

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE ACUICULTURA
PROYECTO FIA-PI-C-2005-1-A-148

OFICINA DE PARTES - FIA	
RECEPCIONADO	
Fecha	27 ENE 2007
Hora	18:32
N° Ingreso	1570

INFORME TÉCNICO N°1

**“EVALUACIÓN DEL USO DE SANDDORN (*Hippophae rhamnoides*)
COMO FUENTE DE PIGMENTO NATURAL Y NUTRACÉUTICO
PARA SALMONES Y SU DESARROLLO A ESCALA
COMERCIAL”**

**AUTORES:
ING. DENIS ALFARO CASTILLO
PROF. DR. IVÁN VALDEBENITO
ISLER**

Temuco, enero del 2007.

INFORME TÉCNICO

ANTECEDENTES GENERALES

- **Código:** FIA - PI – C – 2005 – 1 – A - 148
- **Nombre del Proyecto:** “EVALUACIÓN DEL USO DE SANDDORN (*Hippophae rhamnoides*) COMO FUENTE DE PIGMENTO NATURAL Y NUTRACÉUTICO PARA SALMONES, Y SU DESARROLLO A ESCALA COMERCIAL”
- **Región o Regiones de Ejecución** (Originalmente planteadas en la propuesta y las efectivas)
- **Agente Ejecutor:** Sociedad Agrícola Radales Ltda.
- **Agente Asociado:** Universidad Católica de Temuco
- **Coordinador del Proyecto:** Arturo Crisóstomo
- **Costo Total (Programado y Real):** \$ 65.972.415
- **Aporte del FIA (en pesos; porcentaje del costo total) (Programado y Real):** \$ 39.810.174 (60,34%)
- **Período de Ejecución (Programado y Real):** agosto 2006 a agosto 2008

I. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe corresponde a la primera etapa del proyecto FIA - PI – C – 2005 – 1 – A - 148 denominado “EVALUACIÓN DEL USO DE SANDDORN (HIPPOPHAE RHAMNOIDES) COMO FUENTE DE PIGMENTO NATURAL Y NUTRACÉUTICO PARA SALMONES, Y SU DESARROLLO A ESCALA COMERCIAL” de la empresa Sociedad Agrícola Radales Ltda., la que aportó los ingredientes provenientes del Sanddorn utilizados para el experimento.

El objetivo de esta primera etapa fue evaluar las propiedades nutraceuticas del Sanddorn como materia prima para la industria salmonera, específicamente en la alimentación de alevines de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*).

II. INFORME TÉCNICO

1. OBJETIVOS DEL PROYECTO:

- Evaluar las propiedades nutraceuticas del Sanddorn como materia prima para la industria salmonera, en la alimentación de alevines de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), en función de la tasa de crecimiento, mortalidad y estado sanitario de los peces.

2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO:

2.1. Localización del bioensayo

El bioensayo fue realizado entre los meses de octubre y diciembre del año 2006, en la Estación Experimental Piscicultura Los Laureles perteneciente a la Escuela de Acuicultura de la Universidad Católica de Temuco, ubicada a 70 km de la ciudad de Temuco en la comuna de Cunco y a 5 km de Los Laureles, IX Región de la Araucanía, Chile.

2.2. Elaboración de las dietas

El experimento constó con dos tratamientos, una dieta comercial (control) y una comercial con aceite de Sanddorn (experimental), cada una en triplicado.

Los ingredientes derivados del Sanddorn que se utilizaron en este bioensayo son: aceite de pulpa, orujo o cascarilla deshidratada y pepa o semilla del fruto.

