

Efecto de la harina de chachafruto (*Erythrina edulis triana ex micheli*) como suplemento en la alimentación de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

Effect of chachafruto (*Erythrina edulis triana ex micheli*) flour used as a food supplement for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Hernández, Javier¹; Castillo, Mayela¹; Garay, Vicente²; Mora, Argenis²; Caamaño, Janeth¹ y Urbina, Anacelmira¹.

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias Línea de Producción Animal Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales Universidad de Los Andes

² Departamento de Bosques Escuela de Ingeniería Forestal Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales Universidad de Los Andes

Fecha de Inicio: 25/02/2011

Fecha de terminación: 24/09/2011

RESUMEN

Se analizó el crecimiento, la sobrevivencia y la conversión alimenticia de 600 alevines de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el Campo Experimental Truchícola "La Mucuy" perteneciente al Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA) en Mérida Venezuela. El estudio consistió en comparar diferentes proporciones de harina de chachafruto (*Erythrina edulis*) en sustitución del alimento concentrado comercial. La longitud inicial promedio de los alevines fue de 2.7 ± 0.36 cm y el peso promedio fue de 19.2 ± 2.4 g, estos fueron dispuestos en 4 tanques, cada uno de los cuales representó un tratamiento distinto en relación con el porcentaje de harina de chachafruto utilizado: T1 (40%), T2 (30%), T3 (20%), y T4 (0%) respectivamente. Para el análisis estadístico, se utilizó el programa "R" con un modelo anidado de una jerarquía para las variables peso y sobrevivencia y de doble jerarquía para la variable longitud. El análisis de varianza determinó que existen diferencias altamente significativas entre las medias de longitud, peso y sobrevivencia entre tratamientos, así como a lo largo del periodo de observaciones. El crecimiento y el peso fueron inversamente proporcional al contenido de chachafruto en la dieta; los alevines con menor crecimiento en peso y longitud fueron los alimentados con 40% de harina de chachafrutos (T1). El mayor índice de

sobrevivencia la obtuvo el T4 con un porcentaje de 96%. La conversión alimenticia más eficiente se observó en el T4 con 4.22, seguida por el T3 con 5.20

Palabras clave: *Oncorhynchus mykiss*, *Erythrina edulis*, suplemento, crecimiento, sobrevivencia.

ABSTRACT

Growth, survival and feed conversion of 600 rainbow-trout alevins were analyzed (*Oncorhynchus mykiss*) in the Truchicola Experimental Field "La Mucuy" at the Institute of Agricultural Research (INIA) in Merida, Venezuela. The study aimed at comparing different proportions of chachafruto (*Erythrina edulis*) flour to replace commercial concentrate feed. The average initial length of alevins was 2.7 ± 0.36 cm and their average weight was 19.2 ± 2.4 g, they were arranged in 4 tanks, each followed a different treatment according to the percentage of chachafruto flour used: T1 (40%), T2 (30%), T3 (20%) and T4 (0%) respectively. For statistical analysis, "R" program was used with a hierarchical nested model for weight and survival variables and dual hierarchy for the length variable. The analysis of variance determined that there were highly significant differences between the mean length, weight and survival between treatments, as well as those observed during such periods. Growth and weight were inversely proportional to chachafruto content in the diet; alevins with a lower weight and length were fed with 40% chachafrutos flour (T1). T4 obtained the highest survival rate of 96%. The most efficient feed conversion was observed in T4 with 4.22, followed by T3 with 5.20.

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*, *Erythrina edulis*, Supplement, Growth, Survival.

INTRODUCCIÓN:

La crisis mundial de alimentos afecta a millones de personas en el mundo y lejos de encontrarse una solución a corto plazo esta situación tiende a agravarse. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), los precios de los alimentos seguirán su escalada, y es probable que lleve el hambre a otras 100 millones de personas más en el mundo, lo que eleva la inaceptable cifra de 854 millones de personas que sufren la privación de alimentos (Zamponi, 2008).

Los altos precios del petróleo durante los años 2007 y 2008 han encarecido el transporte de alimentos, fertilizantes, pesticidas y otros insumos; unido a esta situación gran parte del uso que se la ha dado al maíz, es en la producción de biocombustible, lo que ha contribuido al aumento en los precios del maíz, sorgo, avena, trigo, soya y de todos los demás granos agudizando más la crisis de alimentos.

Según la FAO y la Organización Mundial del Comercio (OMC), los países de economías pobres de América Latina como Haití, República Dominicana, Cuba, Jamaica,

Trinidad y Tobago, así como importadores netos como Venezuela podrían experimentar efectos desbastadores de una inadecuada provisión de alimentos.

Venezuela a nivel económico no es igual a los países antes mencionados debido a su papel como exportador de petróleo pero, no se escapa de la crisis mundial de alimentos, pues los precios del barril de crudo no son estables. En el país se importa más del 70% de los alimentos que se consumen, lo que nos convierte en una nación altamente dependiente y por lo tanto, vulnerable ante esta problemática (Cordero, 2009). El factor nutricional es el que más afecta a la productividad animal, por lo que se hace necesario el uso de técnicas de manejo apropiadas según la especie, utilizando y evaluando recursos locales que se hagan complementarios de la dieta básica. Esta técnica de manejo podría estar constituida por un suplemento estratégico económico, que pudiera ser usado en épocas críticas o durante todo el año y en ciertas etapas fisiológicas de los animales, contribuyendo de esta manera a mejorar los índices productivos y reproductivos.

