

# Calidad de canal y carne de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* Richardson, producida en el noroeste del Estado de Chihuahua.

## Carcass and meat quality of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* Richardson, produced in the northwest of Chihuahua State.

<sup>1</sup>José Arturo García Macías, <sup>1</sup>Francisco Alfredo Núñez González,  
<sup>2</sup>Omar Chacón Pineda, <sup>3</sup>Rosa Hayde Alfaro Rodríguez,  
<sup>4</sup>Martín Ricardo Espinosa Hernández.

<sup>1</sup>Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua, Perif. Fco. R. Almada Km 1, Admón. Correos 4-28, C.P.- 31031, Chihuahua, Chih., México, Tel.- (14) 34 03 03; Fax.- (14) 34 03 45. E-mail: jgarci@uach.mx. <sup>2</sup>Instituto de Investigación Agropecuaria de Panama (IDIAP). <sup>3</sup>Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. <sup>4</sup>Asociación de Productores de Trucha Región Madera, A.C.

---

García Macías J.A., F.A. Núñez González, O. Chacón Pineda . y M.R. Espinosa Hernández. 2004. Calidad de canal y carne de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* Richardson, producida en el noroeste del Estado de Chihuahua. *Hidrobiológica* 14 (1): 19-26.

### RESUMEN

Para caracterizar los rendimientos de canal y calidad de carne, se utilizaron 99 truchas de diferentes pesos, se realizó una disección completa para determinar los rendimientos de la canal, mientras que la calidad de la carne se midió en el filete, las variables medidas fueron: pH, color, capacidad de retención de agua, conductividad eléctrica, proteína, grasa, cenizas y humedad. Se encontró que la relación entre longitud y peso fue asintótica. Las truchas con un peso menor a 200 g tienen un rendimiento en canal, del 85.49%, mientras que las de más de 300 g tienen rendimientos superiores al 88%, el rendimiento del filete aumentó al incrementarse el peso total, siendo de 53.14 y 55.25 del peso de la canal, respectivamente. El porcentaje de proteína se incremento al aumentar el peso de la trucha, mientras que el contenido de grasa continuo bajo en todos los pesos, se encontraron diferencias significativas entre las truchas con un peso de 128.79 g y las de 361.00 g en el color, luminosidad ( $L^*$ ) y tendencia al amarillo ( $b^*$ ) ( $L^*$  48.41 a 41.21 y  $b^*$  13.58 a 8.96) y conductividad eléctrica (9.18 a 13.3 $\mu$ ); la capacidad de retención de agua fue mayor a 55% en truchas de más de 250 g. En conclusión, la trucha de 200 g ó más, tiene valores más altos de rendimiento en canal y de calidad de carne en comparación con truchas más livianas.

**Palabras clave:** Trucha arco iris, calidad, canal, carne, color, conductividad eléctrica, capacidad de retención de agua, proteína, grasa

### ABSTRACT

Ninety nine different weight and length rainbow trouts were used to characterize their carcass and meat quality. Carcass yield was assessed by total dissection whereas the meat quality variables pH, color, water holding capacity, electric conductivity, protein, fat, ashes and moisture content, were measured in the filet. An asymptotic relationship between trout length and weight was found in this study; trout's weighing 200 g or less had 85.5% carcass yield whereas 300 g or more trouts yielded over 88.0%. Filet yield increased with total weight with 53.14 and 55.25 % of carcass weight, respectively. Protein content also increased with carcass weight, but fat content remained low at all weights. Significant differences were found between low (128.79 g) and high (361.0 g) weight trouts in color ( $L^*$  48.41 vs. 41.21,  $b^*$  13.58 vs. 8.96) and electric conductivity (9.18 vs. 13.3  $\mu$ ).

Water holding capacity was over 55.0% in trouts weighing 250 g or more. It was concluded that trouts weighing over 200 g have a higher carcass yield and meat quality than lighter trouts.

**Key words:** Rainbow trout, quality, carcass, meat, color, electric conductivity, water holding capacity, protein, fat.

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura, está contribuyendo de manera significativa a la producción de alimentos de origen animal para consumo humano y dentro de éstos, la familia de los salmónidos forma uno de los grupos que colabora de manera más efectiva a dicha demanda (Carrera *et al.*, 1998).

