



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación



Dirección de Acuicultura

Cultivo de tilapia y randiá en jaulas flotantes Usando dietas de diferente composición



Por Gustavo Wicki,
F. Rossi, y L. Luchini*

En el presente trabajo llevado a cabo en el Centro Nacional de Desarrollo Acuícola de Argentina, se comparan los resultados obtenidos en los engordes de bagre randiá y tilapia en jaulas suspendidas de bajo volumen, utilizando dietas de diferente composición y diferentes técnicas de fabricación (pelletizado y extruido).

El cultivo en jaulas flotantes

Se trata de sistemas de cultivo, de antigua data y práctica tradicional en Oriente, que recién comenzaron a popularizarse en Occidente en la última mitad del siglo pasado, para piscicultura de agua dulce y marina. Según Beveridge (1996) se originaron en la región de Kampuchea (baja cuenca del río Mekong), donde la construcción ancestral de las jaulas era con tablillas y varas de madera y bambú. Las tasas de renovación de agua adecuadas, son las que permiten el cultivo en dichos sistemas, de grandes biomásas de peces por unidad de volumen.

En Argentina, los cultivos en jaulas suspendidas comenzaron a ser preponderantes en la década del 90, mediante apertura de concesiones en embalses de la cuenca del río Limay, con producción de trucha arco-iris (entre 800 y 1200 TM anuales), con un producto que es comercializado mayormente en el mercado interno (Dirección de Acuicultura, 2010). Estos sistemas fueron experimentados en varios países latinoamericanos para cultivo de la especie "pacú", con resultados logrados por Merola y De Souza (1988) en Brasil y Wicki et al. (1988) en Argentina, aunque por diversas razones de índole específico y técnico, no se desarrollaron comercialmente y la especie se cultiva en general, en estanques excavados,

Ventajas y desventajas de los cultivos en jaulas suspendidas:

VENTAJAS

Uso de cuerpos de agua subutilizados
Disminución o inexistencia de inversión en terreno (estanques, canales, reservorios y otras estructuras).
Aumento en producción por agregado de módulos de jaulas, hasta la carga límite del ambiente.
Tecnología de construcción simple, bajo costo y alta duración
Menor costo en mantenimiento y baja incidencia en "mal sabor" en el producto obtenido.

DESVENTAJAS

Vulnerabilidad hacia robos y vandalismo
Utilización de espacios públicos. Accidentes de navegación por ausencia de boyados claros.
Existencia de probables cuestionamientos estéticos en áreas de valor paisajístico.
Utilización de alimentos balanceados completos (con vitaminas y minerales), de mayor costo.
Sin conocimiento de la capacidad de carga del ambiente utilizado, efectos negativos en la calidad del agua, eutrofización, etc.
Necesidad de personal capacitado en manejo de cultivos intensivos.

Tipos de jaulas

Un buen y práctico diseño de jaula, debe resolver los problemas de costos e ingeniería, cumpliendo con los requerimientos de la especie a cultivar, tanto como los del operador del sistema. La diversidad entre diseños y modelos de jaulas es enorme. Beveridge (1996), los agrupa en cua-

tro tipos básicos: fijas, flotantes, sumergibles y sumergidas, mientras el empleo de cada uno dependerá del ambiente seleccionado para su instalación.

Las estructuras empleadas en agua dulce son considerablemente menos costosas que las utilizadas en mar, debido a que no se encuentran some-

ACUICULTURA

tidas a grandes corrientes y mareas, ni a la corrosión propia de las aguas oceánicas. Las jaulas flotantes pueden ser de bajo a alto volumen y los sistemas ser rígidos o portar una bolsa-red. Estos cultivos siempre sostienen producciones intensivas, pero las tecnologías serán diferentes según los casos. Tan es así, que las cargas en jaulas de bajo volumen y alta densidad (BVAD, Schmittou, 1992) pueden superar los 150 kg/m³, mientras que las de alto volumen se sitúan entre los 5 y 10 kg/m³. Todos estos tipos de cultivos intensivos requieren un cuidadoso manejo, con personal entrenado para el caso.

La gama de materiales aptos para su construcción artesanal es amplia, siempre que se cumpla con determinados requisitos básicos:

- El material utilizado deberá retener a los peces en el interior y ser lo suficientemente fuerte y duradero como para soportar el peso del conjunto de peces, permitiendo sin restricciones el intercambio de agua con el medio externo, manteniendo las condiciones de vida óptima para los animales bajo encierro.
- Deberá permitir la salida de los desechos originados por los peces, sin producir acumulación alguna.
- Deberá retener el mayor porcentaje de alimento ofrecido, hasta que el mismo sea consumido por los peces.