La dieta utilizada para el bioensayo fue elaborada por la empresa productora de alimentos Biomar Chile S.A., la cual es una dieta comercial de 2 mm de diámetro, sin aceitar, presenta un análisis proximal de 59,92% de proteínas, 9,17% de lípidos y 12% de carbohidratos, de modo que para efectos del bioensayo el aceite se incorporó hasta obtener un total de 20% de lípidos en ambas dietas. Los porcentajes de incorporación de aceites utilizados en el experimento fueron los siguientes:

Dieta Control: Aceite de canola (5,4%)
 Aceite de pescado (5,4%)

Dieta Experimental: aceite pulpa de sanddorn (5,4%)
 Aceite de canola (2,7%)
 Aceite de pescado (2,7%)

En la dieta experimental se agregó además 0,5% de semilla de Sanddorn y 0,5% de orujo de sanddorn que fueron incorporado al aceite.

La tabla 1 muestra el análisis proximal de las dietas comercial sin aceitar, dieta control (DC) y dieta experimental (DE).

Tabla 1. Composición proximal (% base seca) de las dietas experimentales

	Alimento Comercial (sin aceite)	Dieta Control (DC)	Dieta Experimental (DE)
Materia seca (%)	90,86	92,13	92
Proteína (%)	59,92	54,31	53,56
Extracto Etéreo (%)	9,17	19,83	19,63
Fibra (%)	4,47	3,86	3,89
Cenizas Totales (%)	9,35	8,33	8,3
Extracto no nitrogenado (%)	17,09	13,67	14,62

Incorporación del aceite en las dietas

El aceitado se realizó en el laboratorio de alimentos de la Escuela de Acuicultura, para lo cual se utilizó un aceitador manual al vacío marca FORBERG de 1 kg.

Para el aceitado de la dieta experimental se mezclaron los aceites (pulpa de Sanddorn, canola, pescado) junto con las harinas de semilla y orujo de Sanddorn. Esta mezcla fue vaciada en un frasco cerrado herméticamente con el alimento a aceitar, para luego ser agitada manualmente. Cuando se observó que los pellets se encontraban homogéneamente aceitados se procedió a sacarles el aire a -800mb, para luego ir ingresando el aire y provocar la inclusión del aceite en el alimento (Figura 1).

Para el caso de la dieta control el procedimiento fue el mismo, sólo que los ingredientes utilizados correspondieron a aceite de canola y pescado.

2.3. Acondicionamiento de estanques

El bioensayo se desarrolló en la Estación Experimental Piscicultura Los Laureles, perteneciente a la Universidad Católica de Temuco (Figura 2), la cual se encuentra ubicada en la comuna de Cunco, camino al Lago Colico. En ella, se dispusieron 6 estanques de 0,5 m³ cada uno. En cada estanque se sembraron 300 alevines de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) de 2,0 ± 0,15 g de peso promedio. Los estanques se mantuvieron en condiciones constantes durante todo el periodo del bioensayo: Tasa de cambio de 1,0; oxígeno disuelto entre 8,5 y 10,5ppm con una temperatura promedio de 12,5 ± 1,6°C y pH de 6,6 ± 0,04.

La fecha de inicio del experimento fue el 11 de Octubre y la de término fue el 6 de Diciembre (55 días). No fue posible continuar con la fase experimental por falta de los ingredientes provenientes del sanddorn para la elaboración de las dietas.

Cada tratamiento consideró 3 estanques (réplicas) los que fueron mantenidos en iguales condiciones de manejo durante todo el período del tratamiento:

- Alimentación de lunes a domingo, 3 veces al día.
- Tasa de alimentación a saciedad “Ad libitum” (considerando un factor de conversión de 1,3, y un peso final de 25 g)
- Registro diario de mortalidad, temperatura y cantidad de alimento suministrado
- Muestrcos quincenales de peso y longitud de los peces (para determinar crecimiento).

