



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

PROCEEDINGS
OF THE
33rd ANNUAL MEETING

6-12 July 1997

Proceedings Edited
by
Nelson Semidey and Lucas N. Aviles

Published by the Caribbean Food Crops Society

SUBPRODUCTOS DE LA DESTILACIÓN DEL RON COMO FUENTE POTENCIAL DE PROTEÍNA PARA LA NUTRICIÓN DE PECES

A. Sanjuan-Marmolejo y J. M. Kubaryk, Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico, PO Box 5000, Mayagüez, PR 00681-5000.

RESUMEN. El desarrollo económico y demográfico a nivel mundial ha originado serios problemas de contaminación, resultado de un aumento en las descargas de desechos hacia el ambiente, destruyendo los ecosistemas costeros, principal fuente de alimento proteico. Una alternativa para la utilización de estos desechos podría ser a través de su utilización biológica en acuicultura. Subproductos de la destilación del ron Bacardi (BDS) se evaluaron como una fuente de proteína alterna en dietas para tilapia. Los experimentos se realizaron para determinar los efectos de la incorporación progresiva de BDS en dietas para tilapia mediante la sustitución de harina de soya (HS). En el primer experimento, en acuarios de vidrio, los peces alimentados con la dieta 100% BDS presentaron los menores índices de crecimiento y utilización de alimento; estos factores fueron significativamente mayores ($P < 0.05$) para las dietas 0%(control) y 80% BDS. Tilapia cultivada en jaulas con la dieta 80% BDS obtuvo una mayor ganancia de peso, razón de crecimiento diario y mejor tasa de conversión de alimento con respecto a la dieta control, aunque no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$). Tilapia criada en estanques, alimentada con la dieta 0% BDS obtuvo una ligeramente mayor ($P > 0.05$) utilización de alimento comparada con la alimentada con la dieta 80% BDS.

Se concluyó que BDS es un ingrediente potencial, seguro, capaz de sustituir el 80% de harina de soya, en dietas para tilapia, sin causar efectos negativos en la utilización de alimento, crecimiento, composición corporal y calidad de agua.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es uno de los sistemas de producción de mayor crecimiento global. Este desarrollo ha sido impulsado principalmente por el aumento en la demanda de productos marinos y el crecimiento de la población; al tiempo que las 17 mayores áreas de pesca del mundo han alcanzado o excedido sus límites naturales. (Platt, 1994).

La acuicultura intensiva se ha convertido en una práctica industrial que con frecuencia incorpora nuevas tecnologías en todas sus etapas operacionales. Desde el punto de vista económico, el costo de alimento (entre el 40 y 60% de los costos totales de producción) se presenta como el gran limitante de una mayor expansión (FAO, 1983). Desde el punto de vista nutricional, se ha establecido que en todas las dietas de peces, independiente de la especie, la proteína es cuantitativamente el constituyente más importante (30 a 60% de la dieta) y las harinas de pescado y soya permanecen como las mayores fuentes de proteína (Kaushik, 1990). Sin embargo, predicciones de aumentos sin precedentes en su precio estimulan la búsqueda de fuentes de proteína alternas que mantengan lucrativas las operaciones acuícolas (Lovell, 1996). Una extensa variedad de posibles insumos ha sido evaluada aunque son pocos los que presentan un potencial real como alternativas proteicas para la acuicultura.

Por otra parte, dos de los mayores problemas que enfrentará la humanidad con la proximidad del siglo XXI son la necesidad de proveer un suministro adecuado de alimentos y

la disposición satisfactoria de la gran cantidad de desechos agrícolas, industriales y domésticos; cuyas descargas hacia el ambiente destruyen los ecosistemas costeros, principal fuente de alimento proteico (Chan, 1993). Puerto Rico no es ajeno a esta realidad; no obstante, la oportunidad de resolver estos problemas requiere del desarrollo de tecnologías adecuadas a las necesidades y recursos de la isla, que permitan el uso eficiente de sus desechos como materia prima.

Una alternativa para el uso de desechos podría ser a través de su utilización en acuicultura, la acuicultura no es un esfuerzo nuevo; sin embargo, es relativamente reciente la idea de incorporarla a la industria para aliviar serios problemas de contaminación. El uso de tales desechos promete el doble beneficio de un ambiente limpio y un incremento en la producción de alimentos (Huguenin, 1977).