La calidad de la canal y carne de los peces provenientes de las aguas continentales pueden estar influenciadas por las condiciones en que se producen, al mismo tiempo la industria de los alimentos requiere carne con adecuadas características tecnológicas, ya que los consumidores demandan productos cárnicos de alta calidad nutritiva y bajos niveles de grasa, mientras que al productor le interesan los grandes rendimientos.

Al mismo tiempo en México, no se cuenta con suficiente investigación en el área de calidad de la canal y carne de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss* Richardson), lo que obliga a desarrollar investigación aplicada, con el objeto de caracterizar a esta especie, además es necesario realizar trabajos de investigación que retroalimenten a los productores para que de esta manera puedan ser más competitivos, al emplear información que les permita optimizar sus recursos.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue caracterizar la calidad de la canal y de la carne en trucha arco iris producida en la Región Noroeste del Estado de Chihuahua.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en granjas de producción de trucha arco iris (tabla 1) ubicadas en la Región Noroeste del Estado de Chihuahua, mientras que los análisis se efectuaron en el laboratorio de Calidad de la Canal y de la Carne de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua, localizado en la Cd. de Chihuahua.

Rendimientos de la canal de trucha. Se llevó a cabo un muestreo completamente al azar de 99 truchas arco iris, independientemente de su peso y sexo. La longitud fue medida desde la punta del hocico hasta la escotadura de la aleta caudal y el ancho se midió en la parte más amplia de la trucha; para obtener los rendimientos productivos se realizó una disección completa de las truchas donde se midieron los pesos de: trucha entera, vísceras, riñón, cabeza con branquias, piel, hueso, filete, cola y aletas.

Tabla 1. Localización y sistema de producción de las granjas productoras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*, Richardson).

Municipio	Granja	Sistema de producción	Municipio	Granjas	Sistema de producción
MADERA	El Ocho	Rústico	TEMÓSACHI	San Isidro	C. Rápida
	El Cuatro	Rústico	OCAMPO	Mesa del Venado	Rústico
	Los González	Rústico		Hevachi	Concreto
	La Borrega	Concreto		Rancho Betorachi	Concreto
	Vivero San Juan	Concreto		El Cuervo	Concreto
	Los Perdidos	Concreto	GUERRERO	Tierra Mojada	Rústico
	El Caballo	C. Rápida		Agua Caliente	Rústico
	El Susto	C. Rápida		El Refugio	Concreto
	Arroyo del Oso	C. Rápida		Las Arañas	Concreto
	La Manga	C. Rápida		El Terrero	Concreto
	El Trébol	C. Rápida	BOCOYNA	Calabazas	Concreto
	La Presita	C. Rápida		Sopechichi	Concreto
	San Antonio	C. Rápida	CARICHÍ	Bacaburiachi	Concreto
	El Gavilán	C. Rápida	CUAUHTÉMOC	La Primavera	Concreto

C. Rápida = Corriente Rápida

Tabla 2. Medias ( $\pm$  error estándar) de las mediciones físicas de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Variables	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
N	39	23	37
Peso entero (g)	128.79 $\pm$ 6.59	247.56 $\pm$ 6.15	361.00 $\pm$ 6.37
Longitud (cm)	20.43 $\pm$ 0.45	26.20 $\pm$ 0.32	30.07 $\pm$ 0.24
Ancho (cm)	5.00 $\pm$ 0.08	6.41 $\pm$ 0.08	7.55 $\pm$ 0.07

Grupo #1 = 69.21 a 195.06 g; Grupo #2 = 205.32 a 299.56 g; Grupo #3 = 301.90 a 479.50 g.

Calidad de la carne de trucha. Utilizando los filetes provenientes de las 99 truchas diseccionadas se midieron las características indicadoras de calidad de la carne. El pH se determinó con un potenciómetro de acero para empleo en línea de producción (DELTA Trak, modelo 101, USA). La Capacidad de Retención de Agua (CRA), se midió según la técnica modificada de Owen *et al.* (1981), la cual consiste en colocar una muestra de 0.3 g entre dos papeles filtro previamente desecados en cloruro de potasio por 24 h, posteriormente se colocan entre dos placas de acrílico de 12 x 12 cm aproximadamente, conformando un emparedado, sobre el cual se ejerce una presión de 10 kg por 15 min. El porcentaje de CRA se calcula a partir de la diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra por cien y se resta de cien. El color se midió utilizando un espectrofotómetro (MINOLTA, modelo CM 2002, Japón), determinándose  $L^*$  (Luminosidad),  $a^*$  (tendencia al rojo) y  $b^*$  (la tendencia al amarillo) (Pomeraz & Meloan, 1994). La Conductividad Eléctrica (CE) se determinó con una sonda Pork Quality Meter (Dinamarca). Mientras que la proteína cruda, grasa, humedad y cenizas se precisaron empleando las técnicas recomendadas por el A.O.A.C. (1990).

