard, 1991).

El ahumado tiene cierta actividad curativa sobre el pescado, pues el tratamiento térmico acelera o completa el proceso de salazón; para esto es importante la acción del calor que provoca una coagulación más o menos intensa de las proteínas cárnicas, aparte los tejidos del pescado que antes se ha salado, se impregnan de sustancias contenidas en el humo que desprende la combustión lenta de leña y aserrín de maderas no resinosas. Cuando el ahumado se efectúa

eficientemente, refuerza la capacidad de conservación y mejora la apariencia. (Barba, 1997; Delfino-Sarno).

## **METODOLOGÍA**

### **Muestreo y análisis proximal de la materia prima**

Para el procesamiento eficaz de un producto, es muy importante conocer la composición proximal de la materia prima empleada.

En este caso se procedió a hacer un análisis de las características de la trucha, por lo que se realizó un muestreo en 8 granjas trutícolas del municipio de Santiago Papasquiaro.

De cada granja se tomaron 5 truchas de las que se consideran listas para su venta; en los estanques se midió: Conductividad, pH, Temperatura (°C) y Oxígeno Disuelto (O.D.).

Cada trucha se midió y pesó antes y después de su evisceración, fileteado y despielado, obteniéndose la cantidad de desechos sólidos producidos, así como la cantidad de carne obtenida.

La pulpa de carne se molió, secó y se le determinó: % *Humedad* (a la pulpa fresca, de acuerdo a la norma NOM-116-SSA1-1994), % *Proteína* (método Micro Kjeldahl), % *Grasa* (Método Soxhlet) y % *Cenizas* (método de Pearson).

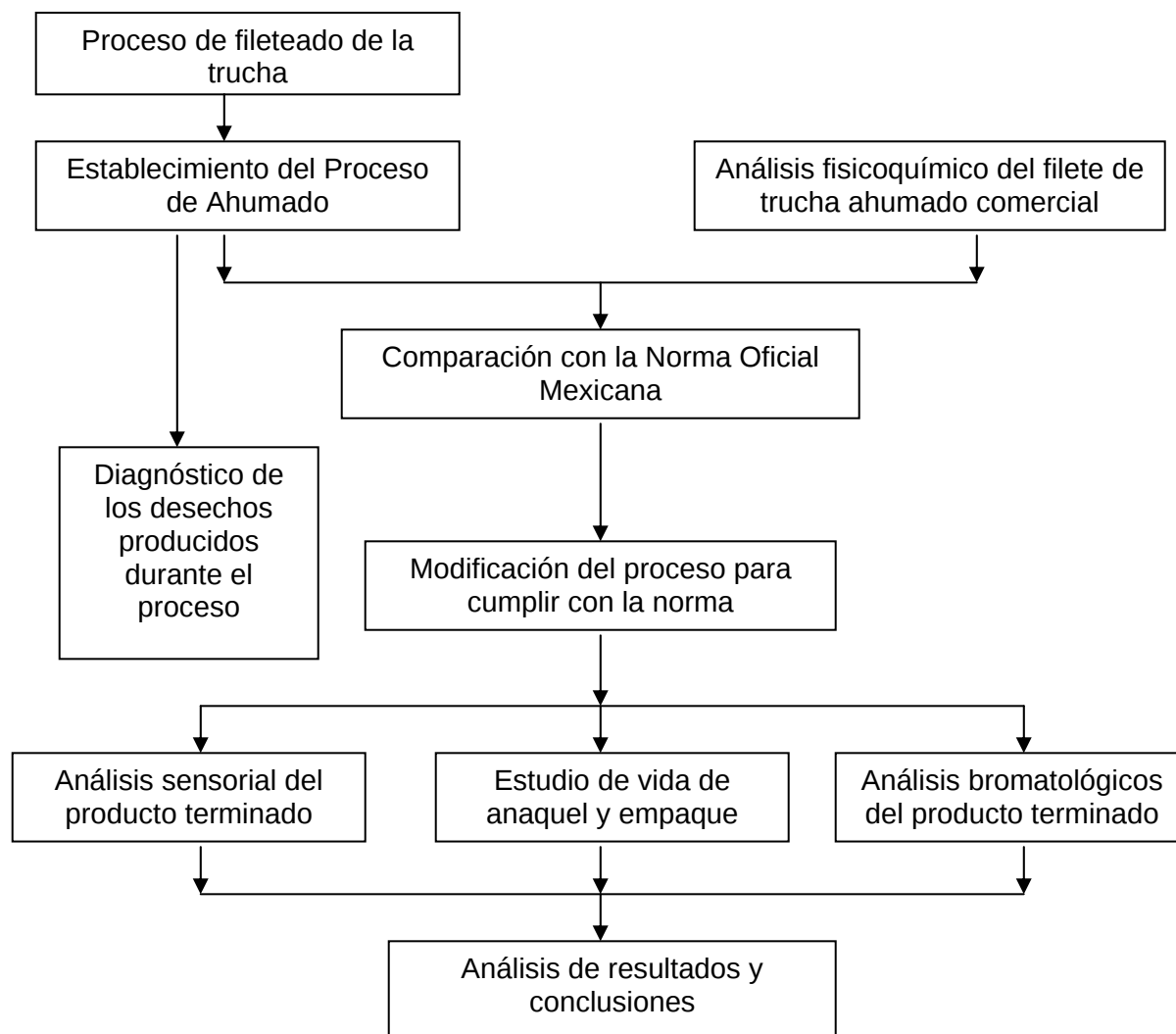
Para el análisis estadístico, se utilizó el análisis de varianza para bloques completamente al azar (Olivares, 1994), transformando los valores de peso en logaritmos, esto último para poder comparar unidades de volumen contra longitud.

### **Proceso de Ahumado**

La metodología para el ahumado fue la siguiente

*Diseño Experimental*

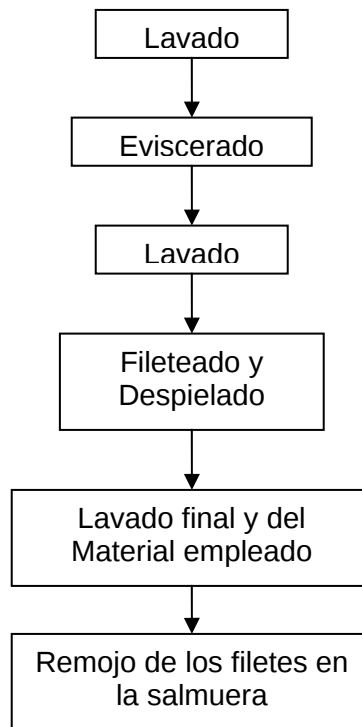
Diagrama 1. Diseño General



#### *Fileteado de la trucha*

Se obtuvieron los filetes de trucha, midiéndose la cantidad de agua empleada en el proceso, de acuerdo al siguiente diagrama 2.

