

Utilización de ensilado ácido, harinas de soja y pluma en diferentes dietas utilizadas en la primera fase de engorde de pacú (*Piaractus mesopotamicus*).*

Wicki Gustavo¹, Rossi Fernando¹, Martin Sebastián¹, Panné Huidobro Santiago² y Luchini Laura².

¹ Centro Nacional de Desarrollo Acuícola - CENADAC.

² Dirección de Acuicultura, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos - SAGPyA.

Resumen

El pacú (*Piaractus mesopotamicus*) es considerado un pez omnívoro con tendencia herbívora, por tal motivo es factible suponer que puede ser alimentado con dietas con un bajo contenido de harina de pescado, la cual representa un alto costo productivo. Este estudio analiza la posibilidad de utilizar alimentos con diferentes ingredientes durante la primera fase de engorde (peces de 40-50 g), comparándose dietas con bajo contenido de esta harina con otras sin este insumo. Las experiencias fueron desarrolladas en el Centro Nacional de Desarrollo de Acuicultura en el subtropico argentino, en sistema semiintensivo en estanques excavados, con una duración de 178 días. Los peces con un peso promedio inicial de 50 g fueron sembrados a una densidad inicial de 0,2 ind/m². Las fórmulas se denominaron "Soja", "Pluma", "Ensilado" y "Control". A la terminación de la experiencia se registraron pesos promedios entre 570 y 670 g, mostrando menor crecimiento los lotes que consumieron la ración denominada "Ensilado", mientras que los que mostraron mayor incremento fueron los alimentados con las dietas "Pluma" y "Control". Se observaron diferencias entre los FCR obtenidos, resultando la dieta "Control" significativamente más eficiente (FCR 1,46) respecto a los demás (FCR entre 1,64 y 1,8). En cuanto a los costos de producción obtenidos con las raciones utilizadas, los resultados indican que resulta más económico utilizar la dieta "Control" de mayor costo pero mejor conversión, no encontrándose una acusada diferencia respecto de la dieta "Ensilado" que ocupa el segundo lugar en relación costo –beneficio.

Utilization of acid silage, soy and feather meal in diferents diets used in the first phase of grow of pacu (*Piaractus mesopotamicus*).

Summary

The pacu (*Piaractus mesopotamicus*) is considered an omnivorous fish with trend to herbivorous, for that reason it is feasible to suppose that it can be fed with diets with a low content of fish meal, which represent a high productive cost. This study evaluate the possibility of use food with differents ingredients for the first grow phase (fish of 40 – 50 g), compared with diets with a low content or without fish meal. The experiencies were carried out at the National Center of Aquaculture Development in the Argentine subtropical region, in a semiintensive culture in excavated ponds, for 178 days. Fish with an inicial mean weight of 50 g were stocked at 0,2 ind/m². The formulated diets used were "Silage", "Soybean", "Feather" and "Control". The FCR obtained showed difference among treatments, and the "Control" diet was more efficient (FCR 1,46) than the others (FCR between 1,64 and 1,8). The production cost using these diets appear to be cheaper with the "Control" diet, which is more expensive but the most efficient, showing little difference with the "Silage" diet, which occupy the second place in a relationship benefit cost

Introducción

El cultivo de pacú en el norte de Argentina ha crecido en los últimos años hasta alcanzar una producción sostenida de 350 ton, con peces de talla comercial superior a 1,2 kg.

El ciclo de producción en sistema semiintensivo involucra dos veranos (16 meses de cultivo) para lograr estos tamaños. Este prolongado ciclo de cultivo se refleja en costos operativos elevados pese a que los productores utilizan estrategias tales como la suspensión de la alimentación durante el invierno, aprovechando la característica de crecimiento compensatorio que muestra la especie, y bajas densidades de cultivo que propicia mayor crecimiento individual.

En anteriores experiencias realizadas en el Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC, 27° 32'S y 58° 30'W) (1) se trabajó con distintos métodos de cultivo, (engorde directo; preengorde y engorde) no encontrándose diferencias entre ambos métodos a la finalización del cultivo. Se determinaron las densidades óptimas para alcanzar talla comercial en los períodos dados y se realizaron experiencias con diferentes alimentos en la fase de engorde final (2).

La inclusión de harina de pescado en la dieta representa un alto costo; existiendo la posibilidad de incrementarse en el futuro debido al crecimiento de la acuicultura mundial y a la reducción de las poblaciones pesqueras (3 y 4); este problema motivó a plantear una experiencia para reducir los costos durante la primera fase de engorde.