Los continuos incrementos de precios en materias primas agrícolas para la fabricación de alimentos, fertilizantes, pesticidas y otros; han traído como consecuencia, un desproporcionado encarecimiento en los alimentos concentrados; afectando de esta manera la rentabilidad del sistema. La situación es aún más preocupante en las especies acuáticas que se manejan comercialmente en Venezuela, porque viene arrastrando durante años graves problemas de producción y abastecimiento de alimento concentrado, que en sistemas intensivos de peces de agua dulce es la única fuente de alimentación utilizada en nuestro país.

Además de los altos costos de alimento concentrado en Venezuela, existen otros problemas de gran importancia inherentes a las estrategias de alimentación que afectan a los productores acuícolas. Existe un solo tipo de pellets de alimento concentrado, por lo que es necesario molerlo y tamizarlo para ser usado en las distintas tallas de peces, con la consecuente pérdida de producto en forma de polvo; también se carece de una normativa técnica relacionada con la elaboración del alimento concentrado que certifique la calidad del producto.

Encontrar alternativas viables en la nutrición animal que mejoren la calidad de la dieta de los peces, implementando sistemas sostenibles de suplementación alimenticia para que las truchas alcancen su peso ración (250 a 300 g) en un menor tiempo y conseguir así una mayor rentabilidad de la unidad de producción representa un reto importante para el sector acuícola.

Desde hace varios años fabricantes de alimentos de todo el mundo vienen intensificando el uso de proteínas de origen vegetal (leguminosas) en la elaboración de alimentos concentrados para peces, a fin de subsanar la escasez de harina de pescado y de disminuir el costo de las dietas. La inclusión de proteínas vegetales permite destinar al consumo de la población humana parte de los peces que actualmente se usan para producir harina.

Esta situación ha estimulado las investigaciones a fin de identificar proteínas vegetales con calidad nutricional adecuada, que sustituyan a la proteína animal sin afectar el crecimiento de los peces. Entre los materiales probados se encuentran sub productos de semillas oleaginosas, subproductos agroindustriales, así como una variada gama de semillas y hojas de leguminosas.

La *Erythrina edulis* (Chachafruto o Balú como se le conoce en Venezuela), es una leguminosa arbórea, con una excelente adaptación y altos rendimientos en pisos altitudinales entre 1200 y 2600 msnm, cuyas características nutricionales de sus hojas y frutos, hacen que se convierta en una alternativa para disminuir la alta dependencia de alimento concentrado que existe en las truchiculturas intensivas del país.

El chachafruto reporta en sus hojas niveles de proteína de hasta 24%, fibra cruda 29 %, carbohidratos 21%, de grasa 3%, por lo que la constituye en un excelente material forrajero en la alimentación animal (Díaz, 2000).

Con este estudio se evaluará el efecto dietas que incorporan harina de chachafruto, en el rendimiento productivo de truchas (alevines) como una opción que permita disminuir la dependencia del uso de alimento concentrado.

MATERIALES Y MÉTODOS:

El ensayo se desarrolló en el Campo Experimental Truchícola La Mucuy, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA), municipio Santos Marquina del estado Mérida, a una altitud de 2.300 msnm. La zona de vida esta clasificada según Holdridge como Bosque muy húmedo montano bajo (Bmh-MB). Las temperaturas medias anuales varían poco, alrededor de 14° C. La precipitación promedio anual es de 2291 mm, con un patrón tetraestacional con dos picos, uno en abril y mayo y otro en octubre y noviembre, ambos de 300-360 mm mensuales. Los meses con menor precipitación son enero y febrero, con 50 mm mensuales, y junio y julio con 100-150 mm mensuales. La humedad relativa es muy alta, fluctuando entre 80 y 100% (Acevedo y Ataroff, 2003). El agua utilizada en los estanques es de origen glaciar, nace en la Sierra Nevada de Mérida a 4200 msnm.

Se utilizaron cuatro tanques de fibra de vidrio de 170 cm de largo x 82 cm de ancho y 81cm de profundidad, con una capacidad de 1.100 litros cada uno. Se usaron 600 alevines, con longitudes entre 2.5 y 3 cm, distribuidos a razón de 150 peces por tratamiento. Cada uno de los tanques correspondió a un tratamiento, y estos a su vez fueron divididos en tres compartimientos (muestras). Las condiciones de estudio fueron homogéneas para todos los tratamientos, colocándose una misma densidad de carga en todos los compartimientos, es decir, 50 alevines en cada uno.

La preparación de las dietas se realizó con el molido y tamizado del alimento concentrado Piscis® para trucha fase inicial con 40% de proteína, luego fue mezclado con tres niveles de inclusión la harina de chachafruto, 40% (T1), 30% (T2) y 20% (T3) y una dieta control (T4) con 0% chachafruto.

La alimentación durante todo el proceso se realizó dos veces al día procurando que todo el alimento aportado fuese consumido, la cantidad en cada ración de alimento fue *ad libitum*, las evaluaciones de campo fueron durante cuatro semanas.

Los alevines fueron pesados y medidos al inicio del ensayo y luego semanalmente, El pesaje se realizó introduciendo en un balde los alevines de cada "muestra" y pesados por medio de una balanza electrónica; para medir la talla o longitud de los alevines se realizó con un cilíndrico de vidrio graduado en cm colocando los peces de cabeza y se tomó como longitud total la medida desde la boca hasta el extremo anterior de la aleta caudal. La sobrevivencia se estimó diariamente sacando los alevines muertos de los estanques hasta el último día del ensayo.