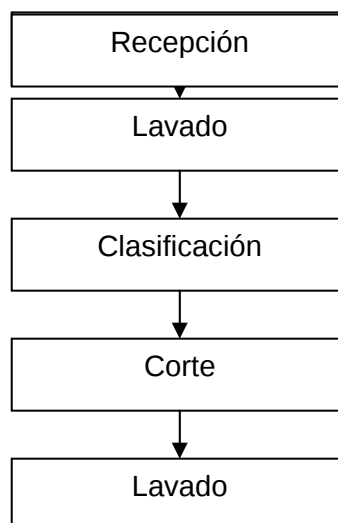
Diagrama 2. Fileteado de la Trucha

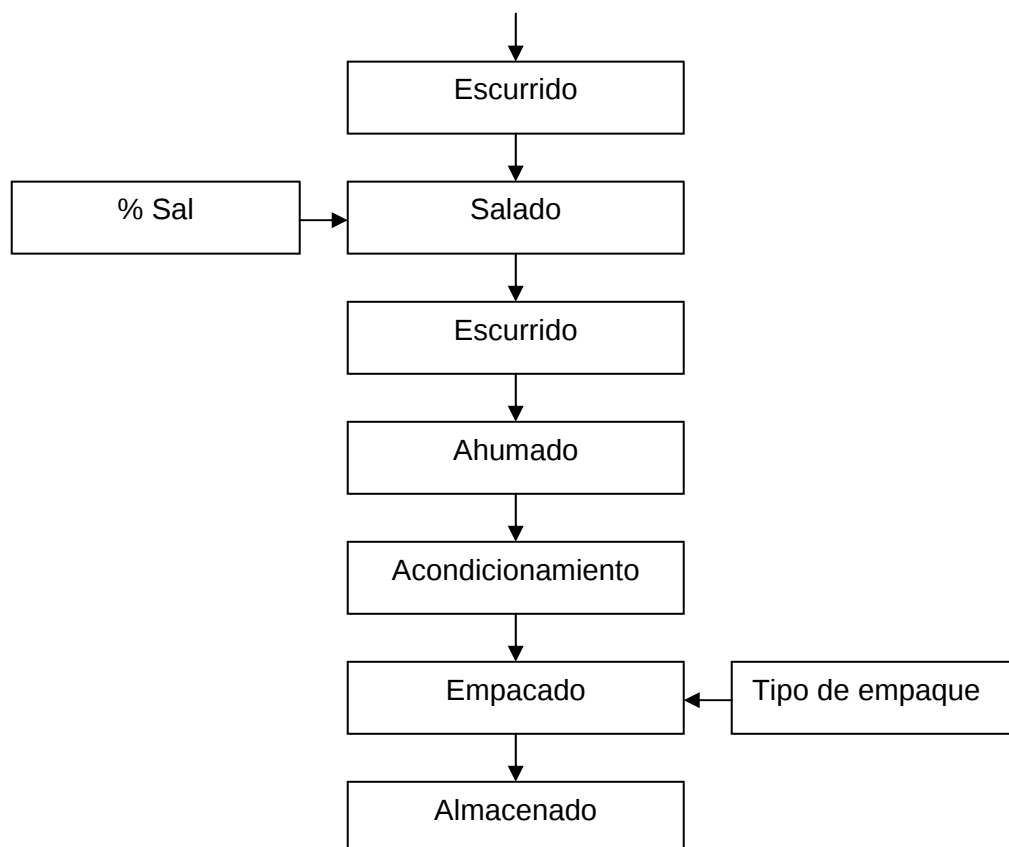


Para esto se adaptó un medidor de flujo Iberconta, N15, M150, NOM 3183 03-1480170, que mide la cantidad de agua empleada y de este modo se obtuvo un aproximado del agua que se emplea para la elaboración de los filetes.

### *Proceso ahumado*

Diagrama 3. Establecimiento del Proceso de ahumado





Los análisis realizados al filete ahumado fueron: % Humedad (NOM-116-SSA1-1994) y % NaCl; comparándolos con un producto comercial y de acuerdo a la norma NOM-129-SSA1-1195.

Para la validación del proceso de salado y ahumado, se siguió la receta sugerida en el Proyecto: “Establecimiento de Centro de Acopio, Procesadora y Comercializadora de Trucha”, sugerido a la Unión de Ejidos UNECOFAEZ, realizado por la Universidad de Chapingo.

El ahumador utilizado fue un Maurer, ASL-1591, Ahumador Eléctrico para Carnes y Pescados, del Instituto Tecnológico Agropecuario (ITA)

**Parámetros para ahumado en caliente de filetes con piel de pescadilla  
(graduados 2/4 ó 4/6 onzas, en empaque interfoliado para exportación)**

| Materia prima para ahumar | Concentración de la salmuera  | Tiempo de salado | Tiempo del escurrido | Tiempo y temperatura de cocción | Tiempo y temperatura de ahumado |
|---------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Trucha arco iris          | 5% (escala americana) a 20 °C | 5 minutos        | 10 minutos           | 10 minutos a 90 °C              | 6 horas 60 °C                   |

Fuente: Enrique Bertullo, 2001. Tecnología de los productos de la pesca. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **META 1. Definir las condiciones operativas de manejo de la materia prima y los desechos.**

#### **1). Condiciones de la calidad de la trucha para su procesado.**

Calidad es satisfacer las necesidades del cliente, en base a un bien o servicio y a un precio justo; cumplir con todos los requisitos del cliente; cumplir las promesas de la oferta de ventas y cubrir expectativas del consumidor.

Generalmente el término “calidad” se refiere a la apariencia estética y frescura o al grado de deterioro que ha sufrido el pescado. También puede involucrar aspectos de seguridad como: ausencia de bacterias peligrosas, parásitos o compuestos químicos (FAO, cap 8).

Dentro de las características de calidad, se tiene que tomar en cuenta los siguientes aspectos:

**Olor.** El olor del pescado fresco es ligero y agradable.

**Aspecto general.** Tienen un aspecto brillante y un esplendor metálico y reflejos iridiscentes, estas características son muy delicadas y son las primeras que empiezan a alterarse cuando el pescado comienza a perder frescura.

**Cuerpo.** Recién pescados, se presenta flexible, sin embargo, esta flexibilidad desaparece muy pronto para dar lugar al típico rigor mortis.

**Consistencia.** El pescado fresco presenta cierta dureza según la especie y resiste a la presión digital, la cual no debe dejar huella sobre la superficie del cuerpo.

**Secreciones.** Presentan la superficie externa ligeramente húmeda y privada de secreciones especiales.

**Escamas.** Las escamas en general, deben estar bien imbricadas y adheridas a la piel, deben conservar su lucidez y no ser viscosas.

