

Atmósfera modificada en la conservación de carne de trucha arcoíris (*oncorhynchus mykiss*)

Modified atmosphere in the conservation of rainbow trout meat (oncorhynchus mykiss)

Miguel Ángel Enríquez Estrella¹

¹Universidad Estatal Amazónica, UEA, Puyo, Ecuador, 160106

* Correspondencia: menriquez@uea.edu.ec

Recibido 15 mayo 2018; Aceptado 6 junio 2018; Publicado 8 junio 2018

Resumen: El principal objetivo de la conservación de los alimentos es mantenerlos en perfectas condiciones higiénicas y proteger sus cualidades reológicas y organolépticas. En los países andinos como Ecuador, el cultivo, producción y comercialización de trucha, una carne de alto potencial proteico y bajo contenido de grasa, constituye una oportunidad de desarrollo comercial. El presente estudio tiene el objetivo de presentar los efectos fisicoquímicos de la carne de trucha que es sometida a un envasado con atmósfera modificada para conseguir su conservación. Los experimentos se realizaron por medio de pruebas de laboratorio en base a diversos factores, tales como, humedad, cenizas, proteínas, grasas, carbohidratos y energías. En lo referente a características físicas se identificaron las características organolépticas como textura, sabor, color y olor. El producto sometido a estudio se obtuvo del cultivo existente en la parroquia Guangopud, cantón Colta, provincia de Chimborazo. Los resultados permitieron comprobar que el método de empacado por atmósfera modificada permite la conservación de la trucha, asignándole valor agregado.

Palabras clave: Características organolépticas, Chimborazo, efectos fisicoquímicos, región Andina, trucha.

Abstract: *The main objective of food preservation is to keep it in perfect hygienic conditions and to protect its rheological and organoleptic qualities. In the Andean countries like Ecuador, the cultivation, production and commercialization of trout, a meat with high protein potential and low-fat content, constitutes an opportunity for commercial development. This study aims to present the physicochemical effects of trout meat subjected to packaging with modified atmosphere for conservation. The experiments were carried out through laboratory tests based on various factors, such as humidity, ash, proteins, fats, carbohydrates and energy. Regarding physical characteristics, organoleptic characteristics such as texture, taste, color and smell were identified. The product under study was obtained from the existing crop in the Guangopud parish, Canton Colta, Province of Chimborazo. The results allowed to verify that the modified atmosphere packaging method allows the conservation of the trout, assigning added value.*

Keywords: *Organoleptic characteristics, Chimborazo, physicochemical effects, Andean region, trout.*

1 Introducción

El estudio del componente nutricional de la carne, por su alto contenido en proteína y su consumo masivo en el mundo, ha motivado la investigación de métodos adecuados de conservación. La carne de trucha no es la excepción, según datos

proporcionados por el departamento de agricultura de los Estados Unidos, por cada 100 gramos de carne de trucha (cultivada) existe en promedio 4.27g de grasa, 0g de carbohidratos y 16.5g de proteína (USDA, 2018). En las regiones interandinas del Ecuador, han sido creados varios emprendimientos de cultivo de trucha arcoíris como una oportunidad de negocios



con prometedores resultados. Según información presentada por el Ministerio de Agricultura del Ecuador, en Chimborazo existen treinta piscícolas dedicadas al manejo y producción de trucha arcoíris, solo en el cantón Colta 30 familias participan de su cultivo.

Uno de los factores importantes para lograr una efectiva comercialización de la trucha arcoíris tiene relación con su conservación. Dado que el pescado es un alimento extremadamente perecible, en comparación con otros productos frescos, la comercialización se ha enfocado en productos congelados y procesados (Bligh, 1979).

El principal objetivo de la conservación de los alimentos es mantenerlos en perfectas condiciones higiénicas y proteger sus cualidades reológicas y organolépticas (Casp y Abril, 2003). El término reología fue creado en 1929 por Eugene Cook Bingham y Markus Reiner para definir la rama de la Física que estudia la deformación o flujo de la materia (Steffe, 1996). En tanto que las cualidades organolépticas son aquellas que se perciben por los sentidos y que se refieren al color, sabor, olor y textura de los alimentos (Herrera, Bolaños y Lutz, 2003).

Los alimentos, al ser contaminados por microorganismos patógenos, suelen desintegrarse y degradarse, perdiendo así su valor proteico o nutricional. Para el caso de la carne, los procesos de sacrificio, desangrado, eviscerado y descuartizado representan un factor importante en la conservación posterior. La carne fresca, debido a su Aw y pH, y riqueza de nutrientes, constituye un excelente medio de cultivo para gran número de microorganismos, también interviene la humedad de la superficie y la temperatura en la que se almacena la carne, así como las condiciones de higiene y seguridad de manejo previo al sacrificio y los tratamientos que se realicen hasta llegar al consumidor (Hleap y Molina, 2008).