Figura 1: Jaulas BVAD en amplios estanques para cultivo de rándia (con y sin comedero).

- No deberá producir daño o estrés en los peces bajo cultivo.

Si bien el diseño y la forma de la jaula pueden variar, las jaulas de geometría circular, octogonal o cuadrada favorecen el esquema de natación en círculos que los peces generalmente poseen (Beveridge, 1996). Esta observación ha sido válida para todas las especies ensayadas en el CENADAC (tilapia, rándia y pacú) y especialmente para el pacú, ya que este forma cardúmenes que giran en su interior continuamente, utilizando el espacio permitido. A ello debe sumársele la dependencia que muestra el crecimiento en relación a la densidad de cultivo, estimándose que para obtener crecimientos superiores a 2 g/día, para esta especie, las cargas no deberían sobrepasar los 20-25 kg/m³ (Wicki & Luchini, 2005).

Para la región en estudio, pueden diferenciarse dos tipos de ambientes seleccionados para su instalación: a) con alta corriente y b) con corriente moderada durante todo el año. En el primer caso, se emplea el marco rígido que soporte asimismo la red u otro material, junto a la estructura de la tapa. En el caso b) el marco abarcará la parte superior, dando forma solo a la tapa, pudiéndose o no, incorporar el "collar de alimentación" por debajo. De esta estructura superior colgará directamente la bolsa-red.

La trama de la malla actúa como ente regulador de la velocidad de corriente, por lo que es beneficioso que las mallas de ojo más pequeño y las de mayores distancias entre agujeros, se implementen en los sitios de alta corriente, reduciendo ésta dentro del cerramiento, a menos de 1 m/sec (Beveridge, 1996). Esto disminuirá el gasto de energía resultante de la natación de los peces. Este autor indica además, que la velocidad de corriente óptima se encuentra entre 0,02 y 0,2 m/sec.

La tapa de cada jaula constituye una componente necesaria, no solo para la protección de los peces sometidos al encierro, sino también para evitar los escapes y robos. Actúan además en la protección contra radiaciones ultravioletas directas, causantes de las quemaduras conocidas como "sunburn" en los peces.

Materiales y métodos

Los presentes estudios fueron desarrollados en el CENADAC (27° 32' S, 58° 30' W), Corrientes, Argentina, abarcando períodos variables entre los años 2004 y 2006, dentro de los meses de temperaturas más adecuadas para el crecimiento de las especies seleccionadas y según anteriores resultados obtenidos en el mismo sitio (Wicki, 2002).



Figura 2.- Jaulas BVAD instaladas en el embalse de Salto Grande (Argentina)

Las jaulas empleadas (Figura 1), se diseñaron con estructuras rígidas de aluminio (Perfiles L) y malla plástica. Cada unidad empleada correspondió a un cubo de 1 m³, variando la abertura de malla según la talla de los peces confinados. El conjunto de los terramientos, formando lo que se denomina comúnmente un "tren de jaulas", anclado mediante lastres de cemento, se ubicó en un estanque de 0,8 ha de superficie y 1,8 m de profundidad media, que actuó solamente como soporte de los sistemas diseñados. El agua de llenado del estanque provenía de pozo profundo, con características iniciales de: 7,9 de pH; 9,1 mg/L de alcalinidad total (CO₃Ca); 8,6 mg/L de dureza total (expresada en carbonatos) y 2,85 ppm de oxígeno disuelto a la salida de la bomba extractora.

Los alimentos empleados fueron formulados con ingredientes alternativos, tal como se presentan en la Tabla 1.

Resultados obtenidos y discusión

Los estudios realizados durante los periodos señalados abarcaron cultivos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en su primera y segunda fase de engorde, y de rancia (*Rhamdia quelen*), alimentados durante la estación del verano, con dos dietas de diferente formulación. Durante la primera fase del engorde de tilapia (Martín et al., 2006), se alcanzaron pesos promedios finales de entre 250 y 300 g con ingestión de raciones denominadas "ensilado" y "control", respectivamente (Tabla 1). Durante este estudio, de 133 días de duración, se trabajó con una densidad

de 290 peces/m³, habiéndose obtenido producciones de entre 80 y 85 Kg/m³ para los alimentos mencionados. Si bien el peso de comercialización aceptado en el mercado varía según el destino, en general en el caso de la tilapia se trata de 400 g o más, al menos para acceso a los mercados internacionales. Según esta premisa, los individuos del tratamiento "control" mostraron dicha talla comercial en un 20%, frente a un 7 % del lote manejado con alimento "ensilado".

Aunque los peces que ingirieron dieta "control" obtuvieron mayores pesos, no se evidencia como posible la obtención de un peso medio de cultivo con el que se pueda acceder a un mercado en el primer verano de cultivo en la región, si se tiene en cuenta que los mejores precios se pagan por los peces de mayor talla.