La industria licorera genera una enorme cantidad de desechos, con numerosas plantas productoras distribuidas en todas las latitudes. Estos desechos resultan de un proceso de digestión anaerobia y representan un ingrediente potencial para ser usados en acuicultura (Chan, 1993). Se han realizado algunos ensayos nutricionales con subproductos de la industria del ron en la cría de tilapia (Stix, 1991), y los resultados indican que puede ser una alternativa proteica para la acuicultura.

El propósito de esta serie de estudios fue establecer el mejor nivel de sustitución de harina de soya por subproductos de la destilación del ron en dietas para tilapia, mediante experimentos desarrollados para avanzar en el entendimiento de una nueva tecnología de reutilización de desechos.

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

INSUMOS	DIETAS					
	0% BDS	20% BDS	40% BDS	60% BDS	80% BDS	100% BDS
%de sustitución de						
soya por BDS	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00
Harina de pescado	29.00	29.50	30.00	30.50	31.00	31.50
Harina de maiz	25.00	26.50	28.00	29.50	31.00	32.50
Harina de soya	25.00	20.00	15.00	10.00	5.00	0.00
Harina de trigo	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Harina de alfalfa	10.00	8.00	6.00	4.00	2.00	0.00
BDS	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00
Premezcla (1)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00

MATERIALES Y MÉTODOS

El primer experimento se llevo a cabo para establecer el mejor nivel sustitución de harina de soya (HS) por subproductos de la destilación del ron (BDS). Se utilizaron dietas isocalóricas (4.5 Kcal/g) e isonitrogenadas (30% de proteína bruta) de acuerdo con las recomendaciones de Jauncey y Ross (1982). BDS sustituyo progresivamente la proteína suplida por HS (25% de la dieta) en niveles de 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, y 100% (Tabla 1).

La composición proximal de las dietas fue determinada mediante los métodos descritos por AOAC (1990). El subproducto se obtuvo a través de un sistema innovador de tratamiento anaerobio, en el cual una mezcla de bacterias reducen el contenido de materia orgánica del mosto generándose metano (combustible) y proteína microbiana, a expensas del sustrato (Szendrey, 1984). Finalizado este proceso, el residuo es centrifugado y secado a ciertas condiciones de temperatura y presión para facilitar el rompimiento de paredes celulares y garantizar la disponibilidad de proteína microbiana (Sanjuan, 1996).

El experimento se realizó en acuarios de vidrio de 60 l de capacidad, sembrando *Oreochromis niloticus* con un peso promedio de 7.7 ± 0.5 g a una densidad de ocho por acuario. El alimento se suministró a una razón del 5% del peso diario de la biomasa total, ajustada semanalmente de acuerdo con la ganancia de peso determinada. Los peces fueron alimentados una vez al día, seis veces por semana por espacio de 9 semanas. Transcurridos 30 minutos del periodo de alimentación, el alimento no consumido fue retirado de cada acuario, secado y pesado. Las heces fueron removidas dos horas después de alimentar, secadas y pesadas. Los peces se mantuvieron bajo un régimen de fotoperíodo 12 horas luz : 12 horas oscuridad. Se suministró aireación constante y un flujo de agua de 1 ml/s. Los parámetros de calidad de agua se registraron tres veces por semana.

En el segundo y tercer estudio se utilizaron las dietas con los mejores resultados en el experimento previo, 80% BDS frente a 0% BDS. En el segundo experimento se emplearon juveniles de un híbrido rojo de tilapia de 194.5 ± 3.95 g sembrados en jaulas a una densidad de 100/jaula. Los peces fueron alimentados una vez al día durante 123 días. La razón de alimentación inicial fue de 3% y disminuyó paulatinamente hasta 1.5% al final del experimento de acuerdo con la ganancia de peso ajustada cada cuatro semanas. La temperatura del agua, valores de oxígeno disuelto y pH fueron medidos por lo menos tres veces por semana durante la realización del estudio.

En el tercer estudio tilapia de 17 g de peso promedio fue sembrada en estanques de tierra de 200 m^2 a una razón de 1 pez/ m^2 con tres replicas por tratamiento. Los peces fueron alimentados una vez al día durante 153 días, con una razón inicial de 5% del peso corporal y fue ajustada progresivamente hasta 2.2% en los últimos 30 días del experimento. Los parámetros de calidad de agua se midieron por lo menos tres veces por semana durante la duración del estudio.