El análisis químico y bromatológico de las muestras foliares de chachafruto se realizaron en el Laboratorio de Química Agrícola del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP) de la Universidad de los Andes y el Laboratorio de Nutrición de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” respectivamente. El material vegetal de chachafruto fue secado en estufa a una temperatura de 65° C hasta alcanzar el peso constante, fue triturado de forma manual y enviada a laboratorio en papel poroso. Este material se obtuvo de árboles con cinco años de edad, establecidos en un sistema silvopastoril de cercas vivas perteneciente al IIAP.

La variable conversión alimenticia se determinó mediante la relación, entre el total de alimento consumido y el incremento del peso de los alevines al final del ensayo (en cada tratamiento). La conversión alimenticia es utilizada para medir la eficiencia alimenticia de las dietas proporcionadas en los distintos tratamientos e indica la cantidad de alimento requerido para producir un kilogramo de trucha. Se utilizó un diseño experimental anidado de una jerarquía para las variables peso y sobrevivencia (muestras dispuestas dentro de cada tratamiento) y un diseño anidado de doble jerarquía para la variable longitud (peces dentro de las muestras y estas dentro de los tratamientos).



Figura 1.- Diseño del experimento para evaluar el efecto de la harina de chachafruto (*E. edulis*) como suplemento en la alimentación de truchas arco iris (*O. mykiss*).

Mediante un análisis de modelos mixtos con efectos fijos, se comparó tratamientos y períodos de observación y efectos aleatorios, los coeficientes o pendientes entre tratamientos, donde el intercepto es idéntico entre tratamientos, el modelo lineal utilizado en el análisis de datos fue el siguiente:

$$y_{ijk} = \hat{a}_0 + (\hat{a}_1 + b_{1i}) \times X_{ijk} + \text{trat}_i + (\text{trat}_i \times X)_{ik} + \hat{a}_{ijk}$$

donde y_{ijk} es el peso de alevines ubicados en la muestra i del tratamiento j para el período de observación k y X_{ijk} es el período de observación. \hat{a}_0 y \hat{a}_1 son los efectos fijos por parámetros desconocidos del modelo lineal que relaciona el peso con el período de observación, b_{1i} son las pendientes desconocidas y aleatorias específicos

para cada tratamiento, y $\hat{\alpha}_{ijk}$ son los residuales o errores del modelo ajustado. Por tanto, este modelo ajusta un intercepto común para 4 pendientes diferentes uno por tratamiento. El número de observaciones fue de 60 para peso y sobrevivencia; mientras que para longitud el número de observaciones fue de 2640, en ambos casos el número de grupos fue de 4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

En la tabla 1 se muestra el resumen de los resultados del ANOVA ($P < 0.05$) para las variables peso, longitud y sobrevivencia, se determinó que existen diferencias altamente significativas entre las medias de longitud y peso tanto por los efectos de las dietas suministradas en cada tratamiento, como a lo largo del periodo de observaciones. Los alevines con menor crecimiento en peso y longitud fueron los alimentados con la inclusión de 40% de chachafruto en la dieta correspondiente al (T1). Respecto a la sobrevivencia se determinó que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos y durante el periodo de duración del ensayo. En cuanto a la interacción periodo-tratamiento no hubo efecto ($P < 0.05$) de los tratamientos durante las semanas de observación para la sobrevivencia; pero en cuanto a peso y longitud de los alevines si se pudo observar interacciones altamente significativas.

Estos resultados podrían relacionarse con los reportados por Jackson *et al.* (1989); Wee y Wang (1987) cit. por Olvera y Olivera (2000) donde utilizaron la harina de *Leucaena leucocephala* en la formulación de la dieta para tilapia (*Oreochromis sp.*) especie esta con exigencia nutricionales similares a la trucha, la inclusión de leucaena en la dieta provocó una reducción en el crecimiento y baja eficiencia de conversión alimenticia. Yusif *et al.*, (1994) cit. por Olvera y Olivera (2000) utilizó harina de hojas de alfalfa (*Medicago sativa*) en dietas para tilapia, obteniendo resultados inferiores al control aún con el menor nivel de sustitución (5% de proteína). Los resultados adversos en ambos casos se le atribuyen principalmente a la presencia de antinutrientes como la mimosina (leucaena) e inhibidores de tripsina (alfalfa), así como la deficiencia de aminoácidos esenciales en las dos especies vegetales.

El bajo crecimiento de los alevines así como la deficiente conversión alimenticia reflejada en los resultados con la inclusión de la harina de chachafruto, podrían deberse principalmente a la presencia de compuestos antinutricionales que no fueron inactivados con el secado de las hojas a 65° C durante 36 horas, insuficiencia de los aminoácidos esenciales como la metionina, lisina y triptófano.