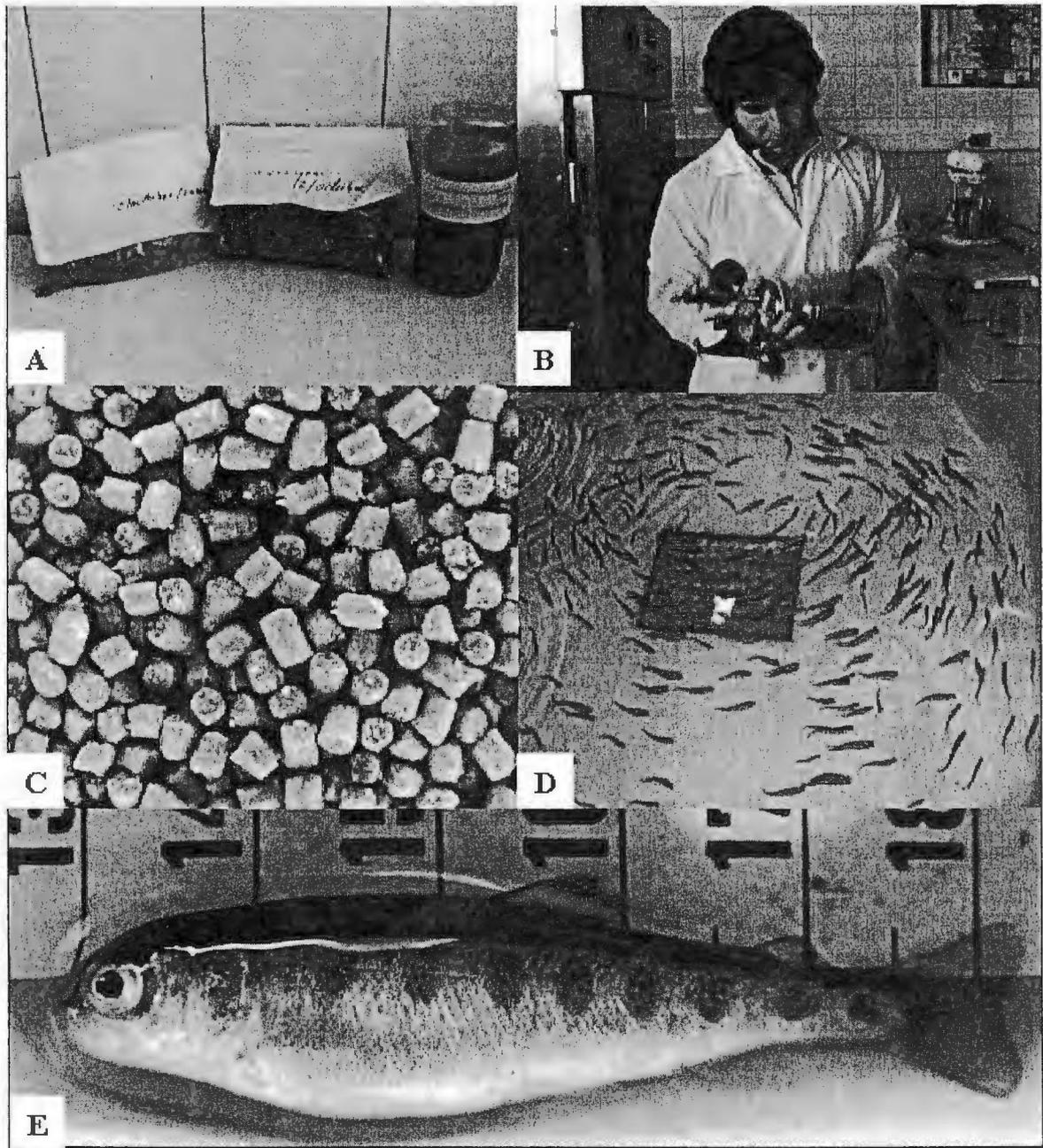


Figura 1: A: Materias primas de Sanddorn (orujo, semilla y aceite) incorporadas en el alimento. B: Sistema de vacío utilizado para la incorporación del aceite y materias primas de sanddorn en el alimento. C: Aspecto macroscópico del pellet después de la incorporación de materias primas de Sanddorn. D: Alevines de trucha arcoiris al inicio del experimento y E: Espécimen de trucha arcoiris al inicio del bioensayo.