Teniendo en cuenta que el pacú ha sido considerado como un pez omnívoro con tendencia herbívora (5) o un herbívoro (6), es factible suponer que puede ser alimentado con dietas con un bajo contenido de harina de pescado.

En este estudio se analiza la posibilidad de utilizar alimentos con diferentes ingredientes durante la primera fase de engorde (peces de 40-50 g), en la que los requerimientos nutricionales de los peces son mayores. A tal respecto se comparan dietas con bajo contenido de harina de pescado con otras sin este insumo, con la finalidad de reducirla o suprimirla, permitiendo bajar costos sin perder rendimiento productivo.

Materiales y Métodos

Las experiencias se realizaron en el CENADAC situado en zona subtropical donde la estación de crecimiento es de 210 días al año. Se utilizaron 12 estanques excavados en tierra de una superficie individual de 500 m², trabajándose con tres réplicas para cada una de las fórmulas alimentarias utilizadas. Los estanques fueron secados y llenados antes de efectuar la siembra. El sistema de cultivo utilizado fue el denominado semiintensivo (7) sin recambio de agua, reponiéndose las pérdidas por filtración y evaporación.

Los peces provenientes de la empresa Isla-Pé (Formosa) tenían un peso promedio de 50 g y se sembraron en forma inmediata a su arribo. El estrés debido al traslado y manejo provocó una ligera mortalidad post siembra (menor al 1%), hecho que provocó que la densidad inicial fijada en 0,2 ind/m², resultara disminuida en promedio para los doce estanques de cultivo a valores de 0,195 ind/m² (rango entre 0,18 y 0,2 ind/m²). La experiencia tuvo una duración de 178 días (28/10/03 al 24/04/04), concluyéndose cuando la temperatura del agua mostró valores por debajo de 20°C, donde esta especie deja de asimilar el alimento.

Las fórmulas alimentarias utilizadas se muestran en la Tabla I, las denominadas "SOJA" y "PLUMA" ya habían sido utilizadas en experiencias de finalización de engorde (2), mientras que la denominada "ENSILADO" fue formulada para esta experiencia.

El ensilado ácido se fabricó utilizando vísceras de pescado de río como materia prima y de manera artesanal (8), picando las vísceras con una máquina provista de disco con orificios de 4 mm. Este proceso permite un mejor contacto entre las partículas de vísceras y el ácido. Luego se agregó ácido fórmico en cantidad suficiente para alcanzar un pH de 3,5. El valor de pH se midió a las 24, 48 y 72 hs, agregando el ácido requerido para mantener el nivel logrado. El consumo promedio de ácido fórmico para todas las experiencias realizadas fue de 2,1%. El tiempo de elaboración del ensilado varió de acuerdo a la temperatura ambiente, acelerándose la actividad de las enzimas proteolíticas a temperatura mayor de 30°C.

La composición promedio de los ensilados elaborados fue:

- Proteína bruta, 12,8%;
- Extracto etéreo, 8,6%;
- Humedad, 76,8%
- Cenizas, 1,6%.

Todas las dietas se formularon cumpliendo con los requerimientos nutricionales conocidos para la especie (9). Los aminoácidos esenciales se calcularon según los valores de tabla sugeridos por Tacon (10) para peces omnívoros. La formulación de los alimentos se efectuó con valores de tabla para los aminoácidos presentes en cada ingrediente dados por el mismo autor (11). Como fórmula control se utilizó un alimento que tuviera buena performance en esta fase de cultivo (12) y que incluyó 20 % de harina de pescado.

La ración alimentaria fue suministrada una vez al día, seis días a la semana, en una única entrega por la tarde. La tasa de alimentación inicial fue del 6% de la biomasa, reduciéndose paulatinamente hasta el 1,4% de la misma al momento del levante total de los peces.

Las variables ambientales registradas fueron pH, concentración de oxígeno disuelto y temperatura; tomándose valores a primera hora de la mañana y por la tarde antes de efectuar la alimentación. Las biometrias se llevaron a cabo una vez al mes sobre una muestra del 10% de la población bajo cultivo y a la terminación de la experiencia se cosechó la totalidad de la población.

Los resultados obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza de una vía (nivel de significancia $p < 0,05$) y posterior comparación múltiple de medias (test de Duncan) en los casos que fuere necesario.

Resultados

Los valores máximos, mínimos y promedio de pH, concentración de oxígeno disuelto y temperatura se muestran en la Figura 1. El pH mostró valores entre 6,5 y 8,4 con un promedio general de 7,35, la temperatura del agua osciló entre 17,9 y 36,7°C con un promedio de 26,3°C, mientras que la concentración de oxígeno disuelto se mantuvo con valores altos (debido a la baja carga de peces) que fluctuaron entre 2,7 y 11,9 mg/l con un promedio de 6,37 mg/l.

