

# Fuentes de Proteína Alternativas para Dietas de Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*)

Luis Héctor Hernández Hernández y Mario Alfredo Fernández Araiza

Laboratorio de Producción Acuícola (Acuario), Facultad de Estudios Superiores Iztacala  
UNAM, Avenida de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, C.P.  
54090. Tel. y fax (55) 5623 1197, E-mail: [luish3@yahoo.com](mailto:luish3@yahoo.com)

---

## Resumen

El crecimiento y la intensificación de la acuicultura en los últimos años ha impulsado la investigación en el uso de ingredientes alternativos a la harina y aceite de pescado en dietas balanceadas. El cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) no es ajeno a esta tendencia y el presente trabajo presenta una revisión de los resultados obtenidos durante los últimos años en el Laboratorio de Producción Acuícola de la UNAM FES Iztacala en el desarrollo de dietas con fuentes de proteína de origen vegetal para esta especie y sus efectos en el crecimiento y excreción de P.

Palabras clave: *proteínas alternativas, trucha, dietas*

## Introducción

La Acuicultura es la actividad productora de alimento que más ha crecido en los últimos años, con una tasa de crecimiento promedio anual de 6.3%, pasando de 34.6 millones de toneladas producidas en 2001 a 59.9 millones para el 2010 y representa el 40% del total de productos pesqueros (FAO 2012). En México la producción acuícola presenta una tendencia similar, ya que el crecimiento de la producción pesquera nacional se ha asociado a una mayor producción por cultivo en los últimos años y que en 2011, representó el 15.83% del total (CONAPESCA-SAGARPA 2011).

Gran parte de este crecimiento de la producción se debe a la implementación de prácticas intensivas de cultivo, lo que ha sido acompañado por un aumento en la demanda de alimentos balanceados (Gatlin *et al.* 2007). La mayor parte de estas dietas comerciales tienen como ingredientes principales a la harina y el aceite de pescado (fuentes de proteína y lípidos, respectivamente), los cuales han alcanzado un límite máximo de explotación y producción. Así mismo, la FAO (2007) ha asociado diversos efectos ambientales al uso intensivo de las dietas balanceadas:

- Enriquecimiento de productos orgánicos de las aguas de los estanques de cultivo, creando sedimentos anóxicos.
- Cambios en las comunidades del bentos.
- Eutrofización de lagos y zonas costeras cercanas de donde se encuentran las granjas.

Bajo esta perspectiva, la acuicultura no podrá ser una actividad productiva sustentable si depende exclusivamente de materias primas de origen marino (Hardy 2010) y enfrenta el reto de identificar nuevos ingredientes para sustituir la harina y el aceite de pescado en las dietas balanceadas comerciales. Particularmente en el caso de la harina de pescado, se considera que los sustitutos deben de ser abundantes, baratos y que su demanda no compita con el consumo directo por el ser humano. Así mismo, y desde el punto de vista ambiental,

los ingredientes deben de tener una alta tasa de digestibilidad, una cantidad limitada de P y que este tenga una alta bio-disponibilidad.

Las dietas para organismos acuáticos con harinas de origen vegetal han demostrado que pueden soportar el crecimiento como las dietas normales con harina de pescado. Por ejemplo, McCallum *et al.* (2000) reportan que la harina de arvejón puede utilizarse como fuente de proteína para dietas de trucha *Oncorhynchus mykiss*. Lee *et al.* (2006) reportaron truchas alimentadas por 3 años con una dieta con sustitución de harina de pescado por harina de semilla de algodón en 100% en la dieta no afectó el crecimiento de machos y hembras, el potencial reproductivo de machos y que puede ser consumida de forma segura. Thiessen *et al.* (2004) reportaron que la sustitución de harinas de pescado por harina de grano de canola sin ácido fítico no afectó el crecimiento y que esta harina de canola puede ser utilizada en dietas comerciales. Sajjadi y Carter (2004) encontraron que la adición de fitasa a dietas de salmón del Atlántico *Salmo salar*, mejoró la digestibilidad de proteína cuando se adicionó ácido fítico, un compuesto anti nutricional, a las dietas. Drew *et al.* (2005) reportan que la adición de proteasa comercial mejoró la digestión de proteína de harinas de canola y arvejón, así como de la eficiencia del alimento. Hemre *et al.* (2005) reportaron que el uso de harina de soya normal y genéticamente modificada en dietas de salmón del Atlántico no afectó el crecimiento, composición proximal del cuerpo y química de la sangre, comparando con una dieta con harina de pescado.