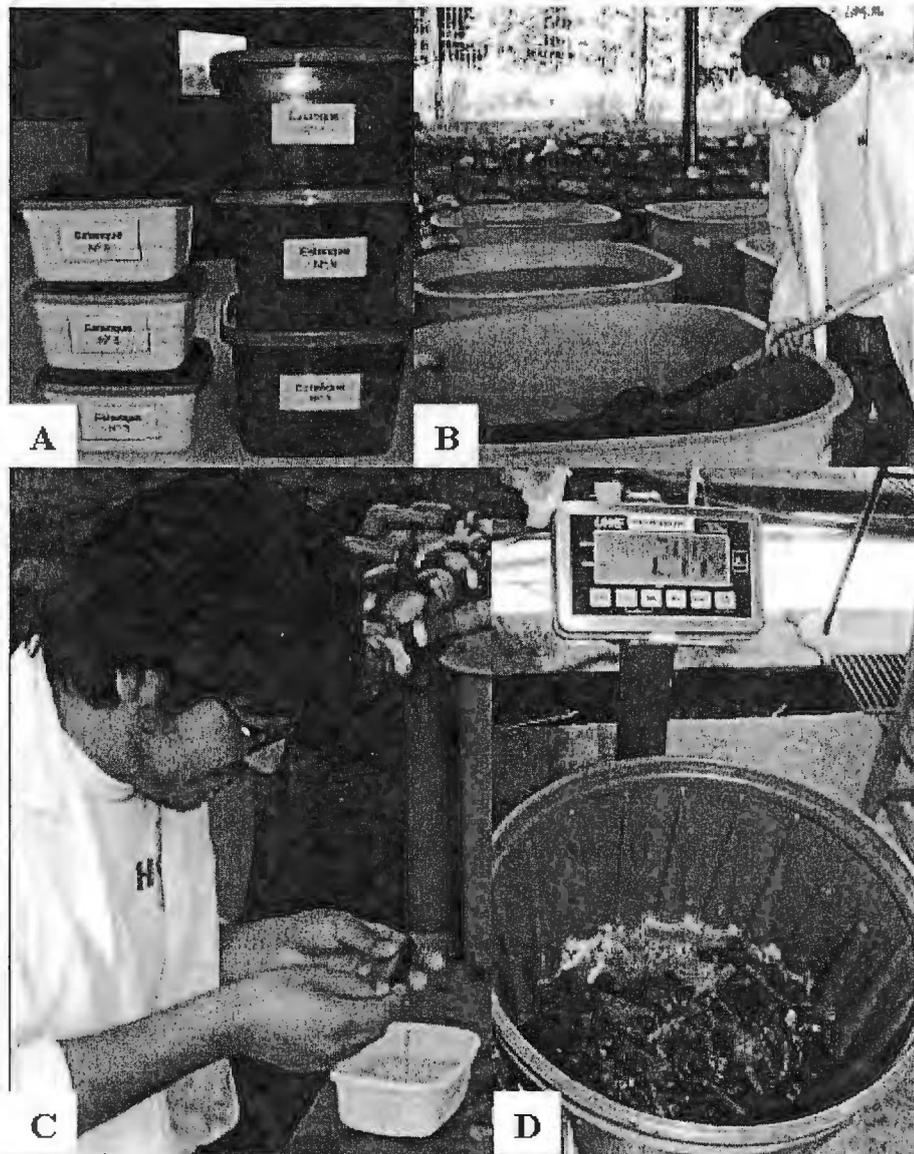


Figura 2: A: Sistema de almacenamiento del alimento control y experimental. B: Sistema de cultivo utilizado en el desarrollo del bioensayo. C: Evaluación macroscópica del estado sanitario de especímenes al final del bioensayo y D: Evaluación de biomasa final.

2.4. Registros

Durante el desarrollo del bioensayo, se evaluaron los siguientes parámetros:

2.4.1. Tasa de crecimiento:

Se determinó tasa de crecimiento a través de 3 factores, la tasa de crecimiento específico (SGR), el coeficiente de crecimiento térmico (TGC) y el Factor de condición.