**Piel.** La piel del pescado es húmeda, bien adherida a los tejidos que se encuentran debajo de ella, privada de laceraciones y conserva los colores propios de la especie.

**Ojos.** Deben ser claros, vivaces, lúcidos, brillantes y ocupar toda la cavidad orbitaria. La córnea es convexa y transparente, la pupila amplia y negra, el iris no debe estar manchado de rojo, y se presenta con frecuencia amarillo o raramente rojo.

**Opérculo.** Debe estar bien adherido al cuerpo, húmedo y libre de manchas por su parte interna.

**Branquias.** Deben presentar unas coloraciones rosadas o rojo sangre, húmedas, brillantes y en el caso de los peces de agua dulce, emanar un olor muy tenue.

**Abdomen.** No debe estar inflado, ni flojo, ni lacerado, ni presentar ninguna mancha que no corresponda a la especie.

**Ano.** Debe estar cerrado, en proporción al tamaño del animal.

**Vísceras.** A la apertura de la cavidad abdominal, se deben presentar lisas, brillantes limpias y bien separadas entre sí, el peritoneo debe estar bien adherido a la pared de la cavidad visceral.

**Carnes.** Las carnes deben ser blancas, rosadas y oscuras, según la especie de que se trate. (Pérez, 1985; Connel 1988).

El factor más importante en la calidad de un producto pesquero es la frescura de la materia prima inmediatamente antes del procesamiento, un pescado de baja calidad jamás producirá un buen producto final. Ante esto es muy importante la manipulación que sufre el pescado una vez fuera del agua. ([www.tecno-point.com](http://www.tecno-point.com), cap. 1).

Desde el momento en que el pescado muere, empieza a deteriorarse. Este proceso natural es irreversible, por lo que es importante retardar este deterioro. La temperatura juega un papel muy importante dentro de la conservación del pescado; a mayor temperatura, mayor porcentaje de deterioro, y éste se acelera entre los 30 y 40 °C. Por tal motivo, es muy importante la conservación del pescado en hielo, una vez fuera del agua, o en refrigeración, hasta la hora del procesado. (Pacheco, 1994. Pérez 1985)

Se han desarrollado test que miden la calidad y grado de frescura del pescado antes de su procesado. En la tabla 3 se presenta una calificación para determinar el grado de calidad para un producto pesquero, de acuerdo al tipo de procesamiento al que se va a someter que si bien, los parámetros a evaluar y las características a evaluar son comunes en los productos pesqueros, se presenta específicamente para la trucha arco iris. (Mastrókaló, FAO 1999, [www.from.mapya.es/consumidores](http://www.from.mapya.es/consumidores)). En el caso del ahumado se recomienda Premium y hasta grado 1.

Tabla 3. Descripción de atributos de calidad del producto trucha, para su procesamiento.

| CARACTERÍSTICAS        | PREMIUM                                                                                                                                                                                                                         | GRADO 1                                                                                                                                                                                                 | GRADO INDUSTRIAL                                                                                                                                                                                    |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ojos                   | Convexos, pupila negra, córnea cristalina, brillantes.                                                                                                                                                                          | Ligeramente hundido; pérdida de claridad en la pupila, algo turbia.                                                                                                                                     | Hundidos; pupila alongada, turbia, blanca lechosa, opacos.                                                                                                                                          |
| Agallas                | Brillantes; rojo brillante o rosadas, mucus claros. Olor fresco; no es desagradable, prácticamente inodoro.                                                                                                                     | Pérdida de brillo, ligero oscurecimiento: mucus espeso, puede aparecer turbio. Olor ligeramente aceitoso.                                                                                               | Decoloración café verdosa, mucus amarillento-café. Olor extraño fuerte a pasto descompuesto o a cloroformo.                                                                                         |
| Color de Piel          | Lomo azul, verde oscuro o café oscuro, arco iris presente en moderada intensidad y extensión, no sobrepasa el primer tercio debajo de la línea lateral, lunares propios de la especie hasta segundo tercio de la línea lateral. | Lomo con tonalidades más claras; arco iris más intenso, pero aún con diferencia entre lomo y vientre, lunares no sobrepasan segundo tercio, y pueden existir algunos lunares menos en el último tercio. | Color del dorso pierde su definición respecto a el vientre; arco iris muy intenso, el vientre presenta coloraciones grises. Oscuras café amarillentas, lunares mayores comprometen todo el vientre. |
| Deformaciones          | No se aceptan deformaciones.                                                                                                                                                                                                    | Se permiten escoliosis que no afectan la forma externa del pescado.                                                                                                                                     | Se aceptan escoliosis y lordosis notorias.                                                                                                                                                          |
| Cortes                 | No se permiten cortes de ningún tipo                                                                                                                                                                                            | Se permite hasta dos cortes menores de 1 cm en cada uno, de tipo superficial.                                                                                                                           | Varios cortes que afectan superficialmente la carne.                                                                                                                                                |
| Heridas y lesiones     | Sin heridas, solamente se acepta desgaste de aletas pectorales y/o pélvicas.                                                                                                                                                    | Pueden faltar aletas pectorales y/o pélvicas y 1 a 2 heridas menores de 5 mm, sin infección y que afecten al tejido muscular.                                                                           | Se permiten más de dos heridas mayores de 5 mm, sin infección y que no afecten el tejido muscular.                                                                                                  |
| Mucus                  | Claro.                                                                                                                                                                                                                          | Turbio, opaco.                                                                                                                                                                                          | Espeso, turbio, copioso.                                                                                                                                                                            |
| Enrojecimiento ventral | No se observa.                                                                                                                                                                                                                  | Moderado, solamente a lo largo de la superficie ventral.                                                                                                                                                | Puede ser extremo a lo largo de toda la superficie ventral.                                                                                                                                         |
| Madurez sexual         | No se observa signos externos de madurez.                                                                                                                                                                                       | Cambios de color superficiales, paredes ventrales pueden presentarse delgadas.                                                                                                                          | Se observan tonalidades café, negras, verdes y amarillas. Paredes ventrales pueden estar muy delgadas.                                                                                              |

|                          |                                                                                                                          |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Escamas                  | Bien adheridas con pérdidas inferior al 10% en forma concentrada y hasta un 20% en forma repartida.                      | Pérdida moderada hasta un 20% en forma concentrada y hasta un 40% en forma repartida.                                        | Pérdida mayor al 20% en forma concentrada y mayores del 40% en forma repartida.                                                                                                                                  |
| Textura de la superficie | Firme y elástica. No queda marca en la superficie cuando se presiona con los dedos.                                      | La marca en la superficie se recupera lentamente luego de presionarla con los dedos.                                         | Blanda, la marca en la superficie permanece por un período más largo.                                                                                                                                            |
| Cavidad ventral          | Firme, con un olor fresco prácticamente inodoro, vísceras íntegras, separadas y húmedas, membrana intacta sin autólisis. | Ligera pérdida de elasticidad, no se detecta olor extraño o ácido, autólisis moderada, hasta un 25% de la cavidad destruida. | Blanda. Puede ser evidente separación del tejido muscular en la cavidad ventral, olor extraño, pero no a putrefacción. Autólisis de moderada a extrema; membrana ventral puede estar completamente desintegrada. |

## 2). Metodología para el procesado de trucha.

### a) Manipulación higiénica del pescado.

**Lavado:** La materia prima al estado fresco (no congelado), llegada de las granjas trutícolas, debe ser lavada al ingreso a la Planta de Procesamiento ya sea manual o mecánicamente con agua potable. Al realizar la operación de lavado procure que sea retirado el exceso de mucus, presencia de barro o tierra, u otras suciedades que pueda traer el pescado.