Tabla 1. Análisis de varianza para las variables estudiadas (Peso, longitud y sobrevivencia)

Fuentes de variación	gl	Peso		Longitud		Sobrevivencia	
		F.c	Pr>F	F.c	Pr>F	F.c	Pr>F
Periodo (A)	1	181,2620	<.0001	8951,292	<.0001	39,008	<.0001
Trat (B)	3	5 9,4024	<.0001	064,152	<.0001	7,488	0.0003
Inter (A*B)	3	14,4501	<.0001	300,314	<.0001	1,043	0.3816

Análisis de peso

En la tabla 2 se observa el intercepto común y 4 pendientes, una por cada tratamiento. La magnitud de la pendiente indica el aumento en peso del grupo de alevines por tratamiento, a mayor valor de la pendiente, mayor el peso y por lo tanto mejor respuesta al alimento suministrado. El T4 tuvo el mayor incremento de peso de los alevines con 7,86 g por semana, lo sigue T3 con 4,71 g /semana, el T2 presentó 2,79 g/semana y el T1 1,13 g/semana. Estos resultados se pueden comparar con los reportados Lim y Dominy (1993) cit. por Martínez *et al.* (2009) quienes evaluaron el peso de truchas reemplazando la proteína animal por soya encontraron que el crecimiento se redujo conforme se incrementó la inclusión de soya a 42, 56 y 70%.

Tabla 2. Intercepto común y las 4 pendientes por tratamiento para la variable peso.

Inclusión de chachafruto	Intercepto	pendiente
40%	18,59104	1,134000
30%	18,59104	4,714576
20%	18,59104	2,793357
0%	18,59104	7,862655

Al observar las pendientes de la Figura 2 se evidencian diferencias significativas por efecto de las dietas suministradas en el aumento de peso entre el T4 y el resto de los tratamientos, el mayor aumento de peso de los alevines lo mostró el T4 y los demás tratamientos se observan pendientes similares que indican poca ganancia de peso a lo largo del periodo de observaciones, el menor incremento corresponde al T1. Estos resultados son diferentes a los reportados por Olli y Krogdahl (1996) cit. por Olvera y Olivera (2000), quienes no encontraron diferencias en la ganancia de peso al alimentar salmón del atlántico (*Salmo salar*) con dietas donde el 20% de la proteína se suministró con soya, pero obtuvieron efectos adversos al sustituir 40% de la proteína animal.

La Figura 3 se aprecia como el peso final de los alevines de los tratamientos (T1, T2 y T3), 23,6 g, 31g y 43g respectivamente, todos con inclusión de chachafruto en las dietas, están por debajo del peso final de T4 (55 g). En este sentido, Alvarado (1995) cit. por Bastardo *et al.* (2007), quienes sustituyeron harina de pescado por harina de carne y hueso en dietas para truchas encontrando que al disminuir la proporción de harina de pescado desciende el promedio de peso final, tal como sucedió en el presente estudio.

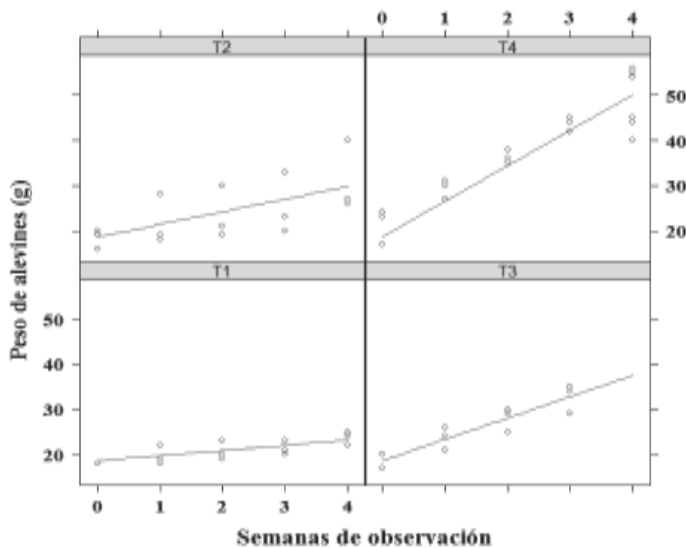


Figura 2 Peso de los alevines en cada tratamiento durante todas las semanas de observación.

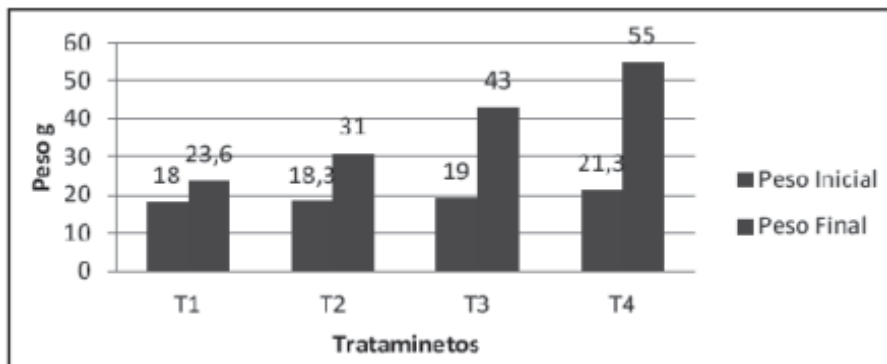


Figura 3 Peso promedio Inicial y Final de alevines por tratamiento.

Análisis de Longitud

El tratamiento control sin inclusión de chachafruto (T4) presentó el mayor valor de las pendientes con una longitud de 0.35 cm/semana, seguidos por el T3, T2 y T1 con pendientes de 0.27, 0.19 y 0.12 cm/semana respectivamente (Tabla 3). Bastardo *et al.* (2007) sustituyeron el 50% de harina de pescado por harina de lombriz, encontrando diferencias significativas en la longitud total alcanzada en alevines de truchas, mostrando un mayor crecimiento aquellas que se alimentaron con la harina de pescado (dieta control).

Tabla 3. Intercepto común y las 4 pendientes por tratamiento para la variable longitud.