A la finalización de la experiencia los peces registraron pesos promedio entre 570 y 670 g. Los lotes que mostraron menor crecimiento consumieron el alimento denominado "Ensilado", mientras que los que obtuvieron un mayor incremento en el peso fueron los lotes alimentados con las dietas "Pluma" y "control".

En la Figura 2 se muestran las curvas de crecimiento de los peces obtenidas con cada uno de los alimentos utilizados. Los pesos promedios resultantes de las dietas ofrecidas no mostraron diferencias entre sí ($P=0,1$); con un promedio de 575,7 g para los peces alimentados con la "control" respectivamente.

Las densidades finales se encontraron entre 0,16 y 0,19 ind/m², los promedios resultaron muy similares para todos los tratamientos (entre 0,17 y 0,18 ind/m²). Las mortalidades observadas pueden haberse debido a predación al inicio del cultivo, no pudiendo atribuirse menor sobrevivencia a ningún tratamiento en especial (Tabla II).

Asimismo los lotes que resultaron con menores densidades finales no mostraron pesos promedios finales mayores (Tabla II), lo que muestra que al momento de la cosecha la carga de los estanques se encontraba por debajo de los valores máximos de capacidad.

Estos valores límite de capacidad de carga fueron estudiados por Bernardino et al (13) y se encuentran alrededor de los 500 g/m². De acuerdo a las producciones obtenidas las cargas finales resultaron muy inferiores a estos valores (entre 100 a 140 g).

Se encontraron diferencias entre los FCR obtenidos con los distintos alimentos utilizados (Figura 3). El alimento "Control" resultó el más eficiente con un promedio de 1,46 diferenciándose significativamente de los demás ($P=0,006$), los que en promedio mostraron valores entre 1,64 y 1,8. La menor eficiencia de los alimentos "Ensilado" y "Soja", puede haberse debido a menor porcentaje de proteína en la dieta "Ensilado", o a la alta inclusión de harina de soja en ambas fórmulas.

Discusión

En ensayos "in vitro" realizados con juveniles de la misma especie se demostró un alto grado de inhibición de proteasas alcalinas ante concentraciones moderadas de extracto de soja (14) mostrando los juveniles de pacú una alta sensibilidad a los factores antinutritivos presentes en la harina de soja.

Si bien Van der Meer et al (15) y Ostaszewska et al (16) no encontraron diferencias en el crecimiento de alevines de *Colossoma* y *Piaractus* de un rango de peso entre 1 y 40 g para el primero y de 0,4 y 1g para el segundo, al utilizar entre el 43 y 50% de harina de soja en la formulación; es probable que las diferencias no sean notorias en estas experiencias que tuvieron una corta duración (37 y 28 días respectivamente). En el presente estudio, el alto grado de inclusión de harina de soja (entre 42 y 50%), podría ser una de las causas de la menor eficiencia de estos alimentos, donde el ciclo de cultivo ha sido prolongado (178 días) tal como sucede en los establecimientos comerciales.

Se puede suponer que el alto contenido de harina de soja que no tuvo incidencia negativa en el engorde final (peces > 600 g) (2), si la tenga en el cultivo de juveniles e inicio del engorde donde los requerimientos nutricionales de los peces son más estrictos.

En la Figura 4 se observa también que mayor cantidad de proteína no promueve mejores rendimientos, tal es el caso de la fórmula que contiene harina de pluma y sangre. Eckmann (17) en estudios realizados con alevines de

Colossoma reporta menores crecimientos en lotes alimentados con harina de sangre como principal fuente proteica. El mismo autor no encontró diferencias de crecimientos con porcentajes variables entre el 5 y 15% de inclusión en la dieta.

En este estudio los resultados son similares, no encontrándose diferencias de crecimiento. Si bien las dietas "Control", "Soja" y "Pluma" se formularon de forma tal que cumplieran con un balance de aminoácidos esenciales de acuerdo a valores de tabla (10) para satisfacer los requerimientos de peces omnívoros, ya que se desconocen los requerimientos de aminoácidos en pacú.

Los mayores factores de conversión podrían deberse a la degradación de aminoácidos que ocurre durante el secado de la harina de sangre, como así también al alto contenido de harina de pluma o a los factores antinutricionales presentes en la harina de soja o a la sumatoria de deficiencias de cada una de estas harinas alternativas.