Tabla 3. Proporciones de variación explicada por los primeros tres componentes principales de la matriz de correlaciones entre las variables de calidad de la canal de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Componentes	Eigenvalores	Proporción	Acumulativo
Componente Principal <sup>1</sup>	3.30443	0.472061	0.47206
Componente Principal <sup>2</sup>	1.49916	0.214166	0.68623
Componente Principal <sup>3</sup>	1.12040	0.160057	0.84628

Componente principal <sup>1</sup> = Contraste entre vísceras y rendimiento;

Componente principal <sup>2</sup> = Contraste entre hueso y cabeza contra el filete;

Componente principal <sup>3</sup> = Definido por la variable cola.

Análisis estadístico. Para analizar los datos de rendimiento de la canal y calidad de carne, las truchas se separaron en tres grupos por peso: Grupo 1 (69.21 a 195.06 g), Grupo 2 (205.32 a 299.56 g) y Grupo 3 (301.90 a 479.50 g), tomando en cuenta que la composición y estructura de todo animal productor de carne cambia durante su desarrollo (Swatland, 1991), en este caso las truchas muestreadas se encontraban en su etapa de engorda. Por medio del análisis de componentes principales fueron fijadas las variables que explican las variaciones en porcentajes de componentes de magro, grasa, hueso, piel, aletas y cabeza en la canal de trucha; también se obtuvieron los intervalos de confianza al 95% entre los valores de las variables que determinan los rendimientos de la canal y calidad de carne para los tres grupos mediante la distribución normal (Krzanowski, 1988).

## RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan las estadísticas descriptivas de las mediciones físicas de la trucha arco iris, dada las características de las muestras utilizadas para este trabajo (truchas de diversos tamaños) la variable peso entero presenta una desviación considerable de 69.21 a 479.50 g del valor medio, el cual fue 243.17 g, de ahí la necesidad de dividir la totalidad de las muestras en grupos en base a su peso, al mismo tiempo esto permite evaluar la relación entre peso entero y el desarrollo de sus componentes durante su crecimiento.

En el análisis de componentes principales (tabla 3) se observó que los primeros tres componentes que son: vísceras, rendimiento en canal y filete, explican el 84.63% de la variación de los rendimientos productivos de los componentes que caracterizan la canal de trucha.

Dentro de estos tres componentes principales se observó que en el Componente Principal 1 (tabla 4), los porcentajes de vísceras y rendimiento de la canal son los más importantes porque contribuyen en mayor proporción a definirlo; mientras que para el Componente Principal 2 los porcentajes de hueso, cabeza y filete son los que contribuyen de manera más importante. En el caso del Componente Principal 3 se encontró que el porcentaje de cola es la que más influye, eliminando de esta manera aquellas variables originales que aportaban poca información (Pla, 1986).

La tabla 5 contiene las estadísticas descriptivas de las variables medidas al efectuar la disección completa de la trucha arco iris, las cuales están expresadas en el porcentaje con relación a su peso entero. El porcentaje del riñón al igual que las vísceras tienen una tendencia decreciente con el aumento del peso entre los tres grupos, sin embargo, dada la

Tabla 4. Coeficientes de los primeros tres componentes principales en las variables que determinan la calidad de canal de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Variables	Eigenvectores		
	Componente Principal 1	Componente Principal 2	Componente Principal 3
Vísceras	-0.533789	0.142833	0.026146
Rendimiento en canal	0.532002	-0.187208	-0.021181
Piel	0.299068	0.355063	-0.348072
Hueso	0.273415	0.509831	-0.181472
Cola	0.183722	-0.093804	0.826523
Cabeza	0.329942	0.462453	0.329376
Filete	0.353878	0.579563	-0.230550

magnitud de la proporción del riñón no fue considerado dentro del análisis de componentes principales, esta tendencia decreciente es positiva porque favorece el rendimiento de la canal en las truchas.

Los porcentajes de piel, hueso, cabeza y branquias no presentaron diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tres grupos, al mismo tiempo, los valores medios para la piel y los huesos presentan una tendencia creciente del Grupo 1 al 2, pero decrece en el Grupo 3; esta cualidad es importante porque indica que hay un mayor rendimiento del magro en truchas más pesadas, con respecto a la cola y aletas, el Grupo 3 presentó el contenido superior para estos componentes y es diferente estadísticamente ( $p < 0.05$ ) a los Grupos 1 y 2.