Antes y al final de cada estudio se seleccionaron peces al azar para determinar variaciones en la composición corporal, proteína, grasa, ceniza y humedad se analizaron de acuerdo con los métodos descritos por AOAC (1990). Se determinó crecimiento y los parámetros de utilización de alimento para cada uno de los estudios realizados. Los resultados fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANOVA) y las medias de tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de amplitud múltiple de Duncan (Steel y Torrie, 1992), para evaluar las diferencias específicas entre tratamientos.

RESULTADOS

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 2 y la Figura 1, y debido al hecho que no hubo mortalidad durante este estudio, se puede inferir que la incorporación de BDS, por lo menos hasta un 25% del alimento para tilapia, puede llevarse a cabo sin ningún efecto tóxico para los peces. La menor ganancia de peso y conversión de alimento correspondió a

los peces alimentados con la dieta 100% BDS, significativamente ($P < 0.05$) diferente a todos los demás tratamientos, probablemente indicando un límite de incorporación superior de BDS en dietas para tilapia. Sin embargo, debido a que el consumo y crecimiento continuaron durante el estudio para estos peces, indican que aún a este nivel, 25% de la dieta, tilapia es capaz de utilizar BDS. La mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia correspondió a las dietas 0% y 80% BDS, no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) entre estas dos dietas. No obstante, fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$) con respecto a los demás tratamientos.

Tabla 2. Efectos de la sustitución de harina de soya por BDS en la utilización de alimento por *O. niloticus*.

Dieta	Ganancia de peso promedio/pez (g)	Consumo de alimento (g)	Tasa de conversión (g/g)
CONTROL	8.27±0.29a	179.86±1.10a	2.72±0.08b
20%	6.99±0.58b	159.63±4.68c	2.86±0.16b
40%	7.00±0.09b	170.31±1.77a	3.04±0.01b
60%	5.76±0.31c	154.40±5.2c	3.35±0.07b
80%	7.85±0.23a	169.08±1.87b	2.69±0.11b
100%	3.13±0.29d	139.54±1.62d	5.59±0.59a

Medias ± DS para dos réplicas. Valores en la misma columna que comparten las mismas letras no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

El consumo de alimento fue significativamente afectado ($P < 0.05$) por la incorporación de BDS. El mayor nivel de consumo correspondió a la dieta 0% BDS. Sin embargo, no se presentó una estrecha relación con respecto a los niveles de inclusión de BDS debido a que las dietas 40% y 80% BDS resultaron en un consumo significativamente mayor ($P < 0.05$) frente a los peces alimentados con las dietas 20% y 60% BDS. Las diferencias en el consumo de alimento no pueden ser explicadas como un efecto negativo de BDS en la palatabilidad de la dieta ya que los peces alimentados con la dieta 25% BDS exhibieron una fuerte respuesta de consumo pero su conversión alimenticia fue significativamente menor ($P < 0.05$) a las demás dietas.

La composición corporal de tilapia alimentada con las dietas con 0, 5, 10, 15, 20 y 25% BDS (Tabla 3) muestra que no hubo diferencias ($P > 0.05$) entre los peces alimentados con las diferentes dietas. La dieta control (0% BDS) y la dieta 80% BDS fueron similares con respecto a ganancia de proteína, razón de eficiencia proteica, y ganancia de lípidos.

La Figura 2 demuestra que la sustitución del 80% de HS por BDS produce un efecto positivo en el crecimiento de tilapia criada en jaula. Los peces alimentados con la dieta 80% BDS alcanzaron un peso promedio final de 471.7 g frente a 464.3 g de la dieta control. Lo anterior representa razones de crecimiento diario de 2.33 y 2.20 g/día para 80 y 0% BDS, respectivamente. La composición corporal de tilapia en jaulas no fue significativamente diferente ($p > 0.05$) para ninguno de los parámetros determinados. Los filetes de los peces alimentados con la dieta 80% BDS presentaron un ligeramente mayor contenido de proteína (20.71 vs. 20.15%), una levemente menor humedad (77.05 vs. 77.46%), lípidos (1.34 vs.