Así mismo, se ha demostrado que el uso de las harinas de origen vegetal influye positivamente en la utilización del P y que por tanto, haya una menor cantidad de este elemento en los productos de desecho de los organismos. Por ejemplo, Bergheim y Sveier (1995) reportaron la reducción de la excreción de P en las dietas para salmónidos. Storebakken *et al.* (2000) demostraron que la sustitución de aproximadamente el 75% de harina de pescado por concentrado de proteína de soya no tuvo efecto en el crecimiento y disminuyó la cantidad de P. Glencross y Hawkins (2004) reportaron que el fósforo contenido en las harinas de grano de lupino (30% de sustitución por harina de pescado) fue utilizado en 100%.

El cultivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en México ha crecido en los últimos años y alcanzó en 2008 el 3.21 y 3.05 % del volumen y del valor total de la producción acuícola nacional, respectivamente. El Estado de México es el estado del país donde más se produce trucha y concentra aproximadamente el 80% del total (CONAPESCA-SAGARPA 2011). A partir del 2007 y como una oportunidad para mejorar la producción acuícola de trucha arco iris, impactando directamente en la conservación del recurso agua y la reducción en los costos de los alimentos, el Laboratorio de Producción Acuícola inició el desarrollo de dietas con diferentes harinas de origen vegetal como fuentes de proteína y a continuación se presenta una revisión de los resultados obtenidos hasta el momento. La primera parte considera el uso de materias primas (harina de soya, harina de linaza y polvo de Spirulina) como sustitutos de harina de pescado en las dietas. La segunda incluye el uso de aditivos (probióticos principalmente) en las dietas para mejorar la digestibilidad de los ingredientes, así como el uso de ingredientes como concentrados y aislados de proteína de soya. Finalmente, se presentan algunos resultados obtenidos a nivel de granja.

## Inicios

Las primeras dietas formuladas en el Laboratorio fueron sustituciones sencillas de la harina de pescado por harina de soya y polvo de Spirulina. Las dietas para las pruebas de alimentación se formularon con una base de contenido de proteína del 40% y las formulaciones pueden verse en las Tablas 1 y 2. Las pruebas de alimentación se realizaron en un sistema de recirculación con tanques de 100 L y con organismos juveniles de trucha con un peso inicial de  $4.1 \pm 0.7$  g (grupos por triplicado 15 juveniles por dieta) para la prueba con sustituciones de harina de soya; de  $1.42 \pm 0.1$  g (grupos por triplicado de 20 juveniles por dieta) y  $11.55 \pm 0.4$  g (grupos por triplicado de 10 individuos por triplicado por dieta) para las pruebas de alimentación con las dietas con polvo de Spirulina. Al término de cada prueba, se determinó el crecimiento, contenido de P y N en excreciones metabólicas de P. Los resultados obtenidos muestran que después de alimentar a los organismos por 50 días, se puede sustituir hasta un 75% de la harina de pescado con la harina de soya con 0.8 g/kg de fitasa sin afectar el crecimiento significativamente (Tabla 3).

Con este nivel de sustitución se reduce la excreción metabólica de P (expresado como  $\text{PO}_4^{3-}$ ) en casi la mitad (Figura 1). El uso de polvo de Spirulina como único sustituto de la harina de pescado tiene un efecto diferencial, ya que a etapas tempranas (peso inicial de 1.4 g) los organismos no muestran un crecimiento adecuado, aun en niveles bajos de sustitución y la excreción de P es más alta que en aquellos alimentados con la dieta control (Figura 2). Sin embargo, organismos juveniles (peso inicial de 11.55 g) presentaron mejor crecimiento hasta una sustitución de 75% y los niveles de excreción disminuyeron (Figura 3).

Tabla 1. Formulación de dietas con harina de soya para trucha arco iris

Ingredientes (g/kg)	Dietas				
	Soy 1	Soy 2	Soy 3	Soy 4	Control
Harina de pescado	300	200	0	0	600
Harina de soya	300	400	600	600	-
Otros ingredientes	399.6	399.6	399.6	400	400
Fitasa <sup>1</sup>	0.8	0.8	0.8	0	0

<sup>1</sup>DSM Nutritional Products de Mexico S.A de C.V.

Tabla 2. Formulación de dietas con polvo de Spirulina para trucha arco iris

Ingredientes (g/kg)	Dietas				
	Spi1	Spi2	Spi3	Spi4	Control
Harina de pescado	400	300	200	0	600
Polvo de Spirulina	200	300	400	600	400
Otros ingredientes	400	400	400	400	400

Tabla 3. Crecimiento registrado en juveniles alimentados con dietas con sustituciones de la harina de pescado con harina de soya. Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Datos publicados (Cruz *et al.* 2011).