Para el rendimiento en canal, se considera la trucha eviscerada y sin riñón (forma de comercializarse), obteniéndose diferencias significativas en el Grupo 1 contra los Grupos

2 y 3, situación debida a la forma asintótica de crecimiento de esta especie, ya que al alcanzar cierto peso la proporción de componentes ya no tiene variación significativa, y a la fuerte relación que existe entre el peso vivo y el filete, el rendimiento mayor se presentó en el Grupo 3 (88.22%).

El porcentaje de filete es significativamente superior en los grupos de mayor peso, 55.25 y 55.21% en los Grupos 2 y 3, respectivamente y son estadísticamente diferentes al Grupo 1 (53.14%) y representan más del 55% del rendimiento en relación al peso entero, al respecto Maynez (1998), reportó promedios de rendimiento de filete del 52.01% en truchas de similar peso, mientras que Contreras (1996) informa haber obtenido promedios de 49.93% para este componente.

La merma encontrada durante la disección de las truchas es superior en el Grupo 1 (3.44%) y ésto se debe a que se presentan mayores dificultades de manipulación entre más pequeño es el animal. Las estadísticas descriptivas de

Tabla 5. Medias ( $\pm$  error estándar) de los rendimientos de la canal de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Variabes (%) <sup>1</sup>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
N	39	23	37
Riñón (%)	2.12 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>	1.61 $\pm$ 0.14 <sup>b</sup>	1.40 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>
Vísceras (%)	12.39 $\pm$ 0.55 <sup>a</sup>	10.65 $\pm$ 0.51 <sup>a</sup>	10.37 $\pm$ 0.57 <sup>a</sup>
Piel (%)	5.81 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	6.41 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>	6.04 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>
Hueso (%)	5.73 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>	5.78 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>	5.47 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>
Cola y aletas (%)	5.96 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	5.76 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>	6.98 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup>
Cabeza y agallas (%)	11.41 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup>	11.87 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>	11.95 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>
Filete (%)	53.14 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup>	55.25 $\pm$ 0.51 <sup>b</sup>	55.21 $\pm$ 0.59 <sup>b</sup>
Rendimiento en canal (%) <sup>2</sup>	85.49 $\pm$ 0.55 <sup>a</sup>	87.73 $\pm$ 0.55 <sup>b</sup>	88.22 $\pm$ 0.60 <sup>b</sup>
Merma (%) <sup>3</sup>	3.44 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>	2.67 $\pm$ 0.24 <sup>ab</sup>	2.58 $\pm$ 0.14 <sup>b</sup>

Grupo #1 = 69.21 a 195.06 g; Grupo #2 = 205.32 a 299.56 g; Grupo #3 = 301.90 a 479.50 g; <sup>1</sup> Porcentaje en base al peso entero; <sup>2</sup> Trucha arco iris eviscerada y sin riñón; <sup>3</sup> Pérdida durante la disección; \*Medias con literales diferentes en la misma fila indican diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ )

Tabla 6. Medias ( $\pm$  error estándar) de la calidad de carne de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Variables	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
N	39	23	37
Proteína (%)	19.88 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>	19.95 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup>	20.88 $\pm$ 0.19 <sup>b</sup>
Grasa (%)	2.70 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>	2.41 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>	2.57 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>
Humedad (%)	75.91 $\pm$ 0.34 <sup>a</sup>	75.69 $\pm$ 0.44 <sup>a</sup>	75.24 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>
Cenizas (%)	1.23 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	1.25 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	1.22 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>
pH	6.66 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	6.67 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	6.62 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>
Capacidadde Retención de Agua (%)	53.79 $\pm$ 0.56 <sup>a</sup>	55.67 $\pm$ 0.56 <sup>a</sup>	55.92 $\pm$ 0.56 <sup>a</sup>
Color			
L*	48.41 $\pm$ 0.70 <sup>a</sup>	46.51 $\pm$ 0.93 <sup>a</sup>	41.21 $\pm$ 0.59 <sup>b</sup>
A*	0.48 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>	0.62 $\pm$ 0.36 <sup>a</sup>	0.24 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup>
B*	13.58 $\pm$ 0.50 <sup>a</sup>	12.33 $\pm$ 0.62 <sup>a</sup>	8.96 $\pm$ 0.41 <sup>b</sup>
Conductividad Eléctrica ( $\mu$ )	9.18 $\pm$ 0.36 <sup>a</sup>	8.88 $\pm$ 0.57 <sup>a</sup>	13.30 $\pm$ 0.51 <sup>b</sup>