Inclusión de chachafruto	Intercepto	pendiente
40%	2,726705	0,1212031
30%	2,726705	0,1993043
20%	2,726705	0,2781524
0%	2,726705	0,3580188

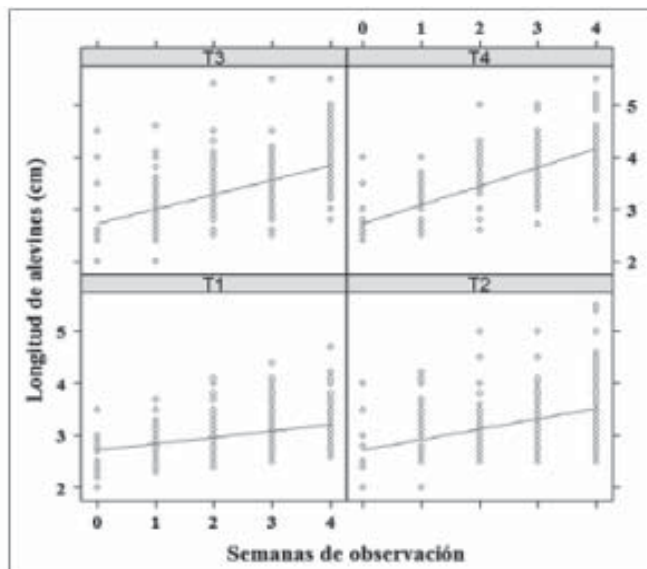


Figura 4 Longitud de los alevines en cada tratamiento durante todas las semanas de observación.

La longitud en los tratamientos T1 y T2 Figura 4 es muy similar, así como las más bajas del resto de los tratamientos; por el contrario se observa una pendiente más pronunciada en los tratamientos T3 y T4 indicativo de un mayor crecimiento de los alevines y por lo tanto una mejor respuesta del crecimiento a la dieta suministrada. Las velocidades de crecimiento observadas en la Figuras 2 y 4 pudieran explicarse en función de la cantidad de proteína vegetal proporcionadas en los tratamientos, asumiendo que los valores óptimos de proteínas en la nutrición para alevines de trucha están entre 40 y 45%; por lo tanto los tratamientos con los valores más cercanos a los óptimos de proteína poseen una mayor pendiente, en consecuencia, los de menor pendiente son producto de menores concentraciones de proteínas. Otro factor influyente es la presencia de compuestos antinutricionales en la harina

de chachafruto los cuales podrían afectar el metabolismo y por ende el crecimiento de los alevines. Según Barrera y Mejía (1992) los antinutricionales con mayor presencia en las hojas de chachafruto son las nastoquinonas o antroquinonas, taninos y saponinas, estas últimas según Olvera y Olivera (2000) son resistentes al calor, por lo que se requiere de tratamientos especiales para reducir su actividad.

En la Figura 5 se puede observar diferencias en el tamaño de los alevines alimentados con las diferentes dietas. La calidad de las dietas proporcionadas en los tratamientos 1, 2 y 3, determinó un bajo crecimiento en longitud luego de 31 días, los alevines de menor tamaño fueron los de (T1) alimentados con la dieta que contenía 40% de chachafruto, el tratamiento con la menor inclusión de chachafruto (T3) presentó el mayor tamaño que el resto de los tratamientos con inclusión de chachafruto solo por debajo del tratamiento control. Resultados similares fueron encontrados por Fowler y Banks (1976) cit. por Martínez *et al.* (2009), quienes sustituyeron harina de pescado por harina de algodón en proporciones de 30.8:24.6 y 20.5:39.2% respectivamente, y observaron que los peces alimentados con los niveles mas altos de harina de algodón, crecieron significativamente menos que los alimentados con la dieta testigo.

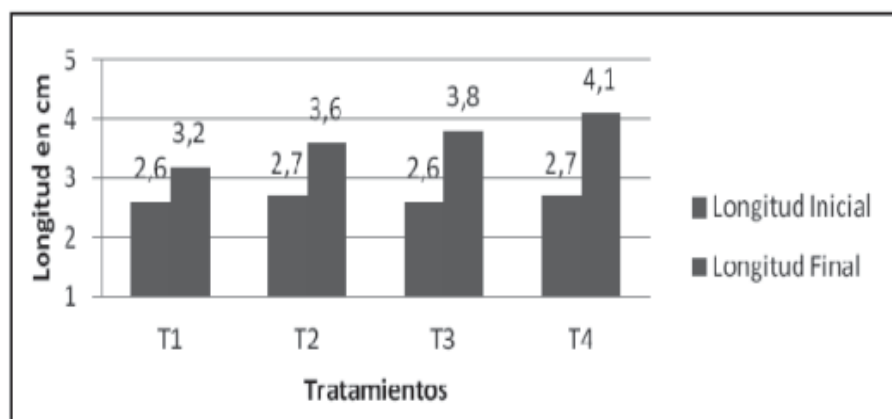


Figura 5 Longitud Inicial y Final de alevines por tratamiento.

Análisis de sobrevivencia

De la misma manera en la tabla 4 se observa el intercepto común y el valor de las 4 pendientes, una por cada tratamiento. La magnitud de la pendiente indica en cuanto disminuyó la sobrevivencia del grupo de alevines por tratamiento y por semana observada. La mayor sobrevivencia se obtuvo en T4 con una disminución de 1,89 %/semana, seguido por T1 con 2,83%/semana, T3 con 3,93 %/semana y por último T2 4,62%/semana que resultó ser la de menor sobrevivencia.