Tratamientos	Soy1	Soy2	Soy3	Soy4	Control
Peso final (g)	10.6 ± 0.9ab	12.5 ± 1.3a	9.4 ± 0.8b	8.9 ± 1.5b	13.9 ± 1.8a
Ganancia en peso <sup>1</sup> (%)	157 ± 21ab	203 ± 24a	131 ± 8b	116 ± 35b	236 ± 49a
Tasa de crecimiento específico <sup>2</sup> (%/día)	1.7 ± 0.2a	2.2 ± 0.3b	1.7 ± 0.1a	1.5 ± 0.2a	2.4 ± 0.2b

<sup>1</sup>GP = ((Peso final – peso inicial) / peso inicial) x 100

<sup>2</sup>TCE = ((ln peso final – ln peso inicial) / 50) x 100

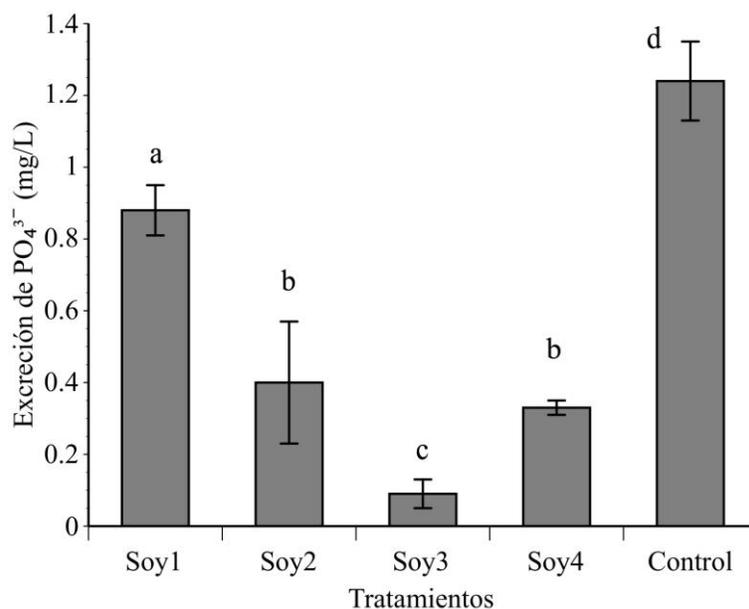


Figura 1. Excreción metabólica de P (expresado como PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) de juveniles trucha arco iris alimentados con dietas con sustituciones de la harina de pescado con harina de soya. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Datos publicados (Cruz *et al.* 2011).

(a)

(b)

Hernández, L. y M. Fernández. 2013. Fuentes de Proteína Alternativas para Dietas de Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M.G., Villarreal-Cavazos, D. A., Gamboa-Delgado, J., Alvarez-González, C. (Eds). Contribuciones Recientes en Alimentación y Nutrición Acuicola, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, pp. 49-65.

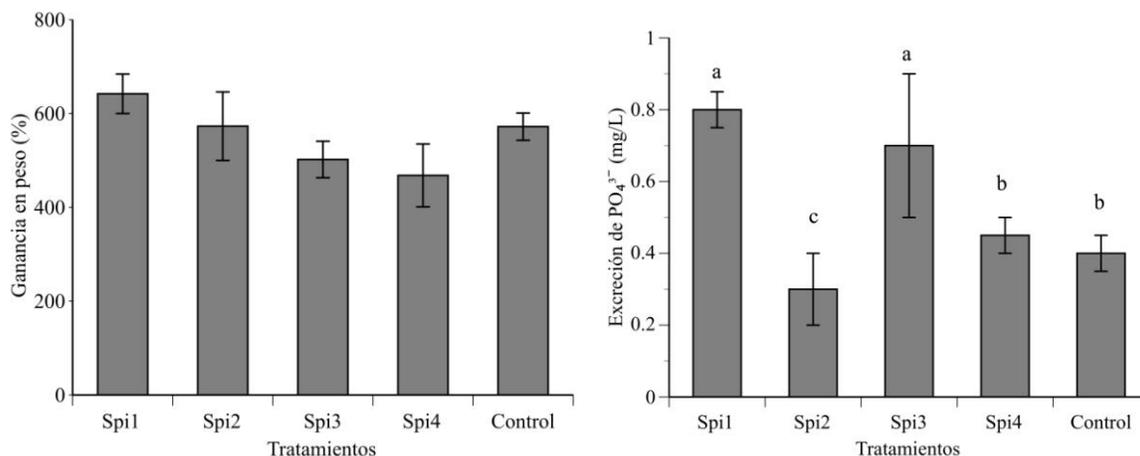


Figura 2. Crecimiento expresado como ganancia en peso (a) y excreción metabólica de P (b) de juveniles de trucha arco iris (peso inicial = 1.4 g), alimentados con dietas con polvo de *Spirulina* como sustituto de harina de pescado.