La técnica de conservación en atmósfera modificada consiste en empacar los productos alimenticios en materiales con barrera a la difusión de los gases, en los cuales el ambiente gaseoso ha sido modificado para disminuir el grado de respiración, reducir el crecimiento microbiano y retrasar el deterioro enzimático con el propósito de alargar la vida útil del producto (Ospina y Cartagena, 2008).

El pescado tiene un porcentaje algo inferior en proteínas que la carne debido a que contiene mayor cantidad de agua, aunque es de igual calidad nutritiva (Serra y Arranceta, 2006). Según información presentada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO), La producción de trucha arco iris ha crecido exponencialmente, desde 13.034 toneladas en el año 1958, hasta 812.939 toneladas en el año 2014. En Ecuador, instituciones gubernamentales como el

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, brinda permanente asistencia técnica y apoyo al cultivo, producción y comercialización de trucha como una oportunidad de desarrollo para los pueblos andinos, debido a la diversificación de la producción, y el aprovechamiento del potencial nutricional existente en ella.

La trucha es un alimento muy popular perteneciente al grupo de los pescados semigrasos (Montilla, 2015), la trucha de agua dulce posee un tejido muscular bastante débil en comparación con la de agua salada, es fácil de preparar pues suele ser el ingrediente estrella en dietas para bajar de peso gracias a su bajo contenido en grasas.

Desde la captura de la trucha hasta que el producto es envasado al vacío y distribuido al consumidor, se somete a tratamientos tecnológicos industriales, entre ellos, congelación, descongelación y esterilización. La esterilización en condiciones anaeróbicas alarga la vida útil y elimina microorganismos. Luego de la esterilización el producto se almacena adecuadamente para garantizar una buena palatabilidad del mismo (Aubourg, 2001).

Los cambios químicos producidos en el pescado desde su captura y durante su almacenamiento y procesamiento, originan una serie de compuestos de gran importancia en el sabor, olor y la textura del músculo. La mayoría de estos compuestos son volátiles y su determinación se realiza en función de su contenido de nitrógeno básico volátil total, trimetilamina e histamina (Huidobro y Tejada, 1990).

Los cambios microbiológicos dependen significativamente de los factores que afectan la concentración de sustratos y metabolitos en los tejidos de los peces, como la actividad de las enzimas endógenas, la contaminación microbiana y las condiciones de captura (Sickorkis, 1994).

La presente investigación proporciona información tecnológica útil que confirme que el método de atmosferas modificadas es adecuado en el proceso de empacado de la trucha arcoíris cultivada en el cantón Colta, provincia de Chimborazo.

2 Metodología

El estudio inicia con la selección del pescado, teniendo en cuenta que la calidad varía según se trate de pescado entero, descamado y eviscerado o fileteado. Cuando se trata de pescado descamado y eviscerado, se deberá seleccionar el pescado completo y limpio. Con el pescado fileteado se deberá tener cuidado que los filetes sean lo más regulares posibles y que no presenten espinas o huesos en exceso (Voto, 2009).

Los elementos identificados dentro de la selección del pescado son los siguientes:

- Tipo de pescado, referente a: talla, forma y especie.
- Condiciones al momento de la cosecha, tipo de flora contaminante.
- Método de pesca.
- Condiciones de limpieza manipulación y almacenamiento.

En la investigación se utiliza la especie *Oncorhynchus mykiss*, denominada trucha arcoíris. La trucha arcoíris es sometida al proceso de empacado con atmosfera modificada, con el objetivo de conservar sus propiedades físico químicas.

Después de ser cosechado el producto a conservar, éstos continúan sus procesos metabólicos, consumen oxígeno, producen dióxido de carbono (CO₂) y vapor de agua. La modificación de la atmósfera alrededor del producto se lleva pasivamente por efecto de la respiración y permeabilidad del film plástico. Cuando el producto fresco es envasado, se llevan a cabo dos procesos simultáneos: la respiración del producto y la permeación de los gases a través de la película plástica (Ospina y Cartagena, 2008), los niveles de concentración de los gases presentes se muestran en la tabla 1.

En la investigación se utilizó un empaque tipo cloruro de polivinilo (PVC) que dentro de sus características soporta un 43 % de gas y 57 % de sal común, con aditivos para resistencia mecánica, ya que este tipo de empaque es una película fina ideal para el empaque de carnes y friambres. Este polímero de alta barrera protege al producto envasado durante su vida en anaquel (*shelf life*) y tiene una permeabilidad al oxígeno baja.