Figura 4: Relación entre los pesos finales promedio y los FCR obtenidos con las diferentes dietas. "Ensilado", 32; "Soja", 35; "Control", 35; "Pluma", 37.

Con respecto a los costos de producción utilizando estos alimentos y tomando en cuenta que la dieta de mayor costo es la más eficiente, resulta más económico producir una tonelada de producto de estas características con el alimento más caro pero de mejor conversión alimentaria (Tabla III).

Esta opción no muestra demasiada diferencia con respecto a un alimento sumamente barato como es el de base de Ensilado que ocupa el segundo lugar, en cuanto a relación costo beneficio. Además posee la ventaja de no incorporar harina de pescado, insumo que no es utilizado en otras producciones en el norte del país, y debe ser trasladado con un alto costo de flete.

Conclusiones

En la primera fase de engorde, peces de 50 a 500 g, los requerimientos nutricionales de la especie parecieran ser más estrictos que para peces mayores (500-1500 g).

Tomando en cuenta que las dietas "Soja" y "Control" tienen porcentajes de proteína similares y la dieta "Pluma" un porcentaje ligeramente superior, se puede suponer que estos requerimientos nutricionales están más relacionados a una proteína de mayor calidad que a la cantidad suministrada.

Si bien la carga final en esta etapa del cultivo es baja (100-150 g/m²) el alimento natural disponible en el estanque no cubre el déficit nutricional.

A los fines de cultivo comercial resulta más conveniente la utilización de un alimento con mayor porcentaje de harina de pescado (20%) que permite la reducción del costo derivado de la alimentación.

Son necesarios estudios más profundos relacionados a la fisiología digestiva de la especie, así como los requerimientos en aminoácidos esenciales y micronutrientes, en las diferentes etapas que engloba el cultivo.

Referencias

1. Wicki, GA. Cultivo y producción de Pacú (*Piaractus mesopotamicus*): Incidencia de dos dietas de diferente composición y de la densidad de siembra, en sistema de cultivo semi-intensivo. Tesis de magister scientia. Facultad de Agronomía, UBA, 2003;82p.
2. Wicki GA, Wiltchiensky E, Luchini L. Ensilado de vísceras de pescado de río como fuente de proteína y fórmulas alimentarias a base de harina de soja o de algodón o de pluma como sustituto total o parcial de la harina de pescado en el engorde final de pacú en el noreste Argentino. Presentado en Acuacuba 2003, 13-17 sept, La Habana, Cuba.
3. Sargent JR, Tacon AGJ. Development of farmed fish: a nutritionally necessary alternative to meat. Proc. Nutr. Soc. 1999; 58: 377-383.

4. Naylor RL, Goldberg RJ, Primavera JH, Kautsky N, Beveridge MCM et al. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 2000;405:1017-1024.
5. Machado- Allison A. Estudio sobre las subfamilias Serrasalminidae Teleostei, Characidae). Parte 1. Estudio comparado de los juveniles de las cachamas de Venezuela (Géneros *Colossoma* y *Piaractus*). *Acta Biológica Venezolánica*, 1980, 11(3):1-101.
6. Pereira de Godoy M. Peixes do Brasil. Subordem Characoidei. Volume II. Editorial Franciscana, Br. 1975, 217-397.
7. Luchini L. Manual para el cultivo del bagre sudamericano (*Rhamdia sapo*). FAO-RLAC/90/16-PES-20. 1990, 60 p.
8. Manca E, Carrizo JC. Informe final de producción y utilización de ensilados en la formulación de dietas. Proy DNA/INIDEP, Expte 4961. 2002, 8 p.
9. Cantelmo OA. Niveis de proteina e energia em dietas para o crescimento do pacú. Dissertacao apresentada para obtencao do titulo do mestre em aquicultura. UFSC, 1993, 55p.
10. Tacon AG. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de Capacitación. FAO Documento de campo, 4. 1989, 572 p.
11. Tacon AG. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp- A training manual. Vol 2: Nutrient sources and composition. FAO Field document 5. 1987, 129 p.
12. Wicki GA, Panne Huidobro S, Alvarez M, Luchini L. Crecimiento del pacú (*Piaractus mesopotamicus*) con dos dietas experimentales. *Agroindustria*, 2004, 113, 2-9.
13. Bernardino G, Peret AC, Ferrari VH Verani JR. Bionassa sustentavel do pacú , *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) criados em viveiros com baixa renovacao de agua. *Resumo do Aquicultura* , Recife;Br, 1998, 261.
14. Perez JJ, Wicki GA, Moyano FJ, Alarcón FJ. Evaluación del efecto de inhibidores de proteasa presentes en ingredientes vegetales utilizables en piensos para dos especies piscícolas cultivadas en Argentina; Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) y Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). II Congreso virtual de Acuicultura . 2003, 442-454.
15. Van der Meer MB, Huisman EA, Verdegem CJ. Feed consumption, growth and protein utilization of *Colossoma macropomun* (Cuvier) at different dietary fish meal / soya meal ratios. *Aquaculture research*, 1996, 27: 531-538.
16. Ostaszewska T, Wegiel M, Palacios ME, Dabrowski K. Growth and morphological changes in the digestive tract of rainbow trout and pacú due to casein protein replacement with soybean protein. 2003, In press.
17. Eckmann R. Growth and body composition of juvenile , *Colossoma macropomun* Cuvier, 1818 (Characoidei). Feeding on artificial diets. *Aquaculture*, 1987,64: 293-303.