Los Factores de Conversión Relativos (FCR), obtenidos con ambos alimentos utilizados fueron similares, de 1,34 para el grupo "control" y de 1,35 para el grupo "ensilado". Estos valores se consideran auspiciosos para el periodo de cultivo y las tallas obtenidas. En el caso de empleo del alimento "control", de mejor calidad, se promovió mayor peso, detalle a tener en cuenta al evaluar los periodos de cultivo, ya que estos serán más cortos para aquellos lotes alimentados con esta ración.

Durante el segundo verano de cultivo se trabajó en la terminación de los mismos lotes, empleando una ración "control" versus una formulada principalmente a base de "subproductos de maíz". El estudio en este caso, se implementó durante 153 días y todos los lotes, superaron los 450 gramos. En la Tabla 2, se presentan los valores obtenidos. Los FCR fueron más favorables en los lotes que consumieron ración "control", con un promedio de 1,91; mientras que para aquellos sometidos a una ración con núcleo de "ensilado", resultaron en 2,1.

Los crecimientos resultantes fueron superiores para los peces alimentados con dieta "control". En promedio, alcanzaron un peso de 646 g, mientras

Tabla 1: composición de los alimentos empleados

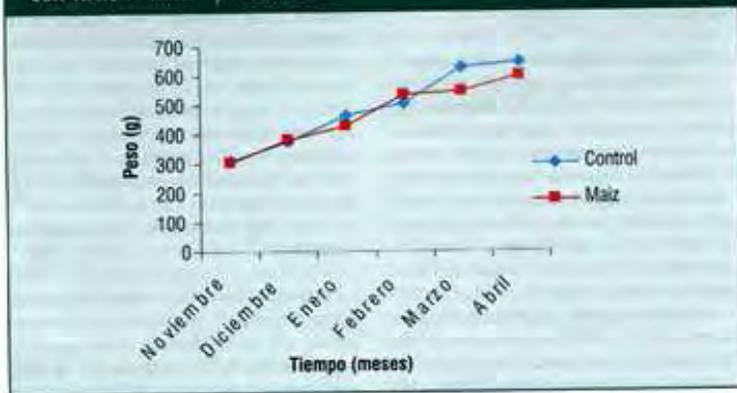
INGREDIENTES	CONTROL	ENSILADO	MAÍZ	EXTRUSADO
H de pescado	20	—	—	—
H. de carne	10	18	16	12
Ensilado ácido	—	20	—	20
H. de soja	27	42	25	28
H. de maíz	11	—	—	—
H. de gluten de maíz	—	—	9	—
Glutenfeed (maíz)	—	—	25	—
Almidón de maíz	—	—	2	5
Sorgo	—	—	—	12
Jarabe humect. maíz	—	—	—	5
Fibra de cas. de maíz	—	—	—	16
Afrechillo de arroz	30	18	21	—
CaNa-Vitaminas	2	2	2	2
TOTAL	100	100	100	100

Tabla 2: valores obtenidos durante el segundo verano de engorde de tilapia

VARIABLES	Control	Control	Maíz	Maíz
— Peso inicial (g)	266,8	359,9	272,1	337,4
— Peso final (g)	540,6	752,1	517,6	678,8
— Ganancia en peso (g)	273,7	392,3	245,5	341,4
— Experiencia en días	153	153	153	153
— Incremento peso diario (g/día)	1,79	2,56	1,60	2,23
— FCR	1,88	1,94	2,15	2,06
— Supervivencia (%)	98,8	96,8	98	97,6

ACUICULTURA

Figura 3: Curvas de crecimiento, obtenidas en los lotes alimentados con ración "maíz" y "control".



que los sometidos a la dieta "ensilado" obtuvieron un peso medio de 597 g. Las curvas de crecimiento obtenidas se pueden observar en la Figura 3.

Mc Ginty & Rakocy (1990) sugirieron un rango de FCR de 1,5 a 1,8 para tilapias cultivadas en jaulas suspendidas y con ofrecimiento de una ración de alta calidad. En el presente caso, utilizando alimento "control", se obtuvo un FCR promedio para ambos ciclos de cultivo, de 1,65, que acuerda perfectamente con dichos parámetros. También en esta oportunidad se observó un mayor crecimiento y mejores FCR para los lotes alimentados con la dieta "control".