- La tasa de crecimiento específico (SGR) fue calculada de la siguiente manera:

$$\text{SGR} = 100 \times (\ln W_1 - \ln W_0) \times D^{-1} \quad \text{donde:}$$

W_1 : peso promedio final (g)

W_0 : Peso promedio inicial (g)

D: número de días alimentados

- El coeficiente de crecimiento térmico (TGC) fue calculado según Iwama y Tautz (1981), modificado por Cho (1992) como:

$$\text{TGC} = (W_1^{1/3} - W_0^{1/3}) \times (\sum D^\circ)^{-1} \quad \text{donde:}$$

$\sum D^\circ$ = sumatoria de temperaturas promedio diarias

- El factor de condición fue calculado según la siguiente fórmula:

$$K = WL^3 \times 100 \quad \text{donde:}$$

W = peso promedio (g)

L = Longitud total (cm)

2.4.2. Porcentaje de mortalidad: Se determinó porcentaje de mortalidad en base al número inicial de peces y a los registros de mortalidad diaria, semanal y mensual.

2.4.3. Estado sanitario de los peces: Se enviaron 60 peces vivos por cada tratamiento al inicio y al final del bioensayo para análisis de patología al Laboratorio de Patología de la Escuela de Veterinaria de la Universidad Católica de Temuco. Este análisis incluyó el aspecto anatomopatológico, bacteriológico, parasitológico y viral de los individuos. Adicional a ellos se observaron los siguientes parámetros sanitarios “in situ” en 30 especímenes de cada réplica:

Color de piel	(Normal u oscura)
Ojos	(Normal o exoftalmia)
Heridas	(Ausentes, escasas, abundantes)
Aletas	(Normales o raídas)

Opérculos	(Normales o cortos)
Columna	(Normal, escoliosis, lordosis)
Morfología general	(Normal, anormal)

2.4.4. Factor de Conversión: Se determinó el Factor de Conversión (FC) según la siguiente fórmula:

$$FC = \text{Kilos de alimento entregado} / \text{Incremento en Biomasa}$$

2.4.5. Principales problemas metodológicos enfrentados.

Los recursos del proyecto fueron recibidos tardíamente, razón por la cual, algunas actividades no se pudieron realizar según lo planificado originalmente, por ejemplo:

1. Se inició el experimento con peces de mayor tamaño. Esto demandó más alimento experimental y materias primas del Sanddorn que no estaban disponible, por lo que se redujo el número de peces (de 500 a 300 individuos por réplica) y la duración del bioensayo (de 60 a 55 días).
2. Al no contar con la suficiente materia prima de Sanddorn, se incorporaron como un todo, sin formular en función de los nutrientes específicos aportados por las materias primas.

3. RESULTADOS

Los resultados del bioensayo para determinar la eficiencia de la incorporación de subproductos del sanddorn en la dieta de alevines de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) se resumen en Figura 3 y Tabla 2. En la Fig. 1 observa que inicialmente, ambos grupos tenían el mismo peso total (2,0g), pero después de dos meses de iniciado el bioensayo, el grupo control tenía un peso promedio de $13,20 \pm 0,75g$ y el grupo experimental con sanddorn $11,83 \pm 1,19g$, aunque las diferencias no son significativas. La talla máxima y mínima se encontraron en una de las réplicas del grupo control y fueron de 32,3 y 2,0g, respectivamente.