1.48), y un contenido de ceniza similar (0.90 vs. 0.91). El análisis sensorial de estos peces indica que BDS no imparte un sabor diferente a tilapia (Kubaryk et al, 1997).

Tabla 3. Análisis proximal de *O. niloticus* al final del experimento.

Dieta	Humedad (%)	Materia seca (%)	Proteína (%)	Lípido (%)	Ceniza (%)
Control	74.48±0.25	25.52±0.25	16.28±0.27	3.60±0.26	5.63±0.24
1	75.05±1.09	24.94±1.09	14.83±1.15	4.49±0.32	5.62±0.26
2	74.25±0.09	25.75±0.09	15.19±0.05	4.97±0.24	5.59±0.10
3	74.52±0.44	25.48±0.44	15.25±0.26	4.82±0.14	5.34±0.12
4	74.68±0.07	25.32±0.07	16.59±0.29	3.59±0.19	5.13±0.02
5	75.64±0.26	24.36±0.26	14.02±0.01	5.06±0.48	5.27±0.22

Medias ±DE. Valores son medias de dos réplicas.

El crecimiento de tilapia en estanques de tierra alimentada con la dieta 80% BDS fue ligeramente menor 355.7 g comparada con 364.4 g de la dieta 0% BDS (figura 3). Esto representa razones de crecimiento diario de 2.21 para 80% BDS y 2.27 g/día para 0% BDS. No hubo diferencias ($P>0.05$) en cuanto a la composición corporal de tilapia. Los valores de proteína, lípido, ceniza y humedad de los peces fueron 19.98 vs. 20.04%; 1.41 vs 1.69%; 0.92 vs. 0.93% y 77.69 vs. 77.34 para las dietas 80 y 0% BDS, respectivamente. Un factor para destacar es la baja mortalidad observada 14% para la dieta 80% BDS y 17% para 0% BDS. Debido a que los estanques estuvieron cubiertos para evitar la depredación por parte de las aves, la mortalidad observada se limita a causas naturales.

Los parámetros de calidad de agua registrados fueron óptimos para el crecimiento normal de los peces de acuerdo con las indicaciones de Boyd y Tucker (1992). Sin embargo, niveles de oxígeno inferiores a 2 ppm se registraron cuando la cantidad de alimento excedió 100Kg/ha/día. Recomendaciones para una producción semi-intensiva segura de bagre de canal sugieren de 34 a 45 Kg/ha/día (Swingle, 1968; Shell, 1968) y cuando se alcanzan los 78 Kg/ha/día los niveles de oxígeno disuelto disminuyen por debajo de 2 mg/l, reduciendo la razón de crecimiento y aumentando los niveles de mortalidad (Boyd y Tucker, 1992). No obstante, los niveles de oxígeno disuelto y mortalidad no fueron afectados.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante la investigación desarrollada en la búsqueda de optimizar el crecimiento de tilapia y minimizar los costos de producción demuestran que BDS puede sustituir el 80% de HS sin causar efectos negativos en el crecimiento de tilapia. Las razones de crecimiento diario fueron de 2.21 y 2.27 g/día para 80% y 0% BDS, respectivamente, son similares a las encontradas en la literatura para tilapia criada en jaulas utilizando dietas completas (Liao y Chen, 1983; Lim, 1989). Debido a que en el experimento realizado en jaulas, estas se encontraban adyacentes unas a otras en un mismo estanque y que la influencia del alimento natural en el crecimiento de tilapia fue similar para todas las jaulas,

se puede afirmar que la sustitución de la HS por BDS no afecta la utilización de alimento. El análisis proximal de los peces demuestra que BDS puede ser utilizado en dietas para tilapia sin causar cambios en la composición corporal de tilapia. Además, la evaluación sensorial de estos peces indica que BDS no imparte ninguna característica adversa al sabor de tilapia, de tal forma que su utilización en la acuicultura comercial dependerá probablemente de su disponibilidad y precio, y no de los parámetros inherentes a la producción de tilapia.