Bastardo *et al.* (2007) encontraron que usando dietas de 25 y 50% de harina de lombriz en sustitución de la harina de pescado, la sobrevivencia fue similar en todas las dietas utilizadas, resultados que difieren de los reportados en el presente estudio.

Tabla 4. Intercepto común y las 4 pendientes por tratamientos para sobrevivencia.

Inclusión de chachafruto	Intercepto	pendiente
40%	98,83118	-2,831454
30%	98,83118	-4,616987
20%	98,83118	-3,934806
0%	98,83118	-1,891700

Como se puede observar en la Figura 6 los tratamientos T2 y T3 ambos con inclusiones de chachafruto en la dieta de 30 y 20% respectivamente tienen una pendiente similar y a su vez más pronunciada respecto a los demás tratamientos (T1 y T2), lo que evidencia una mayor mortalidad de los alevines con respecto a T3 y el tratamiento control (T4).

De los resultados presentados en la Figura 3 se puede observar que los tratamientos T1, T2 y T3, tienen un porcentaje de sobrevivencia inferior al 90% y T4 presentó un 96% de sobrevivencia.

La sobrevivencia de *O. mykiss* varía ampliamente dependiendo, entre otros factores, de la densidad, del tamaño de los peces y de las condiciones ambientales en las cuales son mantenidos. Además está determinado por otros factores tales como la alimentación y la condición genética Bastardo, (1994). En los estadios de alevines y de dediles se reportan sobrevivencias del 85% en sistemas de tinas de vidrios para alevines, y de 98.5-95% en sistemas de canales y de concreto para dediles Montaña (2009).

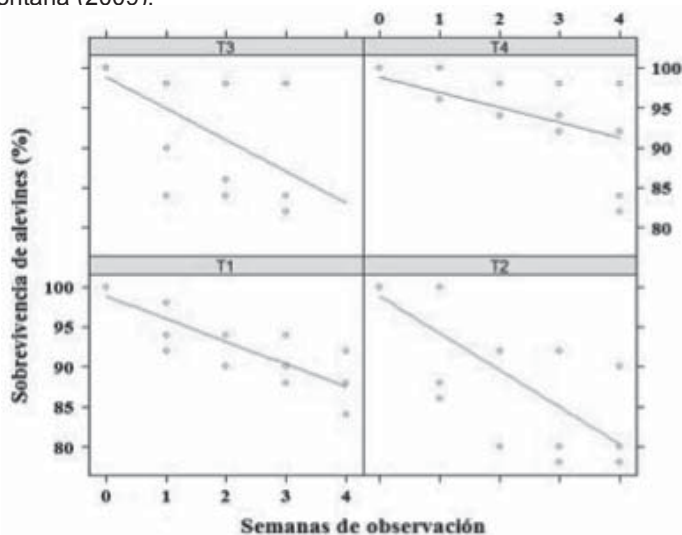


Figura 6. Sobrevivencia de los alevines en cada tratamiento durante las semanas de observación.



Figura 7 Sobrevivencia en los alevines de trucha.

Resultados del estudio bromatológico

En la tabla 5 se puede apreciar el contenido de proteína cruda (%), el cual se obtuvo multiplicando la concentración de nitrógeno (N) por el factor de conversión de N a proteína (6,25).

Tabla 5. Análisis químico de la hoja del chachafruto.

Descripción	Proteína %	N %	P %	K %	Ca %	Mg%
Hoja	23,25	3,72	1,33	1,52	3,25	0,23

Fuente: Laboratorio de Química Agrícola, IIAP- ULA.

La determinación en la concentración de nitrógeno (N) se realizó por el método Kjeldhal. Los valores obtenidos en este análisis son similares a los reportados para la leucaena por Rodríguez (1999) con 24,74 %. De igual manera los contenidos de calcio y fósforo obtenidos en el presente estudio, coinciden a los reportados para la leucaena por el mismo autor con valores entre 0,30 y 1,14 de calcio y 0,21 a 0,25 de fósforo.

Tabla 6. Análisis foliar de la *E. edulis*.

DETERMINACIÓN	HOJA
Materia seca, %	90,29
Proteína cruda, %	24,23
Extracto Etéreo, %	2,54
Cenizas, %	13,07
Carbohidratos no fibra, %	23,28
Fibra ácido detergente, %	39,54
Fibra neutro detergente, %	47,58

Fuente: Laboratorio de Nutrición, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" 2010

La tabla 6 muestra los resultados de un análisis realizado a la muestra de chachafruto. El contenido de materia seca (MS) presenta un valor elevado de 90,29 % si lo comparamos al reportado por Escalona y Ríos (1990) en hojas de *Erythrina poeppigiana* con 23,27%, debido a que la muestra fue deshidratada dos veces; antes de ser entregada al laboratorio. Acero (2002) citó valores de materia seca para el chachafruto entre 18 y 20%. El valor obtenido de proteína cruda de la hoja de chachafruto (24,23%) es similar al reportado por Barrera (2000) con 24%. El contenido de extracto etéreo indica la fracción que identifica a las grasas; este valor es bajo como era de esperarse por tratarse de la hoja y no de la semilla donde son almacenados la mayor cantidad de lípidos en las leguminosas. En cuanto al contenido de ceniza 13,07%, el chachafruto objeto del estudio muestra una cantidad superior al reportado por Espinoza *et al* (1997), este valor refleja un mayor contenido de elementos minerales como calcio, magnesio, manganeso, sílice entre otros.