**Clasificación:** Clasificar por tamaño óptimo, de acuerdo a las especificaciones del producto a elaborar, separando los más pequeños y aquellos que lleguen muy maltratados y no sea posible utilizar.

**Pesado:** Pese la materia prima seleccionada y los descartes en la balanza de la planta y registre.

**Eviscerado:** Proceda a realizar un corte neto desde el orificio anal, en dirección craneal, hasta la base de los arcos branquiales; ayude con los dedos para la separación de las paredes abdominales hasta dejar las vísceras a la vista. Retire todas las vísceras cuidadosamente para evitar roturas y deséchelas en un recipiente apropiado o en la canaleta de la mesa filetera. Evite que el cuchillo dañe la carne evitando el ingreso de microorganismos a la masa muscular.

**Lavado:** Después del eviscerado, proceda a un lavado cuidadoso de la cavidad con agua potable, cuidando retirar los restos de vísceras y sangre remanentes.

**Fileteado:** Los filetes son los músculos dorso laterales del pescado, con o sin piel; de preferencia sin espinas. Su corte será claro neto, sin desgarraduras o irregularidades. No debe presentar coágulos sanguíneos o cambios de su coloración natural. En la jerga doméstica, se le conoce también como “lomos”. Se realiza un corte transversal en la base de la cabeza y otro en la base de la cola, a lo largo del lomo, se hace un corte y se procede a sacar el filete, cortando en forma oblicua desde base de la parte superior de la cabeza (donde empieza el corte transversal), hasta terminar en la base de la cola.

**Despielado:** Una vez sacado el filete, se quita la piel, despegando la piel de una esquina y jalándola de un solo tirón. (Bertullo, 2001; Pacheco, 1994)

Estos pasos se realizan cuando se hace en forma manual, pero es más fácil si se cuenta con las máquinas apropiadas.

## **META 2. Validar el proceso de ahumado de trucha.**

### **1). Caracterización de la materia prima.**

#### *a. Calidad del agua de los estanques:*

En la tabla 4 se muestran los resultados de los datos obtenidos en el agua de los estanques de donde se obtuvieron las muestras. En la granja de Taunitas, en el estanque E5 (TE), tienen truchas para la venta por kilo y son más grandes que las del estanque E6 (T) que se venden por pieza; se decidió sacar las muestras por separado para su comparación.

El muestreo se realizó en el mes de diciembre, por lo que los valores de temperatura son más bajos que el límite permitido, lo único que afecta es que baja el metabolismo de los peces.

De acuerdo a los límites permitidos para el cultivo de trucha (Camacho y col.), los valores mostrados no exceden las condiciones requeridas para el desarrollo de los peces, si bien en la granja de los Altares (A), el O.D., es de 4.6, pero la temperatura es más alta de, 15.86 °C.

**Tabla 4. Resultados para la calidad del agua de los estanques.**

| GRANJA        | CLAVE | O. D.<br>mg/L | T °C  | pH   | Conductividad<br>μS/cm |
|---------------|-------|---------------|-------|------|------------------------|
| Taunitas (E5) | TE    | 7.3           | 4.5   | 6.56 | 26                     |
| Taunitas (E6) | T     | 7.24          | 4.4   | 6.52 | 27                     |
| Los Altares   | A     | 4.6           | 15.86 | 7.11 | 96.5                   |
| Sta. Lucía II | LUC   | 5.98          | 9.6   | 6.5  | 25                     |
| Sta. Lucía I  | SL    | 5.6           | 9.55  | 6.4  | 26.3                   |

|                        |    |      |        |         |      |
|------------------------|----|------|--------|---------|------|
| Fresnitos              | F  | 6.91 | 7.9    | 6.33    | 84   |
| Salto de Camellones II | SC | *    | *      | *       | *    |
| San Diego              | SD | 6.37 | 7.35   | 6.87    | 42.5 |
| San Nicolás            | SN | 5.97 | 13.1   | 6.74    | 124  |
| Límites Permitidos     |    | > 5  | 7.2-17 | 6.7-9.0 | -    |

\* En esta granja no se pudieron hacer las mediciones pues el estanque apenas se estaba llenando y el nivel de agua era de 10 cm.

#### *b. Análisis Proximal de la carne de trucha.*

Todas las granjas trabajan con la misma especie de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), y al momento del muestreo también manejaban la misma marca de alimento, pero utilizando las tablas de alimentación de una marca diferente, cuyo contenido de proteína y grasa (del alimento) es ligeramente mayor.

En la tabla 5 se muestran los resultados de las mediciones a cada pez, así como la cantidad total de carne y desechos producidos. La cantidad total de peces que se muestrearon fue de 11.387 K de los cuales, 5.575 K son de carne y 5.794 k de los desechos totales, es decir, por cada 100 K de pescado entero, el 48.8% es de carne y el 51% es de desechos, la cantidad de desechos generada es muy grande y más cuando se manejan toneladas de pescado, por lo que es muy importante que se implementen métodos de aprovechamiento para estos desechos.

En cuanto a talla y peso, la granja TE es la que presenta los valores más altos de peso, talla, promedio de carne de pez y promedio de desechos por pez (391.4 gr, 31 cm, 181.16 y 210.23 gr, respectivamente), pero en cuanto a porcentaje de carne es de los más bajos. La granja con los valores más pequeños en talla y peso es la LUC (25.3 cm y 214.06 gr).