Los estudios realizados con randiá, tuvieron como objetivo principal la prueba de dos alimentos de similar formulación y diferente sistema de elaboración, como son el peletizado y el extrusado. La experiencia tuvo una duración de 213 días, iniciándose con juveniles de 31 y 49 g. Los pesos finales promedio abarcaron entre 209 g para los que consumieron ración peletizada y 266 g para los que ingirieron ración extrusada. Se observó aquí una mejor respuesta en el crecimiento de los peces frente a la ingesta de la ración extrusada.

La especie demostró un buen crecimiento durante el período invernal, lo que ya se había constatado en cultivos anteriores realizados en estanques a temperaturas mayores a 20° C. Esta característica marca una gran diferencia con el crecimiento mostrado por la tilapia en cultivos ubicados en zonas de mayor latitud.

En esta oportunidad, los lotes de randiá que consumieron ración extrusada, mostraron un mejor aprovechamiento de ésta durante la época invernal, frente a los lotes que consumieron la ración peletizada. Los FCR promedio resultaron ser de 1,7 para ración extrusada y de 2,23 para peletizado (Figura 4).

Es notorio el mejor aprovechamiento por los peces de esta última ración debido a sus características, ya que presenta flotabilidad neutra y al irse hundiendo lentamente se aprovecha en superficie, en la columna de agua e inclusive hasta en los fondos. Otro punto interesante a destacar es el recubrimiento (coating) de la ración, que tuvo en su composición aceite de calamar, mostrándose este subproducto como un excelente elemento de atracción.

Al relacionar los porcentajes proteicos con los FCR obtenidos, se observó que los menores FCR fueron los resultantes de las raciones peletizadas que poseían mayor inclusión de proteína. En primer lugar figu-

Figura 4: Factores de conversión obtenidos con ambos alimentos.

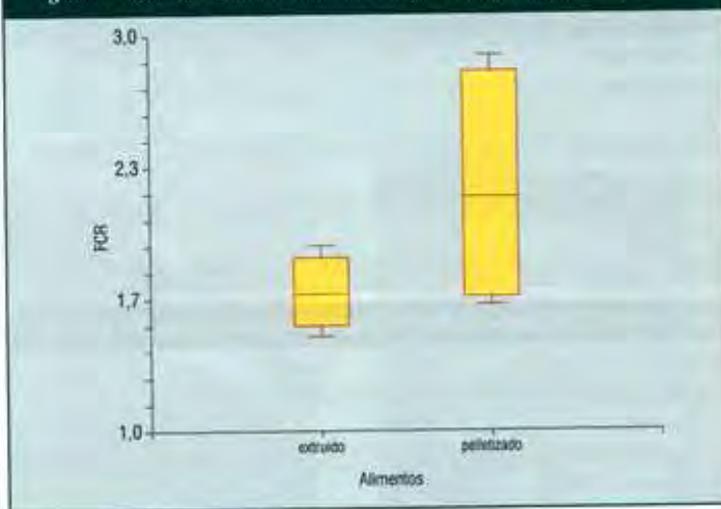


Tabla 3: Resultados de los análisis efectuados a los diferentes alimentos.

ALIMENTO	Proteína total (%)	Grasa (%)	Fibra bruta	Hidratos de carbono	Cenizas (%)	Humedad (%)
Control	35,3	7,6	6,3	26,8	13,7	10,2
Ensilado	33,3	6,4	6,7	24,3	14,5	11,8
Maíz	31,8	6,2	7,2	34,3	10,7	9,8
Extruido	28,7	7,8	8,5	35,2	10,2	10,2

ró el alimento "control", seguido del "ensilado" y del "maíz", para el caso de la tilapia. Finalmente, es de destacar que fue observada una gran diferencia entre las raciones peletizadas y extrusadas totales, observándose que aún conteniendo menor proporción de proteína, igualmente ofrecían un mejor rendimiento.

Conclusiones

Para cultivos en sistemas intensivos la calidad de las raciones es de importancia primordial, debido al bajo aporte de alimento natural originado en el ambiente. Las raciones empleadas, como las denominadas "maíz" y "ensilado" (que mostraron similar rendimiento a la denominada "control" en

los cultivos de pacú y randiá desarrollados en estanques) mostraron sin embargo, un menor rendimiento frente a las exigencias de este tipo de cultivo intensivo en cerramientos suspendidos en ambientes naturales. El alimento "control" por el contrario, con un 20 % de harina de pescado, mostró una buena respuesta en crecimiento.

Si bien se entiende necesario continuar con mayores estudios en el campo de la nutrición, y en especial, en el desarrollo de alimentos alternativos para cultivos intensivos, las raciones extrusadas con inclusión de "ensilado ácido" parecen mostrar una alternativa válida para ellos.

En cultivos en jaulas suspendidas deberá mejorarse la calidad de las dietas con la finalidad de no extender los períodos de cultivo, comparados con los obtenidos en estanques.