Grupo #1 = 69.21 a 195.06 g; Grupo #2 = 205.32 a 299.56 g; Grupo #3 = 301.90 a 479.50 g; <sup>1</sup> Porcentaje en base al peso entero; <sup>2</sup> Trucha arco iris eviscerada y sin riñón; <sup>3</sup> Pérdida durante la disección; \*Medias con literales diferentes en la misma fila indican diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

las variables que determinan la calidad de la carne de trucha están indicadas en el tabla 6. Los valores de proteína cruda obtenidos en este trabajo, mostraron diferencia estadísticamente significativa en el Grupo 3 (20.88%), en relación a los grupos 1 (19.88%) y 2 (19.95%).

Las variaciones en el contenido graso de la trucha observadas en los tres grupos no muestran ninguna tendencia, ya que el Grupo 1 tuvo 2.70% de grasa, el segundo 2.41% y el tercero 2.57%.

El contenido de humedad y de cenizas son considerados entre los componentes químicos principales del cuerpo, en los resultados presentados en la tabla 6 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos.

Por otra parte los valores de pH obtenidos no presentaron diferencias ( $p > 0.05$ ) entre los tres grupos estudiados (tabla 6). El porcentaje de CRA observado en los tres grupos no fue estadísticamente diferente (53.79, 55.67 y 55.92, respectivamente). En la medición del color se halló una marcada tendencia decreciente en los valores L\* y b\* entre los grupos, estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) para el Grupo 3 (tabla 6).

Finalmente, es importante señalar que no hay estudios sobre los parámetros de CE en pescados y los datos obtenidos en el presente trabajo son referenciales, en la tabla 6 se presentan los valores medios obtenidos, pudiéndose obser-

var que existieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los Grupos 1 y 2 en relación al Grupo 3.

## DISCUSIÓN

Rendimientos de la canal.- La longitud y ancho de la trucha tienen valores medios crecientes entre los grupos a medida que se incrementa el peso entero, pero el grado de asociación entre estas variables disminuye a mayor peso, presentando coeficientes de correlación para la relación longitud-peso de 0.94, 0.74 y 0.74, y para ancho-peso de 0.88, 0.80 y 0.80, respectivamente; lo que indica que la relación entre las variables peso y longitud en la trucha arco iris es asintótica, es decir, que presenta un incremento en longitud y peso casi lineal en el Grupo 1 y para el Grupo 2 y 3 el incremento es menor. Al mismo tiempo Contreras (1996) reporta una correlación de 0.95 entre peso vivo y longitud total en truchas de 354 días, por su parte Zamora *et al.* (1999) señalan que las características de peso y longitud están altamente correlacionadas y que el comportamiento de crecimiento de los salmónidos es una curva exponencial, disminuyendo ésta al alcanzar la madurez sexual.

En el análisis de componentes principales se observó que los primeros 3 componentes explican el 85% de la variación total de los rendimientos productivos de las variables que caracterizan la canal de trucha. Dentro de los cuales en el componente principal 1, las variables vísceras y rendimiento en canal son las más importantes porque contribuyen en mayor proporción a definirlo, o sea que las truchas pequeñas

tienen mayor proporción de vísceras (Grupo 1) y las de mayor peso tienen mayor proporción de rendimiento en canal (Grupo 3).

El porcentaje de filete es significativamente superior en los grupos de mayor peso, y representa más del 62% del rendimiento en canal; mediciones realizadas en trucha por Contreras (1996) determinó un rendimiento en filete de 49.93% del peso vivo, mientras que Maynez (1998) indica que el promedio general de filete fue 52.01% del peso entero, comparando estos resultados con una media general conseguida en esta investigación del 54.53% observamos una tendencia creciente, lo que puede atribuirse a varios factores como mejoramiento genético, alimentación y manejo de la estanquería (Steffens, 1987).