Tabla 5. Resultados de las mediciones particulares de los peces de las diferentes granjas

| Granja          | Peso total | Peso promedio pez gr | Talla promedio cm | Carne Total | Carne promedio pez gr | Desecho Total promedio pez gr | Desecho total | % Carne  | % Desecho |
|-----------------|------------|----------------------|-------------------|-------------|-----------------------|-------------------------------|---------------|----------|-----------|
| TE              | 1174.2     | 391.4                | 31                | 543.5       | 181.16                | 210.23                        | 630.7         | 46.41    | 53.58     |
| T               | 1140.8     | 285.2                | 27.9              | 560.1       | 140.02                | 145.175                       | 580.7         | 48.83    | 51.16     |
| A               | 1342       | 268.4                | 27.78             | 689         | 137.8                 | 130.6                         | 653           | 50.79    | 49.2      |
| LUC             | 1070.3     | 214.06               | 25.3              | 490.6       | 98.12                 | 115.94                        | 579.7         | 45.34    | 54.65     |
| SL              | 1453.6     | 290.72               | 28.56             | 727.1       | 145.42                | 145.3                         | 726.5         | 50.01    | 49.98     |
| F               | 1652.1     | 330.42               | 29.58             | 796.5       | 159.3                 | 171.12                        | 855.6         | 48.09    | 51.9      |
| SC              | 1076.4     | 215.28               | 26.32             | 532         | 106.4                 | 108.88                        | 544.4         | 49.12    | 50.57     |
| SD              | 1321.8     | 264.36               | 27.2              | 635.5       | 130.7                 | 133.66                        | 668.3         | 49.25    | 50.74     |
| SN              | 1156.4     | 231.28               | 25.7              | 600.7       | 120.14                | 111.14                        | 555.7         | 52.03    | 47.96     |
| <b>Promedio</b> |            | 276.79111            | 27.70444          |             | 135.45111             | 141.3383                      |               | 48.87444 | 51.0822   |
| Total           | 11387.6    | 2491.12              |                   | 5575        | 1219.06               | 1272.045                      | 5794.6        | 49       | 51        |

En cuanto a la cantidad de proteína, la granja de Taunitas (T) es la que presenta el valor más alto en proteína (67.34 %) y la de Altares (A), el porcentaje más alto de grasa (15.87 %), ver tabla 6.

Tabla 6. Análisis proximal de las truchas.

| Clave           | % Proteína        | % Grasa           | %<br>Humedad | % Cenizas         |
|-----------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|
| TE              | 64.62             | 12.61             | 76.22        | 5.05              |
| T               | 67.34             | 14.06             | 76.19        | 5.16              |
| A               | 62.42             | 15.87             | 75.58        | 4.95              |
| LUC             | 63.43             | 14.3              | 75.87        | 5.81              |
| SL              | 63.71             | 14.25             | 75.93        | 4.93              |
| F               | 62.32             | 13.93             | 76.32        | 5.1               |
| SC              | 65.44             | 14.7              | 76.42        | 4.69              |
| SD              | 64.51             | 14.3              | 76.66        | 5.21              |
| SN              | 65.48             | 14.58             | 75.62        | 5.21              |
| <b>Promedio</b> | <b>64.3633333</b> | <b>14.2888889</b> | <b>76.09</b> | <b>5.12333333</b> |

### c. Análisis Estadístico

#### LOGARITMO DEL PESO

Tabla 7. Análisis de varianza para el Log. Peso

| FV           | GL | SC       | CM       | F      | P>F   |
|--------------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 7  | 0.280701 | 0.040100 | 4.4435 | 0.002 |
| BLOQUES      | 4  | 0.075409 | 0.018852 | 2.0890 | 0.108 |
| ERROR        | 28 | 0.252686 | 0.009024 |        |       |
| TOTAL        | 39 | 0.608795 |          |        |       |

C.V. = 3.93%

Tabla 8. Tabla de Medias

| TRATAMIENTO | MEDIA  | MMM |
|-------------|--------|-----|
| T           | 2.5238 | A   |
| F           | 2.5178 | AB  |
| SL          | 2.4604 | ABC |
| SD          | 2.4176 | ABC |
| A           | 2.4067 | ABC |
| SN          | 2.3632 | ABC |
| LUC         | 2.3231 | BC  |
| SC          | 2.3008 | C   |

Nivel de significancia = 0.05

De acuerdo a los resultados de la anava, sí existe diferencia significativa, en cuanto al peso, en las granjas T, LUC y SC, de acuerdo a la tabla 5 de resultados, los valores correspondientes son 391.4, 214 y 215.28 gr, respectivamente.

## TALLA

Tabla 9. Análisis de varianza para la Talla

| FV           | GL | SC         | CM        | F      | P>F   |
|--------------|----|------------|-----------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 7  | 93.492188  | 13.356027 | 3.7374 | 0.006 |
| BLOQUES      | 4  | 23.875     | 5.968750  | 1.6702 | 0.184 |
| ERROR        | 28 | 100.0625   | 3.573661  |        |       |
| TOTAL        | 39 | 217.429688 |           |        |       |

C.V. = 6.88 %

Tabla 10. Tabla de medias

| TRATAMIENTO | MEDIA | MMM  |
|-------------|-------|------|
| F           | 29.58 | A    |
| T           | 29.40 | A    |
| SL          | 28.56 | AB   |
| A           | 27.78 | ABC  |
| SD          | 27.20 | ABCD |
| SC          | 26.32 | BCD  |
| SN          | 25.70 | CD   |
| LUC         | 25.30 | D    |

Nivel de significancia = 0.05

En cuanto a la talla, también existe diferencia significativa entre las granjas, como son F, T, SN y LUC, si bien no existe diferencia entre F y T, pero sí son diferentes a SN y LUC, con valores extremos de 29.58 cm para F y 25.30 para LUC.

Tallas mayores a 27 cm y pesos de arriba de 250 gr, no garantiza que se obtenga un producto con mayor contenido de carne y solo aumenta el costo de producción, y al, contrario, en tallas más pequeñas se aumenta el contenido de desechos y disminuye el contenido de carne (LUC). No existe homogeneidad en el manejo de las granjas, pues se está sacando al mercado un producto muy dispar y esto puede repercutir, sobre todo, a la hora de su procesamiento, en donde se requiere uniformidad para establecer un proceso industrial. También se tiene que tener cuidado en que las tallas de los peces dentro de los estanques sean lo más parecido posible, para que se tenga una mayor eficiencia a la hora de alimentarlos.

## 2). Validación del proceso de salado y ahumado

Según la receta recomendada en el proyecto antes citado, está referida a una especie marina, con un tamaño de 45-55 cm y peso de 1 a 2 K.

En el caso de la trucha arco iris, es una especie de agua dulce con un peso y talla más pequeña, por lo que fue necesario hacer cambios.