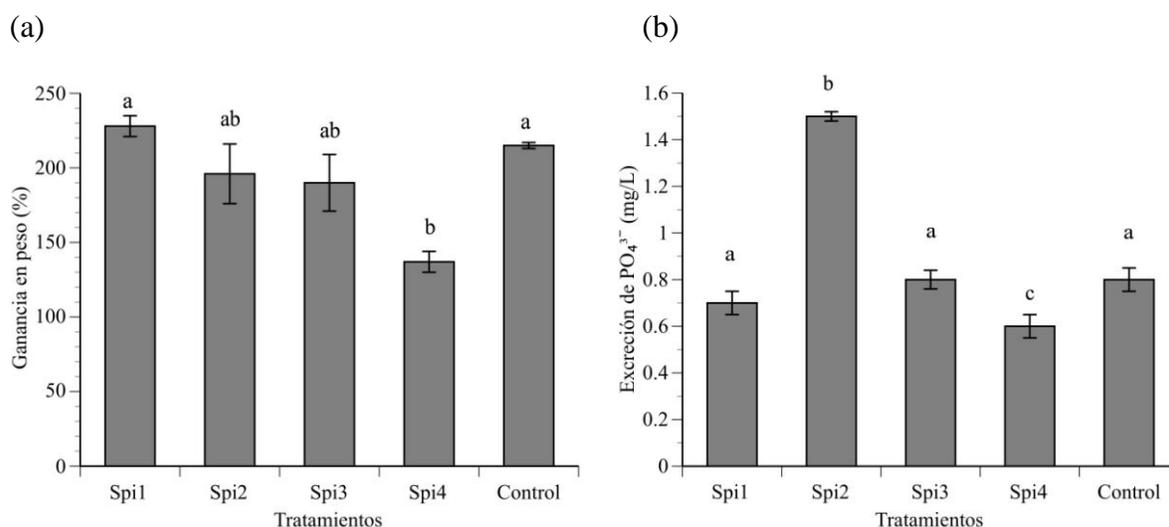


Figura 5. Crecimiento expresado en ganancia en peso (a) y excreción metabólica de P (b) de juveniles de trucha arco iris (peso inicial = 11.5 g) alimentados con dietas con polvo de *Spirulina* como sustituto de harina de pescado.

## Mezcla de harinas vegetales y uso de aditivos

Considerando los resultados anteriores, se decidió utilizar harina de soya con una sustitución del 75% de la harina de pescado y además de fitasa, se adicionaron con levadura de acuerdo a la Tabla 4. Cada dieta se dio a grupos por triplicado de 15 peces con peso inicial de  $1.2 \pm 0.06$  g por un periodo de 70 días. Así mismo, se utilizaron dietas con 100% de harina de origen vegetal, usando soya y polvo de *Spirulina* en combinaciones (Tabla 5) con grupos por triplicado de juveniles con un peso inicial de  $6.8 \pm 0.4$  g por 50 días. Finalmente dietas con 100% de sustitución de la harina de pescado con concentrado de proteína de soya y aislado de proteína de soya (Tabla 6), se utilizaron para alimentar a grupos por triplicado de 15 organismos con peso inicial de  $1.95 \pm 0.3$  g por un periodo de 60 días.

La adición de levadura a las dietas con 75% de harina de soya mejoró el crecimiento de los juveniles de trucha y disminuyó la excreción de P (Figura 4). Sin embargo, cuando la dieta se adicionó con la levadura y fitasa, la excreción de P aumentó significativamente. La dieta con sustitución completa de la harina de pescado con una mezcla de 75% harina de soya y 25% polvo de *Spirulina* no mostró diferencias significativas en crecimiento cuando se comparó con la dieta con 100% de harina de pescado (Tabla 7), además de reducir significativamente la excreción de P en las heces y en la orina (Figura 5). El uso de concentrado de proteína de soya con la adición proteasa resultó en un mejor crecimiento, misma tendencia observada en los organismos alimentados con el aislado de proteína cuando se le agregó la proteasa (Figura 6). Respecto a la excreción de P, se observó que las dietas con concentrado de soya redujeron la excreción. Los organismos alimentados con el aislado de proteína de soya tuvieron una excreción de P similar a la observada en el grupo control (Figura 6).

Tabla 4. Formulación de las dietas con harina de soya, levadura y/o fitasa para trucha arco iris

Ingredientes (g/kg)	Dietas			
	Lev+fit	Lev	Fit	Control
Harina de pescado	200	200	200	600
Harina de soya	400	400	400	-
Fitasa	0.4	-	0.4	-
Levadura	15	15	-	-
Otros	384.6	385	399.6	400

Tabla 5. Formulaciones de las dietas con harina de soya y polvo de *Spirulina* para trucha arco iris.