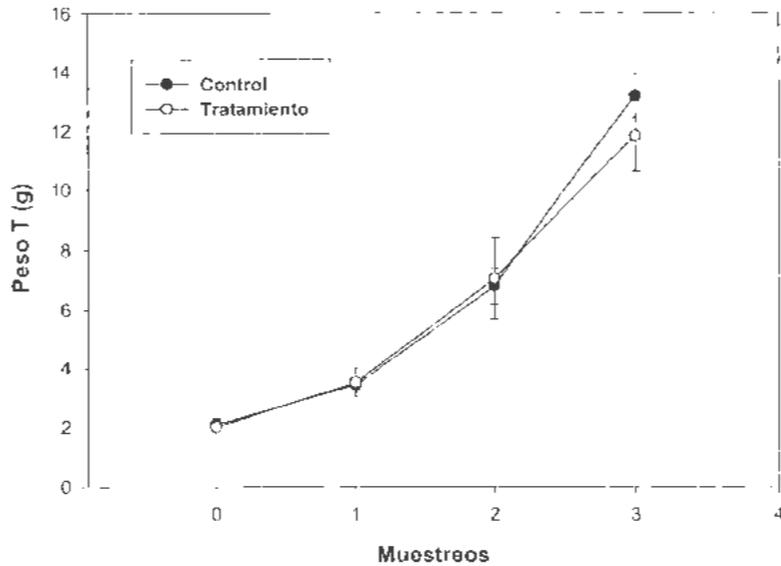


Figura 3: Incremento en peso (peso total, g) de alevines de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentados durante dos meses con alimento con (grupo experimental) y sin Sanddorn (grupo control).

El incremento en longitud, registró una tendencia similar al del incremento en peso, encontrándose al final del experimento, que el grupo control presentó una mayor longitud total promedio ($10,23 \pm 1,80 \text{cm}$) con respecto del grupo experimental ($9,93 \pm 1,9 \text{cm}$) (Fig. 4). Los valores máximos y mínimos encontrados fueron de 14,1cm en una de las réplicas del grupo control y el mínimo fue de 3,4cm en una de las réplicas del grupo experimental. El incremento en longitud de ambos grupos, registraron al final del bioensayo una mayor dispersión de los valores, lo que se observa en la gran amplitud que tienen las desviaciones estándares en la Fig. 4.

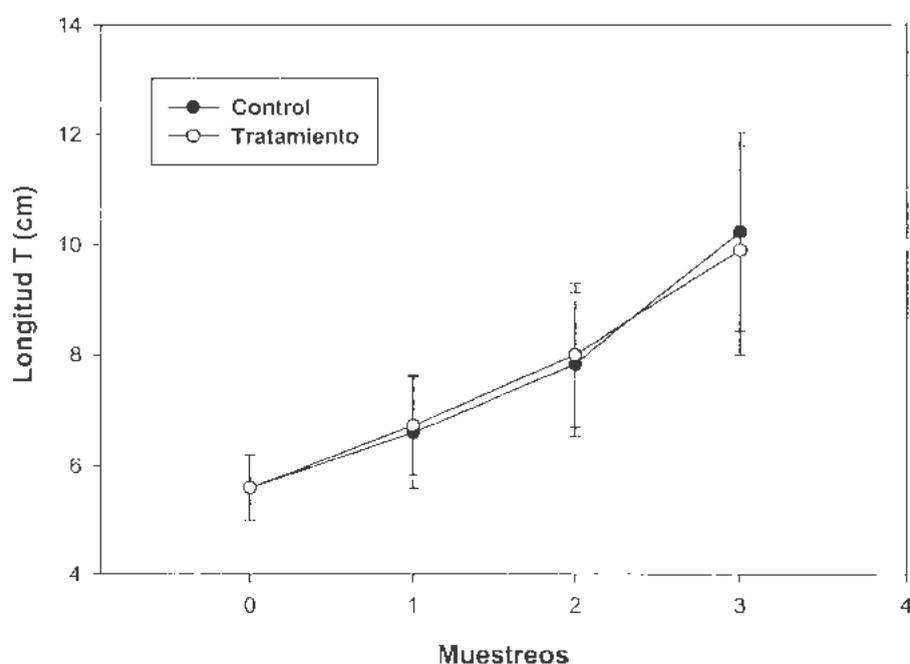


Figura 4. Incremento en longitud (longitud total, cm) de alevines de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentados durante dos meses con alimento con (grupo experimental) y sin sanddorn (grupo control).

El análisis de los parámetros productivos, muestra que no existen diferencias significativas en ninguno de los parámetros productivos relevantes (Tabla 2) que reflejan la capacidad de crecimiento de los peces con las diferentes dietas.