Se respetó la concentración de sal, pero se establecieron 3 tiempos de remojo en la salmuera:

T1 = 15 minutos  
T2 = 20 minutos  
T3 = 30 minutos

De acuerdo a los programas de ahumado ya establecidos en el ITA, se realizó de la siguiente manera:

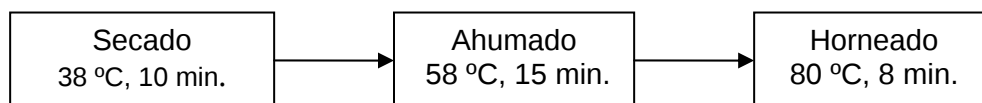


Tabla 11. Resultados de la concentración de NaCl

|               | % NaCl      | % Humedad   |
|---------------|-------------|-------------|
| <b>Tiempo</b> |             |             |
| T11           | 1.08333933  | 72.00398544 |
| T12           | 1.075339698 | 70.01866762 |
| T13           | 1.087773359 | 67.73302783 |
| T21           | 1.087254319 | 68.97834412 |
| T22           | 1.07219241  | 68.98511504 |
| T23           | 1.079723365 | 72.39456033 |
| T31           | 1.125549665 | 67.24090953 |
| T32           | 1.140733759 | 69.48987096 |
| T33           | 1.14382802  | 66.9238055  |

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 11, donde se dan los datos sobre la concentración de sal (NaCl) en los diferentes tiempos, con sus repeticiones, así como el contenido de humedad.

Se realizó un análisis de varianza para el contenido de cloruro de sodio en los filetes ahumados. Los resultados se presentan en la siguiente tabla 12.

Tabla 12. Análisis de Varianza para el contenido NaCl

|              | Valor F | Probabilidad |
|--------------|---------|--------------|
| Tratamiento  | 42.68   | 0.004        |
| Repeticiones | 0.6405  | 0.576        |

| Tabla 13. Tabla de Medias |        |   |
|---------------------------|--------|---|
| Tratamiento               | Media  |   |
| T3                        | 1.1367 | A |
| T1                        | 1.0822 | B |
| T2                        | 1.0797 | B |

Como se puede observar en las tablas 12 y 13, donde existe diferencia es en el tratamiento 3 con respecto a los otros dos. En los T1 y T2 no existe diferencia en cuanto al tiempo de remojo, pues son muy similares, sin embargo a un tiempo de 30 min., de remojo sí afecta a la concentración de sal en el producto.

En la siguiente tabla se hace una comparación de los filetes ahumados de prueba con un producto comercial.

Tabla 14. Comparación de la concentración de NaCl con un producto comercial y la NOM

| Producto  | Tamaño<br>cm | Peso<br>gr | Grosor<br>cm | % NaCl    | % Humedad |
|-----------|--------------|------------|--------------|-----------|-----------|
| Prueba    | 19.4         | 65         | 0.224        | T1 1.0822 | 70        |
|           |              |            |              | T2 1.0797 | 70        |
|           |              |            |              | T3 1.1367 | 68        |
| Comercial | 21.8         | 71         | 1.04         | 1.1       | 63        |
| *Norma    |              |            |              | 3.5       |           |

\*NOM-129-SSA1-1995

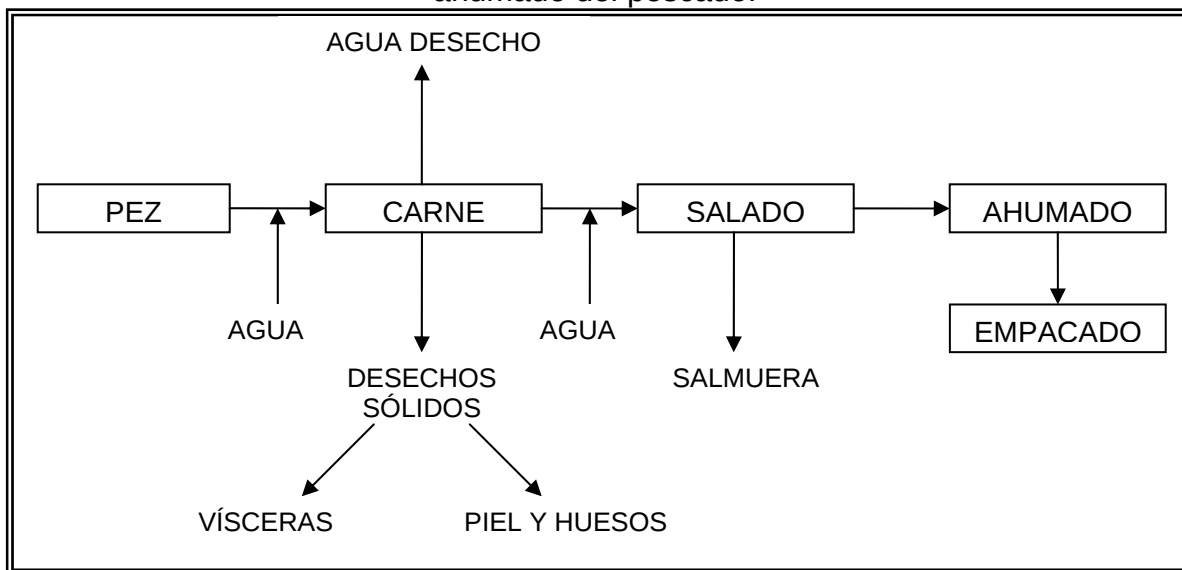
El proceso que se siguió para el ahumado es un ahumado en caliente, y según la norma, la concentración de sal en este tipo de producto, debe ser no menos de 3.5 %. En base a esta indicación, ninguno de los dos productos está dentro de la norma.

En una prueba preliminar de evaluación sensorial, con 10 personas, la elección de las personas que probaron los filetes ahumados de los tres tratamientos, 9 eligieron, como más aceptable en cuanto a contenido de sal el T1, indicando más insípido el T2 y muy salado (para algunos desagradable), el T3, solo uno eligió este último tratamiento.

**META 3. Definir las condiciones de la disposición adecuada de los residuos provenientes del procesado.**

En el siguiente diagrama se ilustra, los diferentes tipos de desechos producidos a la hora del proceso de ahumado.

Diagrama 4. Tipos de desechos que se producen durante el procesado de ahumado del pescado.

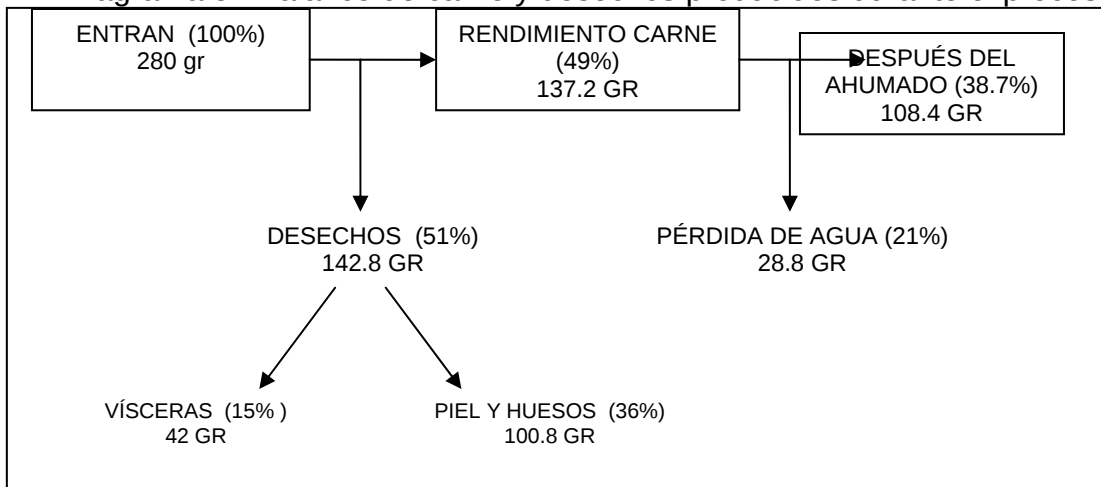


Haciendo un balance para un pescado y la cantidad de agua que se necesita, su rendimiento y desechos producidos quedan lo siguiente:

**1). Desechos sólidos.**

Como se muestra en la tabla 5 de resultados generales, el rendimiento para la carne del pescado es del 49% y los desechos totales son el 51%. El promedio para talla y peso de un pescado, en la misma tabla, es de alrededor de 28 cm y 280 gr, respectivamente; si hacemos el balance para un pescado, sería:

Diagrama 5. Balance de carne y desechos producidos durante el proceso.



En general, el rendimiento total de carne desde el fileteado hasta el ahumado, es del 38.7% del total del peso del pescado.

#### *Análisis Proximal de los Desechos*

La tabla 15 muestra las cantidades de proteína, grasa, cenizas y humedad de los diferentes desechos sólidos.

Tabla 15. Análisis Proximal de los desechos de la trucha

| Parámetro                        | %       | * %      | * %   | * %     |
|----------------------------------|---------|----------|-------|---------|
|                                  | Humedad | Proteína | Grasa | Cenizas |
| Piel, cabeza y huesos            | 62.87   | 33.96    | 41.28 | 11.86   |
| **Desechos total                 | 71.18   | 62.77    | 21.64 | 15.58   |
| Vísceras                         | 80.77   | 35.87    | 56.35 | 3.74    |
| <sup>1</sup> Vísceras Literatura | 67      | 10       | 14    | 3       |

\* En base seca

\*\*Pizardi Díaz César, 1999

<sup>1</sup> Bermudes Julio E., et. al 1999

Comparando los resultados obtenidos con la bibliografía, la cantidad de proteína en los desechos de trucha, es menor probablemente porque sólo es piel y huesos (incluyendo cabeza), y la referencia es con vísceras, cabeza, espinazo y restos de carne. En cuanto a las vísceras, los valores para la trucha son mucho más altos (35.87% en proteína y 56.35% en grasa, en contraste con el 10 y 14% respectivamente) que lo que marca la literatura, probablemente se deba a la diferencia de especie de pescado.

## APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

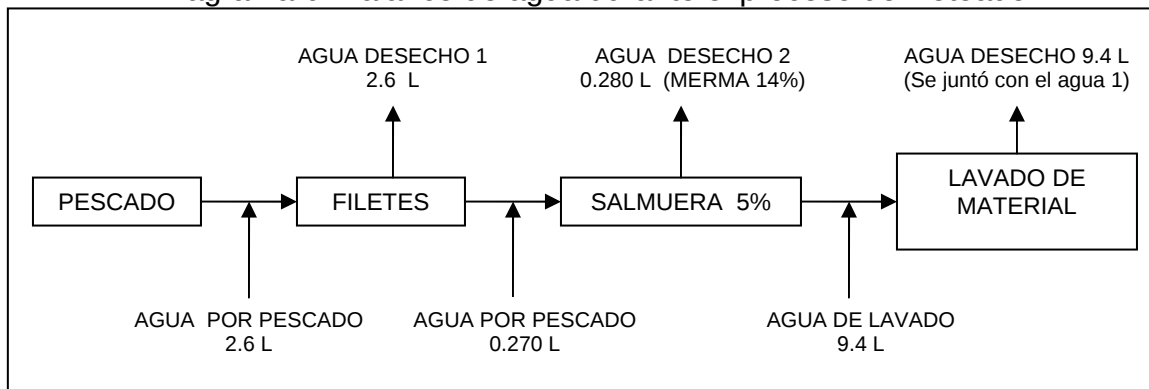
Por lo general, los desechos de pescado se procesan sin separar las vísceras de la piel y huesos. Esto aporta mayor contenido de proteína al producto final (según el proceso que se empleé). A continuación se ofrece una lista de los principales usos que se les puede dar a los desechos.

- **Elaboración de harina de pescado:** esta aprovecha todos los desechos sólidos, incluso los peces de desecho que no se puedan emplear para el fileteado. Requiere equipo más sofisticado y puede ser un poco más costoso.
- **Ensilado de pescado:** Se lleva a cabo por fermentación y se utilizan todos los desechos. Es más económico que el anterior, práctico y sencillo.
- **Obtención de aceite de pescado:** También se puede emplear todos los desechos.
- **Compostaje**
- **Hidrolizado de Vísceras.**

## 2). Desechos líquidos

Para el proceso de fileteado, se sacó un promedio de agua necesaria para cada pescado.

Diagrama 6. Balance de agua durante el proceso de fileteado.



El promedio de agua por pescado es de 2.6 L, con un flujo de 0.132 L/s, la cantidad de agua empleada para lavado (peces y material) fue de 25 L .

Las aguas de desecho del lavado de pescado (desviscerado y fileteado), se juntó con el agua de lavado del material, por lo que se manejará como agua de desecho 1. Se realizaron los análisis al agua de desecho 1 y 2 por separado y la mezcla de las dos aguas, agua de desecho 3:

Agua 1 = Agua de lavado de pescado y material.

Agua 2 = Salmuera resultante del remojo del pescado.

Agua 3 = Mezcla agua 1 y 2

El total de agua empleado durante el procesado fue de 25 L En la tabla 16 se muestran los resultados obtenidos de la caracterización de cada agua.