Ingredientes (g)	Dietas			
	75Spi-25HS	50Spi-25HS	25Spi-75HS	Control
Harina de pescado	0	0	0	600
Harina de soya	150	300	450	0
Polvo de <i>Spirulina</i>	450	300	150	0
Fitasa	0.4	0.4	0.4	0
Otros ingredientes	399.6	399.6	399.6	400

Tabla 6. Formulaciones de las dietas con concentrado y aislado de proteína de soya para trucha arco iris.

Ingredientes (g/kg)	Dietas				
	CdS	CdS-P	AdS	AdS-P	Control
Harina de pescado	0	0	0	0	700
Concentrado de proteína de soya	645.1	645.1	0	0	0
Aislado de proteína de soya	0	0	340	340	0
Harina de soya	0	0	50	50	0
Proteasa	0	0.8	0	0.8	0
Otros ingredientes	354.9	354.1	610	609.2	300

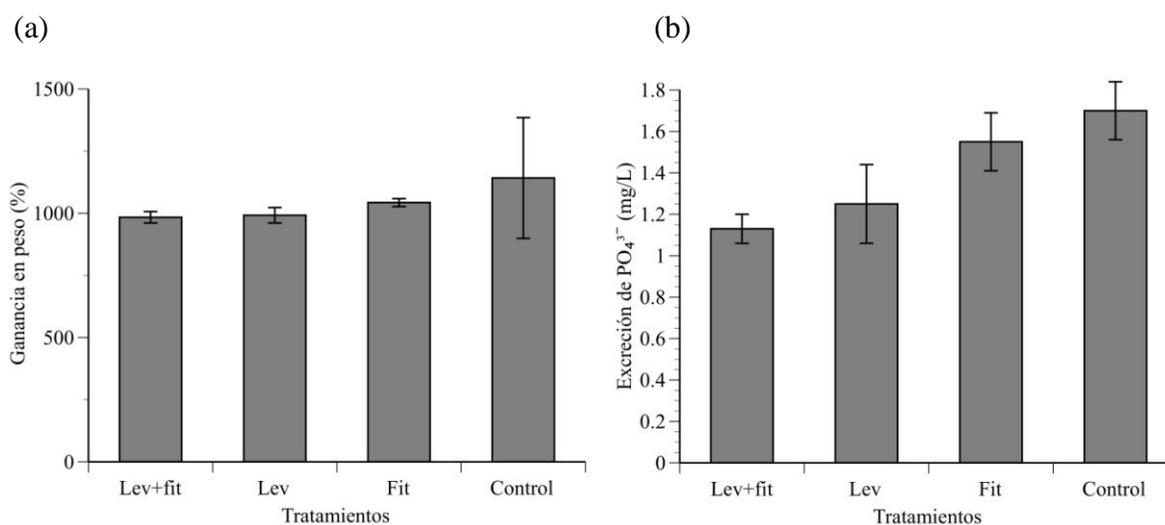


Figura 4. Crecimiento expresado en ganancia en peso (a) y excreción metabólica de P (b) de juveniles de trucha arco iris alimentados con dietas con harina de soya más la adición de levadura y/o fitasa.

Tabla 7. Crecimiento registrado en juveniles alimentados con dietas con sustituciones totales de la harina de pescado con mezclas harina de soya y polvo de *Spirulina*. Datos tomados de Hernández *et al.* (2012).

Tratamiento	Ganancia en peso (%) <sup>1</sup>	Tasa de crecimiento específico (%/día) <sup>2</sup>
75Spi-25HS	557 ± 86	3.7 ± 0.2
50Spi-50HS	479 ± 43	3.4 ± 0.1
25Spi-25HS	445 ± 6	3.4 ± 0.1
Control	649 ± 31	4.0 ± 0.1