El asegurar condiciones óptimas de calidad de agua evita la acumulación de desechos que puedan producir un efecto tóxico directo en los animales (Spotte, 1970). La eficacia de utilización energético-nutritiva de la dieta puede ser notablemente afectada por los índices de calidad de agua (De la Higuera, 1987). Debido a que los índices de mortalidad y los niveles de oxígeno disuelto no fueron afectados por la incorporación de BDS, las técnicas de manejo de estanques no deberían ser cambiadas cuando BDS sustituye el 80% de la harina de soya en dietas para tilapia.

Las razones de crecimiento diario de 2.21 y 2.27 g/día para 80% y 0% BDS son similares a las encontradas en la literatura para tilapia creciendo en estanques con dietas completas (Sarig y Arieli, 1980; Campbell, 1982; Jauncey y Ross 1982). Estos resultados sostienen la posibilidad de utilizar BDS como una fuente de proteína capaz de sustituir la harina de soya en niveles de incorporación de hasta un 20% del total de la dieta. Otros estudios han permitido sustituir parcialmente harina de pescado por desechos de la industria cervecera, con resultados positivos con respecto a la utilización de alimento (Chan, 1993). Stix (1991) logró un buen crecimiento de tilapia empleando subproductos de la destilación del ron, secos, mezclados con harina de soya y pescado. Sanjuan (1996) demostró, mediante experiencias realizadas en acuario, que BDS puede sustituir hasta el 60% de HS en dietas para *P. vannamei* con un contenido de proteína de 41.3%, indicando posiblemente diferencias en la utilización de proteína de acuerdo con los requerimientos nutricionales de cada especie.

CONCLUSIONES

La tecnología apropiada para alcanzar mayores niveles de producción acuícola a nivel mundial podría requerir la combinación de estrategias de cultivo con el fin de obtener beneficios sociales y económicos sin causar daños al ambiente.

La producción de BDS como un sustituto de HS en dietas para animales acuáticos surge como una innovación tecnológica capaz de compensar la demanda de HS, la cual excede la capacidad de producción agrícola (FAO, 1993). BDS es un ingrediente seguro para tilapia que puede sustituir el 80% de la HS en dietas comerciales para tilapia, sin afectar el crecimiento, utilización de alimento y sin producir cambios en la composición corporal. Además, la inclusión de BDS en un 80% de sustitución evaluada en dos sistemas de producción de tilapia aparentemente tiene poco o ningún efecto en los parámetros de calidad de agua registrados. Por lo anterior, BDS aparece como una fuente de proteína potencial como sustituto de HS en dietas para organismos acuáticos.

Estudios recientes (Sanjuan, 1996; Kubaryk et al., 1997), han logrado aumentar el nivel de proteína de BDS de su contenido inicial (33.3%) hasta 44.4%, permitiendo clasificarlo como una alta fuente de proteína. Lo anterior, permitiría evaluar la sustitución de otras fuentes de proteína tradicionalmente empleadas y de menor disponibilidad en otras regiones geográficas con potencial para el desarrollo de la acuicultura. La implementación de esta

tecnología contribuiría a optimizar la producción de alimento y energía, a través de un reciclaje completo de desechos integrado a la producción de alimentos y energía.