El contenido de fibra neutro detergente (FND) esta correlacionada inversamente con el consumo voluntario de materia seca, el contenido de FND del chachafruto fue de 47,58 % valor este superior al los reportados por Bugarín *et al* (2009) en leucaena con 45,7% y por Tobías (2004) en soya. La fibra ácido detergente (FAD) expresa la digestibilidad del forraje y presenta un valor de 39,54%, cantidad superior a la reportada por Medina y Sánchez (2006) con 29,06% en leucaena.

Conversión alimenticia

El consumo de alimento tabla 7, muestra que a medida que el porcentaje de chachafruto es mayor en la dieta, la ingestión de alimento disminuye. La mayor cantidad de alimento consumida fue en el T4. El proceso empleado en la elaboración de las diferentes dietas con harina de chachafruto fue realizado de una manera artesanal, lo cual influyó en las características organolépticas del alimento, que trajo como consecuencia un alimento poco apetecible para los alevines, además de ser inestable en el agua; originando una disminución del consumo voluntario y por lo tanto un menor incremento de peso proporcional a la cantidad de chachafruto en las dietas.

Se observa tabla 7 que los valores de conversión alimenticia en los tratamientos T1, T2, T3 y T4 (8,73; 6,69; 5,20 y 4,22 respectivamente) son elevados, comparado con el parámetro estimado en la estación Truchícola de La Mucuy el cual es de 1,0 a 1,2 para alevines; y con los reportados por Pokniak (2009) con 0,89 al incluir 5% de microalga espirulina (*Spirulina máxima*) en la dieta para alevines de trucha. T4 presentó el menor valor, lo que significó que los alevines convirtieron más eficientemente el alimento en carne. Una alta tasa de conversión alimenticia resulta ser menos eficiente.

A pesar que la concentración de proteína, para los tratamientos (1, 2 y 3) es alta no cubre con las necesidades exigida por los alevines de trucha las cuales se encuentran entre 40 y 45%, Tabla 8.

Tabla 7. Consumo de alimento y conversión alimenticia (kg de alimento/kg de ganancia) según el tratamiento aplicado.

Tratamiento	Consumo de alimento acumulado (kg)	Incremento de peso (kg)	Conversión alimenticia
T1 (40% chachafruto)	0,444	0,053	8,73
T2 (30% chachafruto)	0,502	0,075	6,69
T3 (20% chachafruto)	0,572	0,11	5,20
T4 (0% chachafruto)	0,608	0,144	4,22

Tabla 8. Contenido de proteína cruda suministrado en cada una de las dietas para cada tratamiento.

Tratamiento	% Proteína Cruda en las dietas
T1 (40% chachafruto)	33,6
T2 (30% chachafruto)	35,2
T3 (20% chachafruto)	36,8
T4 (0% chachafruto)	40,0

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El crecimiento de los alevines de trucha, sometidos al tratamiento 4 fue el que presentó mejor respuesta en las variables peso y longitud final, sobrevivencia y conversión alimenticia.

El T3 (20% harina de chachafruto) fue el tratamiento que mostró mejores resultados en cuanto a las variables peso, longitud y conversión de alimento cuando se compara con el resto de los tratamientos con inclusión de harina de chachafruto (T1 y T2), sin embargo hubo diferencias altamente significativas entre todos los tratamientos.

Al aumentar el contenido de harina de chachafruto en los tratamientos (1, 2, 3) se reduce el porcentaje de proteína en cada uno de ellos, disminuyendo el promedio individual de peso y longitud final de los alevines, sin embargo se deben realizar nuevas investigaciones donde se utilicen otros niveles de inclusión de la harina de chachafruto, así como también, investigaciones similares donde se estudie el comportamiento de truchas de diferentes grupos etarios y/o ensayos de más tiempo de duración, donde se involucren varias etapas de desarrollo de estos peces.

El contenido nutricional de la muestra vegetal de chachafruto analizada indica que puede ser utilizado en la alimentación de peces, sin embargo en la alimentación de especies salmonadas como la trucha, dadas sus mayores exigencias nutricionales con respecto a las demás especies de peces, ésta debería mezclarse con otras leguminosas y cereales en diferentes proporciones asegurando un buen porcentaje de proteína, un adecuado perfil de aminoácidos, buena digestibilidad, sabor y una cantidad de grasa ideal, para obtener un suplemento de excelente calidad.

La hoja de chachafruto posee compuestos antinutricionales los cuales podrían estar asociados a la disminución del crecimiento y a la baja sobrevivencia en T1, T2 y T3. Dada la poca información que existe de estos compuestos tóxicos, se recomendaría realizar pruebas para determinarlos cuantitativamente y así poder aplicar el tratamiento para contrarrestar su efecto.

Una dieta con una cantidad baja de proteínas (T1, T2 y T3) para alevines de trucha, no es recomendable ni conveniente utilizarla para lograr el crecimiento adecuado, desarrollo normal y la sobrevivencia de los alevines.

Las dietas evaluadas con diferentes niveles de inclusión de chachafruto no podrán resolver el problema planteado de la baja producción de truchas debido al alto costo del alimento concentrado e inadecuada alimentación de las truchas. Por lo tanto se recomienda seguir con las investigaciones para encontrar nuevas formulas a base de proteína vegetal que mejoren los rendimientos; disminuyendo los costos y aumentando los beneficios para los productores.