<sup>1</sup>GP = ((Peso final – peso inicial) / peso inicial) x 100

<sup>2</sup>TCE = ((ln peso final – ln peso inicial) / 50) x 100

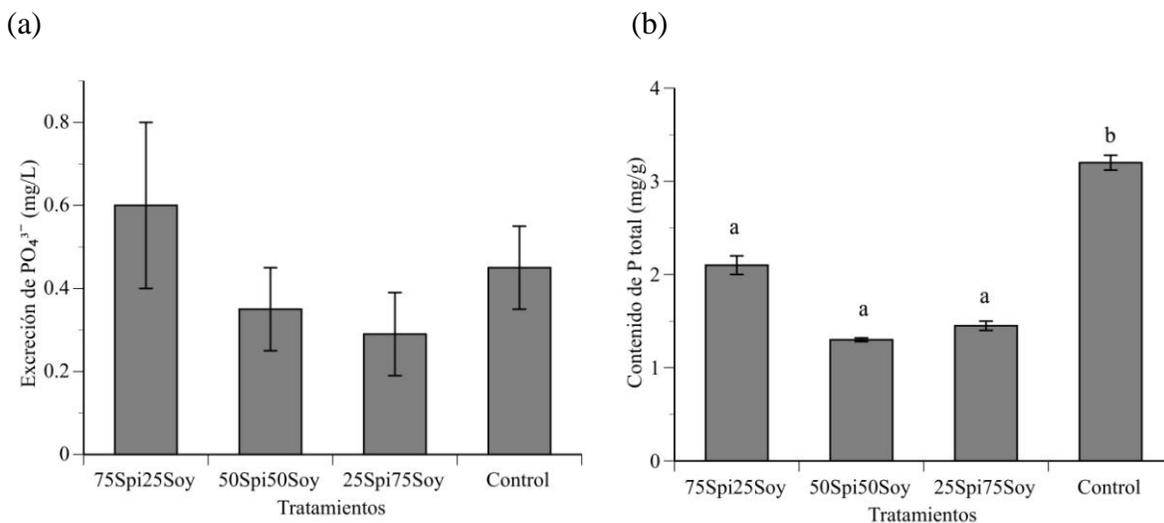


Figura 5. Excreción de P en orina (a) y contenido de P en heces (b) de juveniles de trucha arco iris alimentados con sustituciones totales de la harina de pescado con harina de soya y polvo de *Spirulina*. Letras distintas entre las columnas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Datos tomados de Hernandez *et al.* (2012).

(a)

(b)

Hernández, L. y M. Fernández. 2013. Fuentes de Proteína Alternativas para Dietas de Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). En: Cruz-Suárez, L.E., Rique-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M.G., Villarreal-Cavazos, D. A., Gamboa-Delgado, J., Alvarez-González, C. (Eds). Contribuciones Recientes en Alimentación y Nutrición Acuicola, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, pp. 49-65.

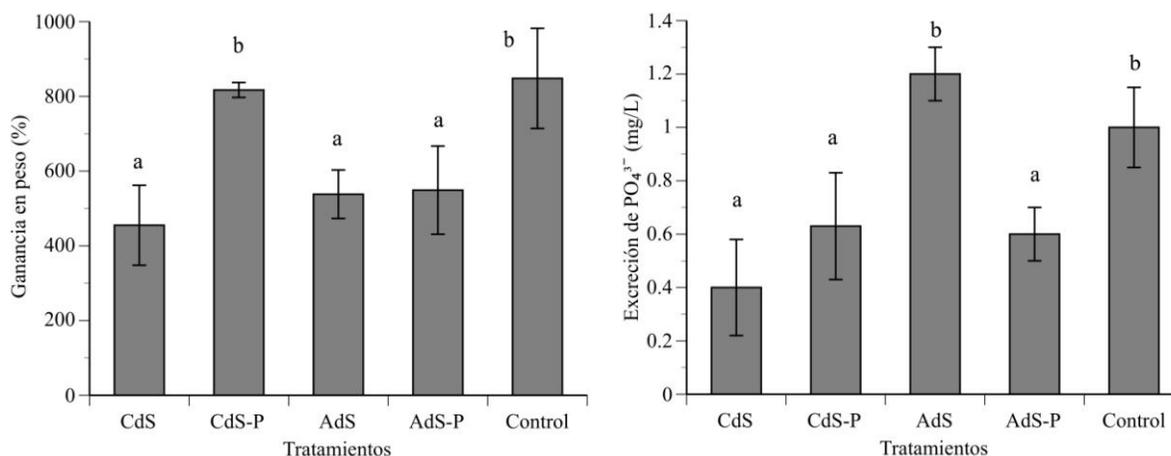


Figura 6. Crecimiento expresado en ganancia en peso (a) y excreción metabólica de P (b) de juveniles de trucha arco iris (peso inicial = 11.5 g) alimentados con dietas con aislado o concentrado de proteína de soja. Letras diferentes entre las columnas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

### Pruebas piloto en granjas

Hasta el momento se han realizado dos pruebas piloto en una granja del Municipio de Amanalco de Becerra, Estado de México con diferentes formulaciones. La primera prueba se realizó con las dietas descritas en la Tabla 4, con organismos de peso inicial de  $2.8 \pm 0.1$  g y cada dieta de dio a grupos por triplicado de 65 peces por un periodo inicial de 75 días. Al termino de tiempo, se observó una tendencia de valores más altos en los organismos alimentados con la dietas con la proteína de origen vegetal (Figura 7 a). El contenido de P total es más bajo en las heces de las truchas alimentadas con las dietas con harina de soja (Figura 7 b).