Tablas

Tabla I: Composición de los alimentos utilizados

Ingredientes	SOJA	PLUMA	ENSILADO	CONTROL
Harina de pescado	8	8	-	20
Harina de carne	10	15	18	10
Harina de soja	50	15	42	27
Harina de sangre	-	7	-	-
Harina de pluma	-	10	-	-
Harina de algodón	-	-	-	-
Harina de maíz	-	16	-	11
Afrecho de arroz	27	27	18	30
Ensilado	-	-	20	-
Gel de mandioca	3	-	-	-
C/Na – Vitaminas	2	2	2	2
TOTAL	100	100	100	100

Tabla II: Variables determinadas para crecimiento de Pacú.

	Control			Ensilado			Pluma			Soja		
	E 25	E 26	E 27	E 28	E 29	E 30	E 31	E 32	E 33	E 34	E 35	E 36
Peso prom. Inic.(g)	50.8	50.8	50.8	51.1	43.2	55.2	44.5	55.7	44.5	49.9	50.8	50.8
N° peces (inicial)	98	98	100	96	100	99	93	96	98	98	99	98
Peso prom. Final (g)	666.1	651.26	713	596	502.53	628.66	696.33	718.6	607.53	595.4	617.4	656.46
N° peces final	97	86	94	85	97	86	85	82	91	87	88	91
Densidad (peces/m2)	0.19	0.17	0.19	0.17	0.19	0.17	0.17	0.16	0.18	0.17	0.18	0.18
Produccion (Kg/ha)	1292.23	1120.17	1340.44	1013.2	974.908	1081.3	1183.76	1178.5	1105.7	1036	1086.62	1194.76
Mortalidad %	1.02	12.24	7.84	11.46	3.00	12.24	8.60	14.58	7.14	11.22	11.11	7.14
Bi (g)	4978.4	4978.4	5080	4905.6	4320	5464.8	4138.5	5347.2	4361	4890.2	5029.2	4978.4
Bf (g)	64611.7	56008.4	67022	50660	48745.4	54064.8	59188.1	58925.2	55285.2	51799.8	54331.2	59737.9
Bf-Bi (g)	59633.3	51030	61942	45754.4	44425.4	48600	55049.6	53578	50924.2	46909.6	49302	54759.5
Biom adq prom (g)	57535.1			46259.9			53183.9			50323.7		
Tiempo (días)	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178
Días alimentados	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
Alimento sum (g)	84050	80320	85680	80660	80360	88960	85530	88080	87590	82250	87000	86590
FCR	1.41	1.57	1.38	1.76	1.81	1.83	1.55	1.64	1.72	1.75	1.76	1.58
IPD (g/día)	3.46	3.37	3.72	3.06	2.58	3.22	3.66	3.72	3.16	3.06	3.18	3.40
IPD Promedio (g/día)	3.52			2.95			3.52			3.22		
FCR PROMEDIO	1.46			1.80			1.64			1.70		

IPD: Incremento de peso diario (g/día)

Tabla III: Relación costo- beneficio para la producción de una tonelada de producto. (Precios en U\$S)

Alimentos	Control	Soja	Pluma	Ensilado
Precio / tonelada	308,5	287,2	302,5	250,0
FCR promedio	1,45	1,69	1,63	1,8
Costo / tonelada	447,325	485,368	493,075	541,44

Pies de Figuras

Figura 1: Variables ambientales registradas durante el ciclo de cultivo. Temperatura (°C), pH (u pH) y Oxígeno disuelto (mg/l).

Figura 2: Curvas de crecimiento obtenidas con las diferentes dietas.

Figura 3: Factores de conversión relativa (FCR= Alimento ofrecido/Ganancia en peso) obtenidos con las diferentes dietas.

* Presentado en el Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, CIVA