Para el rendimiento en canal, se considero la trucha eviscerada y sin riñón (trucha comercial), donde se obtuvo diferencias significativas en el Grupo 1 contra los Grupos 2 y 3, situación debida a la forma asintótica de crecimiento de esta especie y a la fuerte relación que existe entre el peso vivo y el filete. El rendimiento mayor se obtuvo en el Grupo 3 (88.22%) pero la correlación más significativa con respecto al peso entero es en su etapa juvenil (Grupo 1), en este sentido Bardach *et al.* (1986) explican que ésto se debe a un mejor aprovechamiento de los alimentos en este período.

En los reportes sobre el rendimiento en canal, existe discrepancia, ya que algunos autores sólo toman en cuenta la porción comestible o sea el filete, así tenemos que Contreras (1996) obtuvo rendimientos de 88.67% del peso vivo mientras que García *et al.* (1999) señalan que la trucha arco iris presenta un rendimiento en canal superior al 80%.

En cuanto a la merma, la media de disección de las truchas es superior para el Grupo 1 (3.44%) debido probablemente a que se presentan mayores dificultades de manipulación entre más pequeño es el animal; sin embargo, en términos generales el valor medio del total de las muestras se mantienen dentro de los parámetros reportados por Contreras (1996) para especies pequeñas, este mismo autor indica una pérdida de tejido por disección de 3.2% y Maynez (1998) de 2.86 promedio entre truchas livianas, medianas y pesadas.

Calidad de la carne.- La calidad de la carne es un concepto complejo porque también está influenciada por un sistema multivariado de parámetros fisicoquímicos como el pH, CRA, color y CE (Roseiro *et al.*, 1994), de gran importancia tecnológica.

Los valores de proteína cruda obtenidos en los 3 grupos son ligeramente superiores a los reportados por la literatura para animales de sangre caliente productores de carne, tales como el bovino (18.1%) y porcino (17.3%), pero coinciden con

los resultados obtenidos por otros autores que trabajan en investigaciones sobre trucha (Dinleski *et al.* 1994). Aquí se cumple uno de los objetivos básicos de todo aumento de peso, el cual es incrementar el contenido de proteína en el animal (Steffens, 1987). Dinleski *et al.* (1994) reportan 20% de proteína en trucha, Hart & Fisher (1991) 20% en salmón y Gautam *et al.* (1997) 19.22% en salmón rosado, el ICMSF (1985) indica que los pescados bajos en grasa como la trucha tienen una composición media de 19% de proteína. La digestibilidad de la proteína de trucha es de 93 a 100%, por ello la proteína de pescado es nutritivamente tan buena o mejor que la proteína de otras carnes (Muller & Tobin, 1986; Jay, 1994).

Las variaciones en el contenido graso de la trucha observadas en los tres grupos se mantienen en niveles bajos a lo largo del crecimiento y desarrollo de la trucha, por lo que con base a los resultados obtenidos esta carne se puede clasificar como baja en grasa (Dinleski *et al.*, 1994). Dinleski *et al.* (1994) encontraron 3.8% de grasa en trucha, Gautam *et al.* (1997) 3.43% en salmón rosado y Prieto (1998) 3.81% en trucha arco iris con un peso mayor o igual a 250 g, lo cual es ligeramente superior a lo obtenido en la presente caracterización, lo que esta asociado a las diferencias en el nivel de nutrientes digestibles usados en el alimento; en relación a este parámetro el ICMSF (1985) señala que los pescados bajos en grasa tienen una proporción media de 2.5% de lípidos, valor que es similar a la media general obtenida en esta investigación (2.56% en grasa).

El contenido de agua y de cenizas es considerado entre los componentes químicos principales del cuerpo, en los resultados presentados en la tabla 6 no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos. Esto debido a que el contenido de agua del pescado disminuye a medida que aumenta el contenido de grasa (Muller & Tobin, 1986), condición observada entre el Grupo 2 y Grupo 3. Hart & Fisher (1991) encontraron 79.7% de agua y 1.16% de cenizas para filetes de pescados de mar, cantidades ligeramente superiores a las descritas por los mismos autores para pescados de agua dulce (77.7% de agua y 1.08% de cenizas), ambos parámetros son variables en pescado blanco (Muller & Tobin, 1986).

De igual manera otros estudios coinciden con los resultados obtenidos en esta caracterización, entre los cuales Prieto (1998) reporta un valor promedio de 75.43% de humedad para trucha con peso comercial (mayor o igual a 250 g), Dinleski *et al.* (1994) señalan que la trucha tiene 75% de humedad y 1.2% de cenizas, Gautam *et al.* (1997) mencionan que el salmón rosado tiene 76.21% de humedad y 1.14 de cenizas, el ICMSF (1985) indica que los pescados bajos en grasa tienen una composición media de 77.2% de agua y 1.3% de cenizas.