REFERENCIAS

- AOAC. 1990. *Officials Methods of Analysis*. Williams, J. (ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 1114 p.
- Boyd, C. and C. Tucker. 1992. *Water quality and Pond Soil Analysis for Aquaculture*. Auburn University, Agric. Experimental station, Auburn, AL, 183 pp.
- Campbell, D. 1985. Large scale cage farming of *Sarotherodon niloticus*. *Aquaculture*, 48:57-69.
- Chan, G. 1993. Aquaculture, ecological engineering: Lessons from China. *Ambio.*, 22: 491-494.
- De la Higuera, M. 1987. En: Espinosa J. y U. Labrata (eds.). pp. 295-315. *Diseños y métodos experimentales de evaluación de dietas. Alimentación en acuicultura*. Madrid, España.
- FAO. 1983. Fish and feeding in developing countries. UNDPL/FAO, ADCP/REP. 83: 18-97.
- FAO. 1993. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Production Yearbook, 1992*, Fao, Rome.
- FAO. Fishery Information, Data and Statistics Service. 1994. *Aquaculture production 1986-1992*. FAO Fisheries Circular, 815 (rev.6): 216 pp.
- Huguenin, J. 1977. Marketing issues related to waste-grown aquatic foods. *Environ. Management*, 1 (5): 433-440.
- Jauncey, K and B. Ross. 1982. *A Guide to Tilapia Feed and Feeding*. University of Stirling, Stirling, England. 111pp.
- Kaushik, A. 1990. Use of alternative protein source for the intensive rearing of carnivorous fish. En: Flos, R. Tort, L. and P. Torres. (eds.). pp. 125-136. *Mediterranean Aquaculture*. London, England.
- Kubaryk, M., Szendrey, L. and A. Sanjuan. 1997. Replacement value of bacardi dried solids for soybean meal in diets for tilapia and the saltwater shrimp, *Panaeus vannamei*. (*In press*)
- Liao, I. And T. Chen. 1983. Status and prospects of tilapia culture in Taiwan. En: Fishelson, L. and Z. Yaron (compilers). *International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. pp. 588-598. Tel Aviv University, Israel.
- Lim, C. 1989. Practical feeding-tilapias. En: Lovell, T. (ed). pp 163-177. *Nutrition and Feeding of Fish*. Van Nostrand Reinhold Publishing, New York, USA.
- Lovell, R. 1989. *Nutrition and Feeding of Fish*. Van Nostrand Reinhold Publishing. New York, USA, 260 pp.
- Lovell, R. 1996. High feed prices in 1996 will affect feeding strategies. *Aquaculture Magazine*, 22 (4): 95-97.
- Platt, A. 1994. Fish catch stable. En: Brown, A., Kane, H. and D. Roodman (eds.). *Vital Signs 1994: The Trends that are Shaping our Future*. pp. 32-33. Woldwatch Institute, W. W. Norton & Company, N.Y.
- Sanjuan. A. 1996. Efectos de la Sustitución de la Harina de Soya por Subproductos de la

Destilación del Ron en Dietas Aplicadas a Tilapia (*Oreochromis niloticus*) y el Híbrido Rojo *O. mossambicus* x *O. niloticus*. Tesis de Maestría. Universidad de Puerto Rico. RUM. 64 pp.

- Sarig, S. and A. Arieli. 1980. Growth capacity of tilapia in intensive culture. *Bamidgeh*, 32:57-65
- Shell, E. 1968. Feeds and feeding of warm-water fish in North America. En: *Proceedings of the World Symposium on Warm-water Pond Fish Culture*, vol 3. Rome: FAO United Nations. pp. 310-325.
- Spotte, S. 1970. *Fish and Invertebrate Culture Water Management in Closed System*. Wiley-Interscience, New York, NY, 160 pp.
- Swingle, H. 1958. Experiments on the growth of the fingerling channel catfish to marketable size in ponds. *Proc. SE Assoc. Game Fish Comm.*, 12: 63-72.
- Szendrey, L. 1984. Anaerobic treatment of fermentation wastewaters. *Environmental Progress*, 3(4): 222-228.
- Steel, R. and J. Torrie. 1992. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. McGraw-Hill (eds.). Mexico, 622 pp.
- Stix, G. 1991. Firewater fish: A distiller looks for diversity in aquaculture. *Sci. American*, 265:99-100.

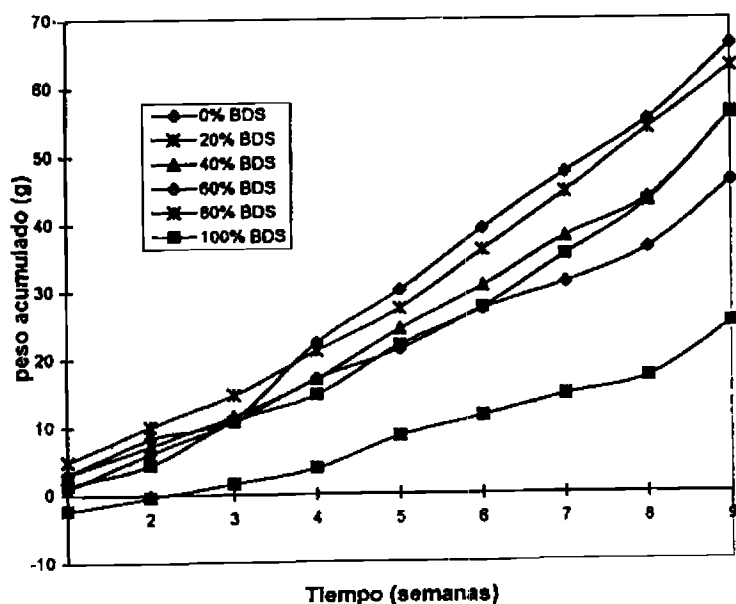


Figura 1. Efecto de la sustitución de harina de soya por BDS sobre la ganancia de peso acumulado de *O. niloticus*