Las variables a ser estudiadas son el tipo de gas utilizado y la temperatura de refrigeración. Indicadores del buen estado de conservación del producto serán identificados a nivel de los ojos, branquias, aspecto exterior, aspecto interior y textura.

El diseño experimental fue analizado por medio de un test estadístico de varianza, en base a las variables gas y días en la percha. Se realizaron 10 experimentos en la percha a temperatura de 4 °C, donde, a partir de cada rango de días se fueron separando las muestras. Los resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 1: Composición gaseosa del aire seco a nivel del mar.

Gas	Concentración (%)
CO ₂	0.03
O ₂	20.99
N ₂	78.03
Ar	0.94
H ₂	0.01

(Fuente: Ospina y Cartagena, 2008)

Tabla 2: Diseño Experimental.

Gases	DIAS			
	10	20	30	40
CO ₂	0	0	4	6
O ₂	4	5	1	0
N ₂	6	4	0	0
Mezcla 1 (CO ₂ +O ₂)	6	4	0	0
Mezcla 2 (CO ₂ +N ₂)	8	2	0	0

A nivel de los ojos se identifica:

- Frescura, la cual se verifica por la forma convexa del globo ocular.
- Transparencia, cuando el globo ocular es perfectamente transparente y permite apreciar la pupila, la que debe estar de color negro, cornea clara y brillante.

A nivel de las branquias se identifica:

- Branquias color rojo brillante y uniforme.
- Mucus de color transparente y translucido.
- Olor fresco.

Aspectos externos corresponden a:

- Superficie lisa y brillante con olor característico.
- Mucosidad transparente y acuosa.
- Ausencia de prolapso rectal.
- Escamas fuertemente adheridas y brillantes.
- Olor fresco.

Aspectos internos corresponden a:

- Parietales con olor característico, sin decoloración.
- Peritoneo liso y brillante, viseras brillantes diferenciadas, sin exudados ni grasas.
- Olor fresco.
- Espina dorsal sin enrojecimiento a lo largo de la misma.

Aspectos relacionados con la Textura:

- Consistencia exterior simple y elástica bajo presión de los dedos.
- Consistencia del musculo firme, no debe desmenuzarse.
- Olor fresco.

El Procesamiento se realiza a través de los siguientes pasos:

- Recepción y pesado: consiste en cuantificar la materia prima que entrará al proceso para determinar rendimientos.
- Selección: se seleccionan las truchas que cumplan los parámetros previamente establecidos.
- Lavado: las truchas se lavan con agua clorada.
- Eviscerado: mediante el uso de un cuchillo previamente desinfectado.
- Pesado: pesar 1000 gr para ser colocado en la bandeja.
- Envasado: se realiza en una bandeja termosellable, se cubre con film plástico resistente a bajas temperaturas, se usa en este caso CO₂.
- Refrigeración: colocar a una temperatura de entre -1 a 2 ° C.

3 Resultados y Discusión

En primera instancia se observó que es primordial la aplicación de las buenas prácticas de manejo y cosecha del producto, debido a que luego de la muerte de la trucha, el proceso de contaminación es acelerado, generándose una actividad enzimática producida por enzimas proteolíticas, carga bacteriana que se encuentra adherida en la piel. Las bacterias presentes en pescados capturados en aguas templadas, entran en fase exponencial de crecimiento casi inmediatamente después de la muerte del pez (FAO, 2018).

Se observó que, durante el eviscerado, la flora puede contaminar la carne y los fluidos del producto, debido a lo cual se debió mantener un pH de 7 para evitar el crecimiento de microorganismos.

El producto se envasó con la utilización de CO₂ y se sometió a refrigeración durante 15 días, luego de lo cual fueron obtenidos los resultados que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Mediciones Composicionales de la Trucha Arcoíris.

Antes del envasado		Después del envasado	
Detalle	Valor	Detalle	Valor
Energía (Kcal)	900	Energía (Kcal)	843
Proteínas (gr)	157	Proteínas (gr)	134
Hidratos de Carbono (gr)	0	Hidratos de Carbono (gr)	0
Fibra (gr)	0	Fibra (gr)	0
Lípidos (gr)	30	Lípidos (gr)	25
Ac. grasos Saturados (gr)	7	Ac. grasos Saturados (gr)	6
Ac. grasos mono insaturados (gr)	11	Ac. grasos mono insaturados (gr)	9
Ac. Grasos poliinsaturados (gr)	10	Ac. Grasos poliinsaturados (gr)	8
Colesterol (mg)	560	Colesterol (mg)	555
Calcio (mg)	260	Calcio (mg)	200
Hierro (mg)	10	Hierro (mg)	10
Zinc (gr)	8	Zinc (gr)	8

A partir de la tabla 3, se puede identificar que la trucha después del envasado presenta que su composición se mantiene en equilibrio.