REFERENCIA

- Aceró, L. 2002. Guía para el cultivo y aprovechamiento del chachafruto o balú *Erythrina edulis* Triana ex Micheli. En Línea. Disponible: <http://books.google.co.ve/books?id>. (Consulta: Ene. 14/2010).
- Acevedo M., Ataroff M., Monteleone S. y Estrada C. 2003. Heterogeneidad estructural y lúlica del sotobosque de una selva nublada andina de Venezuela. En Línea. Disponible: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442003000700007&script=sci_arttext. (Consulta: Dic. 02/2009).
- Barrera, N. 1998. Informe final estudio de mercado del Chachafruto. En Línea. Disponible: <http://www.humboldt.org.co/obio/simbio/documentos/Mercado%20nacional%20de%20chachafruto2.pdf> (Consulta: Ene. 08/2010).
- Barrera, N., y Mejía, L. 1998. Chachafruto, balú, sachaporoto; *Erythrina edulis*, Triana. Pasado, presente y futuro. En Línea. Disponible: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Chachafruto,%20pasado,%20presente%20y%20futuro.pdf (Consulta: Dic. 14/2009).
- Bastardo, H., Medina, A. y Bianchi, G. 2007. Utilización de proteína no convencional en dietas para iniciador de trucha arcoíris, (*Oncorhynchus mykiss*). En Línea. Disponible: http://www.produccionbovina.com/produccion_peces/piscicultura/89-Bastardo_Trucha.pdf. (Consulta: Dic. 01/2009).

- Bugarín J., Lemus C., Sangines L., Aguirre J., Ramos A., Soca M., y Arece J., 2009. Evaluación de dos especies de *Leucaena*, asociadas a *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea* en un sistema silvopastoril de Nayarit. En línea. Disponible: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000400007 (Consulta: Ene. 14/2011).
- Díaz, F. 2000. Pequeño Manual Práctico del Chachafruto. En Línea. Disponible: <http://www.scribd.com/doc/6251853/Pequeno-Manual-del-Chachafruto>. (Consulta: Feb. 19/2010).
- CORDERO, F. 2009. Venezuela Importa más del 70% de los Alimentos que Consume. En Línea. Disponible: <http://www.gacetagandera.com/detalle.asp?id=4156> (Consulta: Ene. 05/2010).
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2000. Visión General del Sector Acuícola Nacional Venezuela. En Línea. Disponible: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_venezuela_es/en. (Consulta: Ene. 05/2010).
- Escalona, A., y Ríos, C., 1990. Hojas de "Poró" (*Erythrina poeppigiana*) como suplemento proteico para cabras lactantes. En Línea. Disponible: <http://www.lrrd.org/lrrd2/1/esnaola.htm>. (Consulta: Dic. 03/2009).
- Espinoza F., Tejos R., Chacón E., Arriojas L., y Argenti P., 1997. Producción, valor nutritivo y consumo por bovinos de *Leucaena leucocephala*. II Valor nutritivo. En Línea. Disponible: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt1602/texto/valornutritivo.htm. (Consulta: Feb. 11/2011).
- INIA, 2009. Trucha plato turístico andino. Sitio web del INIA. En Línea. Disponible: http://www.inia.gob.ve/index.php?option=com_content&task=view&id=1113&Itemid=145 (Consulta: Nov. 04/2010).
- Martínez, C., Chávez, M., Olvera, M. y Abdo, M. 2009. Fuentes alternativas de proteínas vegetales como sustituto de la harina de pescado para la alimentación en acuicultura. En Línea. Disponible: http://www.uanl.mx/utillerias/nutricion_acuicola/III/archivos//5.pdf. (Consulta: Ene. 12/2011).
- Medina., R y Sánchez., A. 2006. Efecto de la suplementación con follaje de *leucaena leucocephala* sobre la ganancia de peso de ovinos desparasitados y no desparasitados contra strongílidos digestivos. Zootecnia tropical. Instituto de Investigaciones agrícolas. En Línea. Disponible: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2401/arti/medina_r.htm. (Consulta: Dic. 02/2009).
- Montaña, C. 2009. Crecimiento y sobrevivencia en el levante de alevines de trucha arco iris. En Línea. Disponible: <http://bobliodigital.umng.edu.co:8080>. (Consulta: Dic. 08/2010).
- Olvera, M. y Olivera, L. 2000. Potencialidad del uso de las leguminosas como fuente proteica en alimentos para peces. Centro de investigación y de Estudios Avanzados del IPN. En Línea. Disponible: <http://www.google.co.ve/search?>

hl=es&q=uso+de+las+leguminosas+en+la+alimentación+de+peces&meta=&aq=f&oq=.
(Consulta: Nov. 09/2009).

Pokniak, J. 2009. Incorporación de espirulina (*Spirulina máxima*) en dietas para alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). En Línea. Disponible: <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/ACV/article/viewFile/911/797>. (Consulta: Dic. 2010).

Tobías C., Villalobos E., Rico E., 2008. Uso del forraje de soya (*Glycine max L. Merr.*) variedad Cigras 06 en la nutrición de rumiantes. X Seminario de Pastos y Forrajes. En Línea. Disponible: http://avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A7-Carlos%20Tobia.pdf. (Consulta: Mar. 11/2011).

ZAMPONI, I. 2008. Crisis mundial de los alimentos. En Línea. Disponible: <http://www.igooh.com/notas/crisis-mundial-de-los-alimentos/>. (Consulta: Dic. 02/2009).