(a)

(b)

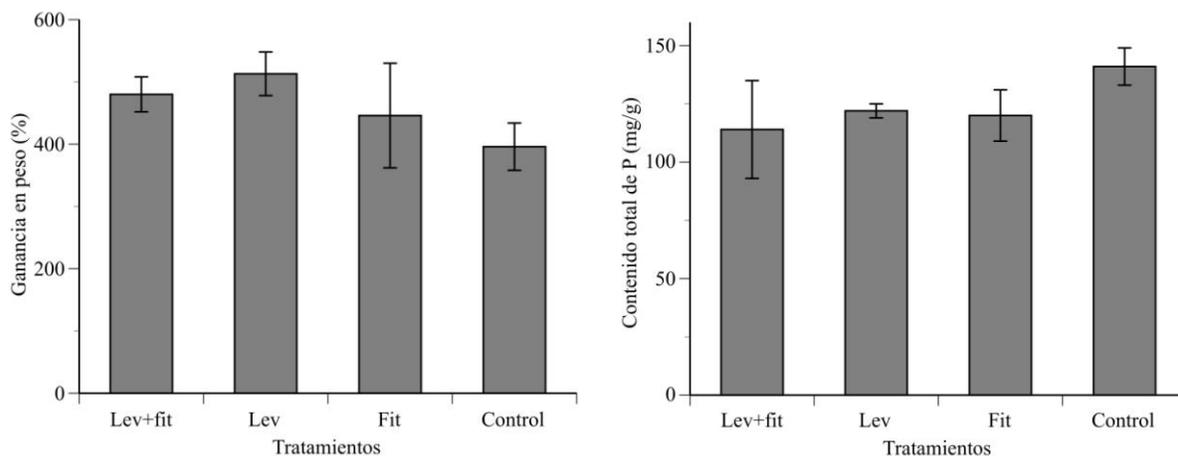


Figura 7. Crecimiento expresado en ganancia en peso (a) y excreción metabólica de P (b) de juveniles de trucha arcoiris alimentados con dietas con harina de soya más la adición de levadura y/o fitasa bajo condiciones prácticas de cultivo.

En la segunda prueba se utilizaron dos dietas con concentrado de proteína de soya como fuente principal de proteína (Tabla 8). Grupos por triplicado de 350 organismos con un peso inicial de  $3.5 \pm 0.1$  g se alimentaron con las dietas por un periodo de 130 días. Los resultados de crecimiento muestran (Tabla 9) que los organismos alimentados con las dietas sin harina de pescado mostraron valores significativamente más bajos que los observados en los organismos alimentados con una dieta comercial. A pesar de ello, el uso del concentrado de soya puede ser un ingrediente útil para las dietas prácticas, ya que los valores del factor de condición (Tabla 9) indican un desarrollo normal.

Tabla 8. Formulaciones de las dietas con concentrado de proteína de soya para trucha arco iris en condiciones prácticas de cultivo en granja.

Ingredientes (g/kg)	Dieta 1	Dieta 2
Concentrado de proteína de soya	645.1	483.8
Harina de soya	0	170
Proteasa	0.8	0.8
Fitasa	0.0	0.8
DL-Metionina	0.07	0.07
Otros	295	290
$\alpha$ -celulosa	59.03	54.53

Tabla 9. Crecimiento registrado y factores de condición (K) en juveniles alimentados con dietas con sustituciones totales de la harina de pescado con concentrado de proteína de soya en condiciones prácticas de cultivo durante 130 días. Letras diferentes entre las columnas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

Tratamiento	Ganancia en peso (%) <sup>1</sup>	Tasa de crecimiento específico (%/day) <sup>2</sup>	K <sup>3</sup>
Dieta 1	1,843a	1.13ab	1.05a
Dieta 2	1,670a	1.08a	0.90b
Comercial	2,493b	1.22b	0.94ab

<sup>1</sup>GP = ((Peso final – peso inicial) / peso inicial) x 100

<sup>2</sup>TCE = ((ln peso final – ln peso inicial) / 50) x 100

<sup>3</sup>K = ((peso/longitud total<sup>3</sup>) x 100)

## Conclusiones

Estos resultados han permitido establecer que la utilización de fuentes alternativas de proteína es posible, incluso en altos niveles de sustitución en las dietas para trucha arco iris. El crecimiento es, en la mayoría de los casos, similar al observado para los organismos alimentados con las dietas con 100% de harina de pescado o comerciales. De igual forma, la excreción de P metabólico se reduce y algunos resultados de las pruebas, indican que el

contenido de P en las heces también es mas bajo que el observado en las heces de los peces alimentado con dietas al 100% de harina de pescado o comerciales.