Según Forrest *et al.* (1979) y Berg & Butterfield (1979) el porcentaje de agua del músculo disminuye progresivamente con la madurez (Grupo 1 a Grupo 3), en consecuencia se produce un aumento en la proteína y cenizas del cuerpo libre de grasa, así el cociente agua / proteína es más alta en el Grupo 1 (3.82) y disminuye lentamente con la edad (3.60) en el Grupo 3.

Aunque no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en pH y CRA podemos decir que en los dos casos los resultados coinciden con lo encontrado por diferentes autores, se tiene que el valor medio de pH obtenido fue de 6.65, lo cual es similar a los datos reportados por Urch (1993) y Jay (1994), quienes indican que el pH para todos los pescados oscila entre 6.6 y 6.8, inmediatamente después de su muerte, Prieto (1998) reportó pH de 6.6 en truchas arco iris provenientes de una granja con sistema de producción de corriente rápida, mientras que la CRA observada en los tres grupos es superior al valor medio (47.77%) reportado por Prieto (1998) en trucha de más de 250 gramos, lo cual indica una mejor cualidad tecnológica dado el incremento en su CRA. Esta variable se relaciona con múltiples aspectos fisicoquímicos de sus componentes proteicos y miofibrilares, por lo que es un buen indicador de la aptitud de la carne para elaborar diferentes productos (Zamorano, 1996), así la carne de trucha presenta buenas cualidades tecnológicas dado el incremento en su CRA.

En la medición del color se obtuvo una marcada tendencia decreciente estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) en los valores  $L^*$  y  $b^*$  a medida que las truchas incrementaron su peso (Grupo 1 al 3), lo que puede deberse a la pigmentación de la carne por efectos de los carotenos presentes en el alimento natural (Clark *et al.*, 1999), ya que se encuentran en estanques de tipo rustico zooplancton, insectos acuáticos e insectos voladores, alimentos que proporcionan pigmentos que no están presentes en el alimento usado en las primeras etapas de crecimiento, debido al tipo de áreas de incubación y al manejo inmediato que se les da a los alevines, de ahí que se presente una mayor luminosidad ( $L^*$ ) y tendencia al amarillo ( $b^*$ ) en la carne de las truchas pequeñas (Grupo 1). Estudios anteriores realizados por Prieto (1998) reportan valores para  $L^*$  42.81,  $a^*$  4.15 y  $b^*$  7.73 en truchas mayores o iguales a 250 g, resultados inferiores para  $L^*$  y  $b^*$  a los obtenidos en esta investigación en los Grupos 2 y 3 (peso mayor a 200 g) probablemente debidos a cambios en la composición de los alimentos.

Para terminar es importante señalar que no hay estudios sobre CE en pescados, por lo que en la tabla 6 se presentan valores medios, encontrándose una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre el Grupo 1 y el Grupo 3.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación y bajo las condiciones en las que se desarrolló, se concluye que la trucha arco iris producida en la Región Noroeste del Estado de Chihuahua tiene excelentes rendimientos de la canal ya que en promedio es del 87.15%. Además, se determinó que las truchas con pesos menores a 200 g tienen más proporción de vísceras y las mayores o iguales a 300 g tienen más magro, además de un excelente rendimiento de filete (54.53% en promedio).

Al mismo tiempo la calidad de la carne de trucha es excelente, presentado niveles de composición química similar a la de otros animales productores de carne, resaltando el hecho de que su contenido graso es bajo, factor importante para la salud, además presenta una buena capacidad de retención de agua por lo que puede tener buenas aptitudes tecnológicas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecemos de manera expresa a la Fundación Produce Chihuahua, A.C., por su apoyo económico para la realización de este proyecto, así como a la Asociación de Productores de Trucha Región Madera, A.C., por su apoyo económico y por su entusiasta participación en este proyecto.