Tabla 2. Crecimiento y parámetros productivos en juveniles de trucha arco iris alimentados con dietas sin sanddorn (Control) y con sanddorn (Tratamiento)

Parámetros productivos	Control	Tratamiento	Diferencias significativas
Peso inicial, g	2.07 ± 0.19	2.00 ± 0.14	No
Peso final, g	13.20 ± 0.75	11.83 ± 1.19	No
Incremento en peso %	544.04 ± 95.89	491.36 ± 25.65	No
Incremento en biomasa, g	3288.99 ± 303.75	2922.54 ± 321.48	No
SGR %	3.37 ± 0.27	3.23 ± 0.08	No
TGC %	1.59 ± 0.12	1.48 ± 0.07	No
Factor de condición (K)	1.23 ± 0.04	1.22 ± 0.03	No
Consumo alimento total, g	2927.33 ± 205.67	2808.77 ± 148.30	No
FCR	0.89 ± 0.04	0.97 ± 0.06	No
Mortalidad %	1.02 ± 1.02	0.67 ± 0.34	No

Los valores son el promedio con una desviación estándar (n = 3 réplicas).

La presencia de especímenes con opérculo corto registró una mayor frecuencia en el grupo control, el que se registró en un $83,33 \pm 7,57\%$ de los especímenes evaluados. En cambio, en el grupo experimental sólo el $67,33 \pm 8,08\%$ de los individuos presentó opérculo corto (Tabla 3, Figuras 2 y 3), las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Tabla 3. Parámetros sanitarios en juveniles de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentados con dietas sin sanddorn (Control) y con sanddorn (Tratamiento)

Parámetros sanitarios (%)	Control	Tratamiento
Color de piel		
Normal	100 ± 0.00	100 ± 0.00
Oscuro	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Ojos		
Normal	99.33 ± 1.15	99.33 ± 1.15
Exoftalmia	0.67 ± 1.15	0.67 ± 1.15
Heridas		
Sin	100 ± 0.00	100 ± 0.00
Escasas	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Abundantes	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Aletas		
Normal	100 ± 0.00	99.33 ± 1.15
Roídas	0.00 ± 0.00	0.67 ± 1.15
Ausentes	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Opérculos		
Normal	16.67 ± 7.57	32.67 ± 8.08
Corto	83.33 ± 7.57	67.33 ± 8.08
Columna		
Normal	100 ± 0.00	98.67 ± 1.15
Escoliosis	0.00 ± 0.00	0.67 ± 1.15
Lordosis	0.00 ± 0.00	0.67 ± 1.15
Morfología		
Normal	98.67 ± 2.31	96.00 ± 3.46
Anormal	1.33 ± 2.31	4.00 ± 3.46

Los valores son el promedio con una desviación estándar (n = 3 réplicas).

Los análisis ictiopatológicos entregados por el Laboratorio de Anatomopatología no arrojan diferencias entre los dos grupos y sólo se detectó la presencia de bacterias oportunistas del medio acuático, pero no de riesgos para la salud de los especímenes. No se detectó la presencia de virus de la enfermedad necrótica infecciosa del páncreas (IPN) en ninguno de los dos grupos de peces estudiados. El buen estado sanitario de ambos grupos, se vio reflejado en la baja mortalidad registrada durante el desarrollo del bioensayo (Tabla 2), ya que se encontró una mortalidad acumulada de $1,02 \pm 1,02\%$ en el grupo control y un $0,67 \pm 0,34\%$ de mortalidad en el grupo experimental con incorporación de sanddorn en la dieta, aún cuando las diferencias no son significativas.

Esto también se refleja en el adecuado estado de gordura a través del Índice de Condición (K) de ambos grupos, el que registró un valor de $1,23 \pm 0,04$ en el grupo control y $1,22 \pm 0,03$ en el grupo experimental. Los valores del Factor de Conversión (FRC) encontrados en ambos grupos, son reflejo del buen estado metabólico de los peces, ya que los dos registraron valores menores a uno ($0,83 \pm 0,04$ y $0,97 \pm 0,06$ para los grupos control y experimental, respectivamente). Estos valores indican que para incrementar en un kilogramo la biomasa de peces, se requiere menos de un kilogramo de alimento, característica frecuentemente observada en peces de este tamaño.