El Laboratorio continua con la investigación sobre el desarrollo de formulaciones y actualmente se prueban dietas con una base de proteínas de origen vegetal (hasta 75% de sustitución de la harina de pescado) y la sustitución parcial y total del aceite de pescado con una mezcla 1:1 de aceite de soya y linaza, así como la incorporación de metionina y taurina a las dietas. Así mismo, se empiezan a realizar más pruebas de alimentación en otras granjas con nueva formulaciones con el fin de mejorar el crecimiento y el bienestar de los organismos.

### **Agradecimientos**

El presente proyecto se realizó con el apoyo del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica de la UNAM, proyecto RR290112 (2013). Se agradece también a DSM Nutritional Products de México S.A de C.V y a Evonik México S.A. de C.V. por su apoyo con ingredientes para la elaboración de las dietas.

## Referencias

- Bergheim, A., Sveier, H. (1995) Replacement of fish meal in salmonid diets by soy meal reduces phosphorus excretion. *Aquaculture International*, 3: 265-268.
- Cruz, C.A.C., Hernández, H.L.H., Fernández, A.M.A., Ramírez, P.T., Angeles, L.O. (2011) Effects of diets with soybean meal on the growth, digestibility, phosphorus and nitrogen excretion of juveniles rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Hidrobiológica*, 21: 118-125
- CONAPESCA-SAGARPA. (2011) Anuario estadístico de pesca 2008. CONAPESCA. México. 265 pp.
- Drew, M.D., Racz, V.J., Gauthier, R., Thiessen, D.L. (2005) Effect of adding protease to coextruded flax:pea or canola:pea products on nutrient digestibility and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Animal Feed Science and Technology*, 119, 117-128.
- FAO. 2012 The state of world fisheries and aquaculture 2006. FAO. Rome, Italy. 180 pp.
- FAO. 2007. Food Outlook, global market analysis. FAO. Rome Italy. 91 pp. (<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ah876e/ah876e00.pdf>)
- Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krodahi, Å., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., Souza, E.J., Stone, D., Wilson, R., Wurtele, E. (2007) Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research*, 38, 551-579.
- Glencross, B., Hawkins, W. (2004) A comparison of the digestibility of lupin (*Lupinus sp.*) kernel meals as dietary protein resources when fed to either, rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* or red seabream, *Pagrus auratus*. *Aquaculture Nutrition*, 10, 65-73.
- Hemre, G.-I., Sanden, M., Bekke-Mikkelsen, A.M., Sagstad, A. y Krogdahl, Å. (2005) Growth, feed utilization and health of Atlantic salmon *Salmo salar* L. fed genetically modified compared to non-modified commercial hybrid soybeans. *Aquaculture Nutrition*, 11, 157-167.
- Hernández, F.G., Hernández H.L.H., Fernández, A.M.A., Angeles, L.O. (2012) Effects of total replacement of fishmeal with mixtures of *Spirulina* powder and soybean meal as protein sources on the juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) diets. *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, IJA\_64.2012.790, 8 pages.
- McCallum, I., Newell, W., Cruz-Suarez, L.E., RicqueMarie, D., Tapia-Salazar, M., Davis, A., Thiessen, D., Campbell, L., Willerer, A. O. M., Phillips, C. y Hickling, D. (2000) Uso de arvejón (feed pea, chicharo) *Pisum sativum* en alimentos para camarones (*Litopenaeus stylirostris* y *L. vannamei*), tilapia (*Oreochromis niloticus*) y trucha (*Oncorhynchus mykiss*). En: Cruz -Suárez, L.E., Ricque Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A., Civera-Cerecedo, R. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán.

- Sajjadi, M., Carter, C.G. (2004) Effect of phytic acid and phytase on feed intake, growth, digestibility and trypsin activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.). *Aquaculture Nutrition* 10, 135- 142
- Storebakken, T., Shearer, K.D., Roem, A.J. (2000) Growth, uptake and retention of nitrogen and phosphorus and adsorption of other minerals in Atlantic salmon *Salmo salar* fed diets with fish meal and soy-protein concentrate as the main sources of protein. *Aquaculture Nutrition* 6, 103-108.
- Thiessen, D.L., Maenz, D.D., Newkirk, R.W., Classen, H.L., Drew, M.D. 2004. Replacement of fishmeal by canola protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition* 10, 379-388.