Luego de aplicar el diseño con los diferentes niveles de gases se determina que el mejor tratamiento es con la utilización del CO₂, con un rango de duración entre 30 a 40 días en percha, y a una temperatura de refrigeración de 4°C, existen diferencias significativas con las demás concentraciones de gases. El efecto del CO₂ es desplazar al O₂ que es el gas vital para el desarrollo de microorganismos, con ello también cambian las condiciones del pH en la superficie del alimento, actúa principalmente frente a los microorganismos oxigénicos obligados.

Adicional al análisis composicional, se realizó el análisis de pH, donde se observó la reducción del pH de 7 a 6.2, esto se explica debido a la acumulación de ácido láctico, ya que influye directamente en el crecimiento de microorganismos. En el grupo de bacterias ácido lácticas se reconoce la existencia de microorganismos aerobios, anaerobios y anaerobios facultativos (Torres, 1999).

En cuanto al análisis sensorial, se observó un ligero cambio en el color de la materia prima, atribuible al deterioro postmortem y a la presencia de trimetilamina. Se observó pérdida de la elasticidad y la firmeza, esto debido al ablandamiento del musculo, directamente relacionado con el pH.

4 Conclusiones

El proceso de refrigerado de la trucha, previo al envase, evitó el colapso del envase por enfriamiento del gas, considerando las altas concentraciones de CO₂ que fueron utilizadas en el proceso de envasado.

El film plástico con características de resistencia a las bajas temperaturas y a las agresiones mecánicas fue el más apropiado. Un factor importante en la conservación es la relación entre el volumen libre y el volumen ocupado en el envasado. El tiempo de conservación está relacionado con la cantidad de gas en el envase, la relación gas/pescado nunca debe ser inferior a 1. Para valores inferiores, los tiempos de conservación fueron más cortos y produjeron más colapsos.

El CO₂ ejerció un efecto inhibitor sobre el crecimiento bacteriano y fúngico, ejerciendo una acción en los factores de concentración en la atmósfera y la temperatura de almacenamiento.

El CO₂ por su alta difusión a través del empaque en relación a los otros gases, fue el ideal en la investigación, tal como se presentó en la tabla 3 que existe una reducción mínima en las composiciones nutricionales de la carne de trucha, después de haber sido sometida al método de conservación por atmósfera modificada.

El diseño del sistema de envasado, facilitó la comercialización del producto, logrando su conservación para el correspondiente abastecimiento en el mercado nacional.

Conflicto de Intereses

El estudio experimental fue parte del trabajo de investigación de Postgrado previa a la obtención del Diploma Superior de Proyectos y transferencia de Tecnologías de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Agradecimientos

Un agradecimiento a los laboratorios de procesamiento del Instituto Tecnológico Eloy Alfaro dentro de la carrera de Tecnología en Agroindustrias, en la parroquia de San Juan, provincia de Chimborazo, sitio en donde fueron desarrollados los experimentos.

Referencias

- Aubourg, S. (2001). Review: Loss of Quality during the Manufacture of Canned Fish Products. *Food Science and Technology International*, 7(3), 199-215.
- Casp, A. & Abril, J. (2003). *Procesos de conservación de alimentos*. Madrid: Editorial Mundi-Prensa.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *Cultured Aquatic Species Information Programme*. USA: FAO. Recuperado de http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/en
- Herrera, C., Bolaños, N. & Lutz, G. (2003). *Química de Alimentos, manual de laboratorio*. Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Hleap, J. & Molina, A. (2008). Manual de Transferencia Tecnológica. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. Tecnología de envasado en atmósfera modificada. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, 5, junio 1998. Año XVII, 95-99.
- Huidobro A. & Tejada, M. (1990). Determinación analítica de los compuestos nitrogenados no proteicos en el músculo de pescado. Aplicación al control de calidad. *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment*, 30(3), 293-300.
- Montilla, V. (2015). *Aprovisionamiento en restauración*. España: Editorial Elearings S.L.
- Steffe, J. (1996). *Rheological Methods in Food Process Engineering*. USA: Freeman Press.
- Serra, L., Aranceta, J. & Mataix, F. (2006). *Nutrición y salud pública: métodos, bases científicas y aplicaciones*. Barcelona: Masson, Elsevier.
- Torres, V.R. (1999). *Flora Intestinal, Probióticos y Salud*. México: Editorial Gráfica Nueva.
- UDSA, United States Department of Agriculture. (2018). *Trout Production*. USA: USDA. Recuperado de <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/TrouProd/TrouProd-02-26-2018.pdf>.