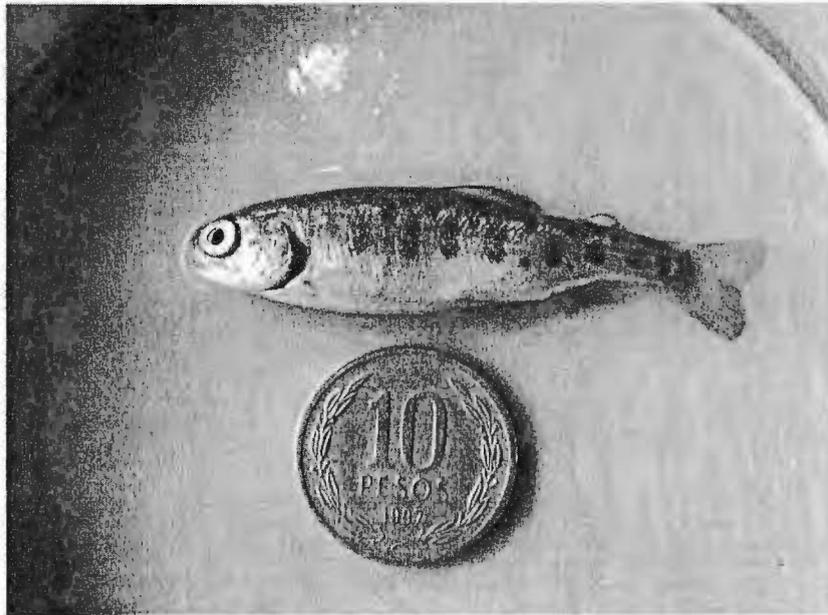


Figura 2. Espécimen de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) con presencia de opérculo corto.

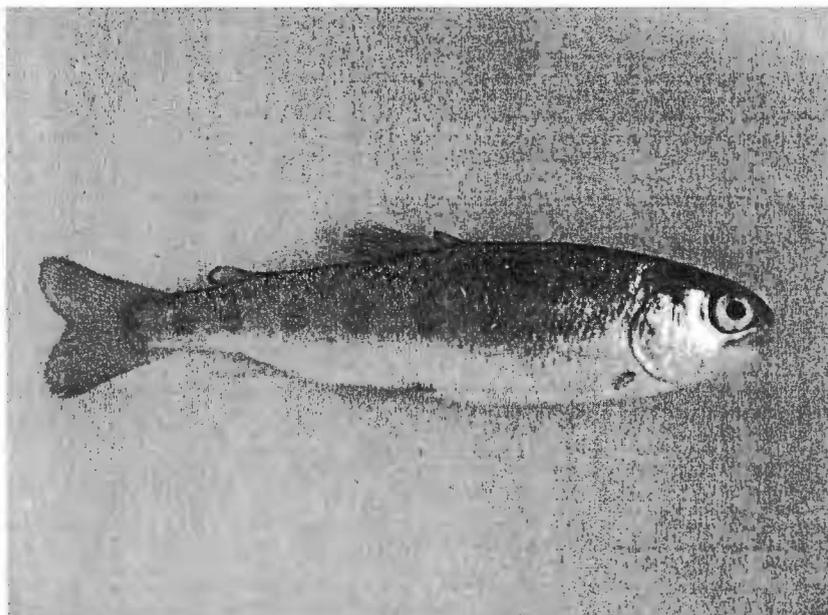


Figura 3. Especimen de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) con opérculo normal.

CONCLUSIONES:

Los resultados del bioensayo muestran que la incorporación de subproductos de Sanddorn en la dieta de alevines de trucha arcoiris, no afecta los parámetros productivos y reduce notoriamente la incidencia de especímenes con opérculo corto, lo que indicaría una ventaja productiva importante producto de la incorporación de Sanddorn en la dieta de salmónidos.