Tabla 16. Características de las diferentes aguas de desecho.

| PARÁMETRO             | AGUA 1   | AGUA 2  |         | AGUA 3  |
|-----------------------|----------|---------|---------|---------|
|                       |          | Antes   | Después |         |
| T °C                  | 21.8     | 26.1    | 24.7    | 21.295  |
| Conductividad         | *455.5   | **66.55 | **62.05 | **3.805 |
| pH                    | 6.99     | 8.235   | 6.79    | 7.85    |
| Sólidos Totales mg/L  | 1063.665 | 50.465  | 27751   | 3231.66 |
| S. Volátiles mg/L     | 696.165  |         | 1924.3  | 856.6   |
| S. Fijos mg/L         | 367.5    |         | 25828.5 | 2375    |
| S. Disueltos mg/L     | 760.85   |         | 46950.5 | 2835    |
| S. Sedimentables mg/L | 3.245    |         | 27.5    | 35.25   |
| Grasas mg/L           | 221.5    |         |         | 154.5   |
| Nitrógeno mg/L        | 637      |         |         | 592     |
| *μS/cm **mS/cm        |          |         |         |         |

Las diferencias de conductividad en cada una de las aguas, es muy alta; el agua 1 tiene 455.5 μS/cm, la 2 de 62.05 mS/cm y la 3 de 3.8 mS/cm, en cuanto al contenido de sólidos volátiles, también se eleva al mezclar las dos aguas. Para los sólidos fijos, también existe una gran diferencia entre las tres aguas, la tercera se eleva debido a la presencia de la gran concentración de sal que proviene del agua 2.

Para que se pueda establecer un tratamiento de depuración, lo más conveniente será tratar las aguas 1 y 2 por separado, sin mezclarlas, pues la concentración de sal en la tercera, impediría la sobrevivencia de los microorganismos naturales presentes en el agua para su depuración.

El tipo de tratamiento que se recomienda es un tratamiento anaeróbico, por la gran cantidad de materia orgánica que contiene.

## CONCLUSIONES

- El agua de los estanques está dentro de los límites permitidos, por lo que se puede considerar de buena calidad para la cría de trucha.
- Los promedios de peso y talla fueron de 276.32 gr y 27.2 cm; el 5 de carne y de desecho de 48.87 y 51.08 respectivamente; de proteína y grasa 64.36 y 14.28%, de humedad y cenizas 76.09 y 5.12%. Esto implica que la producción general podría ser industrializada. Pero las diferencias entre granjas, implicaría una merma al momento de industrializar la producción general.
- En cuanto al ahumado, el tiempo de remojo T3 para los filetes, bien puede competir con el producto comercial (1.1% de NaCl), aún y cuando los dos no cumplen con lo que marca la norma. El producto preferido en el estudio preliminar fue el T1, con una concentración de NaCl de 1.0822% y humedad de 70%. El tamaño de los filetes obtenidos fue de 19.4 cm, 65 gr de peso y 0.224 cm de grosor.
- En los desechos sólidos, en Vísceras el porcentaje de Humedad, proteína, grasa y cenizas es del 62.87, 33.96, 41.28 y 11.8 respectivamente; para Piel y huesos de 80.77, 35.87, 56.35 y 3.74%. El rendimiento total que se tiene del filete de trucha desde su eviscerado hasta el ahumado es del 38.7%.
- En los desechos líquidos, para el agua 1, la conductividad fue de 455.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la cantidad de sólidos totales, volátiles y disueltos fue de 1063.66, 696.16 y 760.83 mg/L, en el contenido de grasa y nitrógeno fue de 221.5 y 637 mg/L. Para el agua 2 después del remojo de la carne, ST, SV y SD fueron de 27,751, 1924.3 y 46,950.5 mg/l, en conductividad 62.05 mS/cm. Para la mezcla de las dos aguas, la conductividad es de 3.8 mS/cm, ST, SV y SD, 3231.6, 856.6 y 2835 mg/L.

## BIBLIOGRAFÍA

Barba Quintero Guillermo, 1997. Determinación de la Vida de Anaquel de Filete de Atún Aleta Amarilla (*Thunnus albacares*) Ahumada, Elaborado de acuerdo a la Norma de la FDA. ITD, México. Tesis de Maestría.

Bermudez Julio E., Rodríguez Jairo H., Ocampo Álvaro, Peñuela Lourdes, 1999. Ensilaje de Vísceras de Pescado Cachama Blanca (*Piaractus brachyponum*) como Fuente de Proteína para la Alimentación de Cerdos de Engorde en una dieta con Aceite Crudo de Palma (*Elaeis guineensis* – *Elaeis oleifera*). [www.cipav.org.co/1rrd/1rrd11/2/ocam112.htm](http://www.cipav.org.co/1rrd/1rrd11/2/ocam112.htm)

Camacho B. Elías, Moreno R. M., Rodríguez G. M., Luna R. C., Vázquez H. M., Guía para el Cultivo de Trucha. Secretaría de Medio ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Subsecretaría de Pesca, Dirección General de Acuicultura.

Cheftel Jean-Claude, Cheftel Henru, 1976. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos Vol. I; Editorial Acribia.

Connell J. J., 1988. Control de la Calidad del Pescado; Editorial Acribia.

Delfino, Mario R., Sarno M. C. Química del Ahumado del Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) Criado en Estanques. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. UNNE, Argentina.

FAO 1999; Documento Técnico de Pesca 348; Cap. 8 Evaluación de la Calidad del Pescado. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Editado por H. H. Huss. Laboratorio Tecnológico, Ministerio de Pesca, Dinamarca.

Girard J. P., 1991. Tecnología de la Carne y de los Productos Cárnicos. Editorial Acribia S. A., pp 183-223.

Kira R.S., Sawyer R, Egan H.; 2002. Composición y Análisis de Alimentos de Pearson. Editorial CECSA.

Mastrókalos Carlos; Descripción de Atributos de Calidad del Producto Trucha eviscerada. Artículo técnico, nicovita-Alicorp S. A. A.

NOM-129-SSA1-1995, Norma Oficial Mexicana, Bienes y Servicios. Productos de la Pesca: secos-slados, ahumados, moluscos cefalópodos y gasterópodos frescos-refrigerados y congelados. Disposiciones Sanitarias.

NOM-116SSA1-1994, Norma Oficial Mexicana, Bienes y Servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método arena o gasa.

Olivares Sáenz Emilio, 1994. Paquete de Diseño Experimental FAUANL Ver. 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L.

Pacheco Quevedo Teodosio, 1994. Calidad e Higiene de los Productos Pesqueros, Manejo y Conservación de Productos Pesqueros, Uruguay. Editor Prof. Dr. Enrique Bertullo; [www.pes.fvet.edu.uy/publica.htm](http://www.pes.fvet.edu.uy/publica.htm)

Pérez Salmerón Luis Angel. 1985. Higiene y Control de los Productos de la Pesca. Compañía Editorial Continental S. A. de C. V. (CECSA).

Pizardi Díaz César A., 1999. Producción Piloto de Hidrolizado de Residuos de Pescado por Fermentación en Sustrato Sólido con Hongos Filamentosos. CEPIS, PEPAMAR.

[www.from.mapya.es/consumidores](http://www.from.mapya.es/consumidores). Frescura y Calidad del Pescado.

[www.tecno-point.com/enLebensmitteltechnik/Fachbuecher/8/3](http://www.tecno-point.com/enLebensmitteltechnik/Fachbuecher/8/3); Procesamiento de Pescado, Cap. 1, Principios Generales del Procesamiento de Pescado.