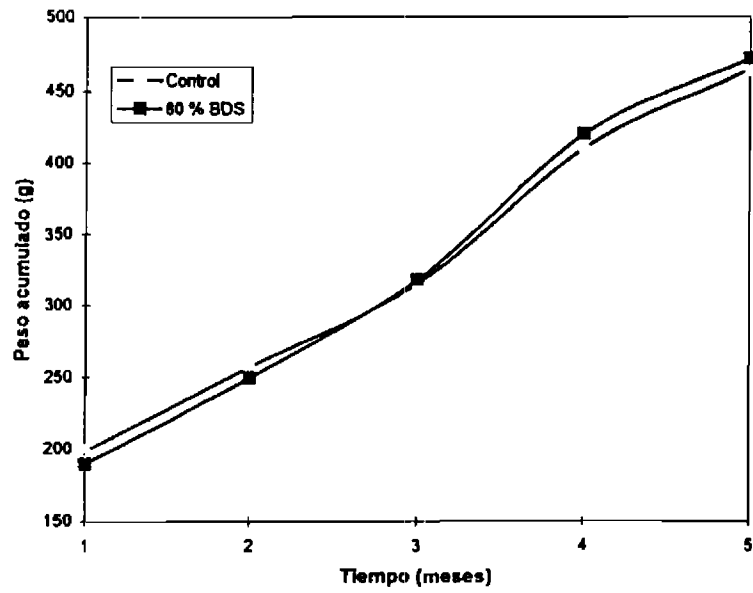


Figura 2. Efecto de la sustitución de harina de soya por BDS en la ganancia de peso del híbrido rojo *O. mossambicus x O. niloticus*

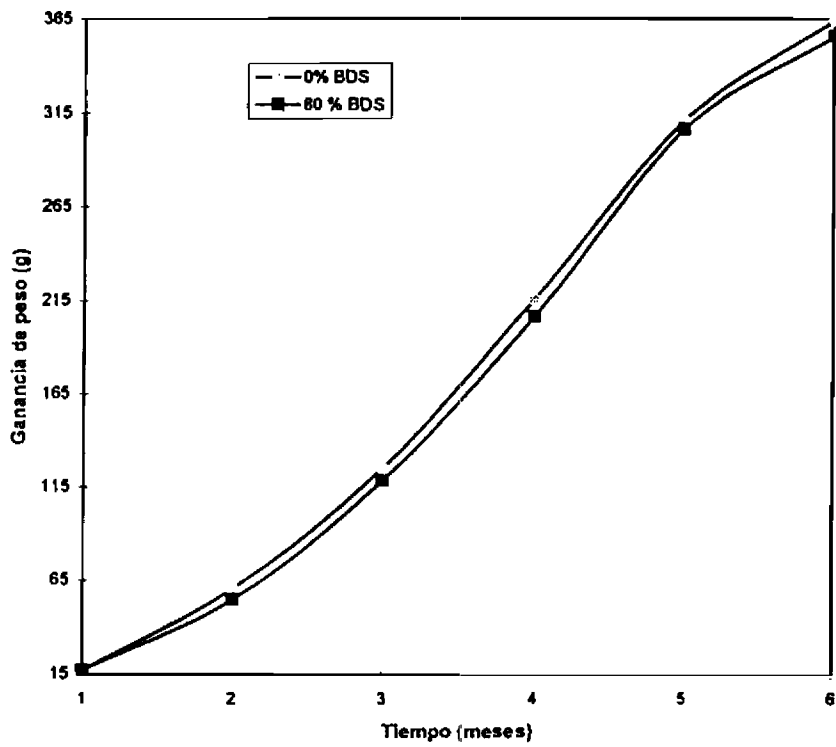


Figura 3. Efecto de la sustitución de harina de soya por BDS en la ganancia de peso del híbrido rojo de tilapia