## REFERENCIAS

- A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1990. *Official Methods of Analysis* 15 th. Edition. U.S.A. 69-79 p.
- BARDACH, J., J. RYTHER & W. MCLARNEY. 1986. *Acuicultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce*. A.G.T. Editor, S.A. México, 741 p.
- BERG, R. & R. BUTTERFIELD. 1979. *Nuevos Conceptos sobre Desarrollo de Ganado Vacuno*. Editorial Acirbia, España, 239 p.
- CARRERA, E., T. GARCÍA, A. CÉSPEDES, I. GONZÁLEZ, B. SANZ, P. HERNÁNDEZ & R. MARTÍN. 1998. Identification of atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by using polymerase chain reaction amplification and restriction analysis of the mitochondrial cytochrome b gene. *Journal of Food Protection* 61(4):482-486.
- CLARK, T., C. FAUSTMAN, W. CHAN, H. FURR & J. RIESEN. 1999. Canthaxanthin as an antioxidant in a liposome model system and in minced patties from rainbow trout. *Journal of Food Science* 64(6):982-986.
- CONTRERAS, G. 1996. Rendimiento en canal de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) cultivada en el norte de México. Programa Especial de Investigación (Tesina). Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua, México, 58 p.

- DINLESKI, B., H. OCKERMAN & P. DOMOSKI. 1994. Fish muscle. *Meat Focus International* 11:459-463.
- FORREST, J., E. ABERLE, H. HEDRICK, M. JUDGE & R. MERKEL. 1979. *Fundamentos de Ciencia de la Carne*. Editorial Acribia. España, 364 p.
- GARCÍA, J.A., C. PRIETO & MA. L. MAYNEZ. 1999. Producción de trucha arco iris en el Estado de Chihuahua. Manual de la Demostración anual de investigación y transferencia tecnológica 1999. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua, México, 4 p.
- GAUTAM, A., G. CHOUDHURY & B. GOGOI. 1997. Twin screw extrusion of pink salmon muscle: effect of mixing elements and feed composition. *Journal of Muscle as a Foods* 8(3):266-285.
- HART, F. & H. FISHER. 1991. *Análisis Moderno de los Alimentos*. Cap. 10, Editorial Acribia, España, 217-269
- INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF) 1985. *Ecología Microbiana de los Alimentos* 2. Productos alimenticios. Editorial Acribia, España, 215 p.
- JAY, J. 1994. *Microbiología Moderna de los Alimentos*. Tercera ed. Editorial Acribia, España, 479 p.
- KRZANOWSKI, W.J. 1988. *Principles of multivariate analysis*. Oxford Statistical Science, Series 3. Cap. 9, Inglaterra, 254-258.
- MAYNEZ, M. DE L. 1998 Caracterización de la canal de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en cinco granjas del Estado de Chihuahua. Programa Especial de Investigación (Tesina). Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua, México, 57 p.
- MULLER, H. & G. TOBIN. 1986. *Nutrición y Ciencia de los Alimentos*. Editorial Acribia, España, 321 p.
- OWEN, J., F. NÚÑEZ, M. ARIAS & O. CANO DE LOS RÍOS. 1981. *Manual de prácticas para cursos de tecnología de la carne*. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua, México. 132.
- PLA, L. 1986. Análisis multivariado: *Método de componentes principales*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C., 96 p
- POMERAZ, Y. & C. MELOAN. 1994. *Food Analysis Theory and Practice*. USA: Chapman and Hall, 778 p
- PRIETO, C. 1998. Características de calidad de la carne de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) de tres granjas piscícolas del Estado de Chihuahua. Programa Especial de Investigación (Tesina). Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua, México. 31 p.
- ROSEIRO, L., C. SANTOS & R. MELO. 1994. Muscle pH<sub>60</sub>, colour (L\*, a\*, b\*) and water-holding capacity and the influence of *post-mortem* meat temperature. *Meat Science*, 38:353-359.
- STEFFENS, W. 1987. *Principios Fundamentales de la Alimentación de los Peces*. Editorial Acribia, España, 275 p.
- SWATLAND, H. 1991. *Estructura y Desarrollo de los Animales de Abasto*. Editorial Acribia, España, 443 p.
- URCH, M. 1993. *Pescado y productos del pescado*. En: Manual de Industria de los Alimentos. Segunda Edición. Editorial Acribia, España, 120 p.
- ZAMORA, G, C. VÁSQUEZ, J. BERRUECOS & L. SOTO. 1999. Estimación de algunos efectos genéticos de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) a partir de un cruzamiento dialélico completo de dos líneas. II Crecimiento y producción. *Veterinaria México* 30(3):231-234.
- ZAMORANO, M. 1999. ¿Qué es y para qué sirve la capacidad de retención de agua de la carne?. *La Industria Cárnica Latinoamericana* 102:30-36.

Recibido: 18 de mayo de 2003.

Aceptado: 27 de febrero de 2004.