

Rev.MVZ Córdoba 11 Supl (1), 9-19, 2006

REVISIÓN DE LITERATURA

## EL CANIBALISMO EN LA LARVICULTURA DE PECES

Víctor Atencio-García<sup>1</sup>, Evoy Zaniboni-Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Córdoba. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Ciencias Acuícolas. Centro de Investigación Piscícola (CINPIC) Montería - Colombia, <sup>2</sup>Universidad Federal de Santa Catarina, Departamento de Aquicultura, Centro de Ciencias Agrárias, Brasil. Correspondencia: [vjatencio@telecom.com.co](mailto:vjatencio@telecom.com.co)

Recibido: Agosto 1 de 2005; Aceptado: Enero 17 de 2006

### RESUMEN

La conducta caníbal es común en los peces y se le considera una de las principales causas de mortalidad en la larvicultura. Esta conducta se define como un tipo especial de predación que consiste en matar a un coespecífico para consumirlo parcial o totalmente. El canibalismo ha sido clasificado en siete tipos dependiendo del estado de desarrollo de la presa, parentesco caníbal-presa y la relación de edad entre caníbal y presa. En la larvicultura el tipo de canibalismo es intracohorte o intercohorta. Además, se discuten las principales causas endógenas y exógenas que estimulan la ocurrencia del canibalismo en la naturaleza. Entre las causas endógenas se resalta la piscivoría, el cuidado parental y las diferencias de tamaño. Entre las causas exógenas se resalta la disponibilidad de alimento y la densidad poblacional. Esta revisión presenta un listado de 55 especies de peces con potencialidad e importancia en la piscicultura que registran canibalismo durante la larvicultura. Como el canibalismo es una conducta adaptativa en condiciones de escasez de alimento, en la larvicultura su principal causa está asociada a la disponibilidad del alimento. Al final de la revisión se ofrecen recomendaciones para su control en la larvicultura.

**Palabras clave:** Canibalismo, larvicultura, predación, alimentación, comportamiento.

## THE CANNIBALISM IN THE FISH LARVICULTURE

### ABSTRACT

The cannibal behavior is common in the fish and it is considered one of the main causes of mortality in the larviculture. Cannibalism is defined as special predation that kill a co-specific for consuming wholly or partially. Cannibalism has been classified into seven types, depending on life-history, age difference between cannibal and prey, and whether or not they are related. Cannibalism in the larviculture relates principally to intra and intercohorta sibling cannibalism. Also, we discuss the main endogenous and exogenous causes that stimulate the occurrence of the cannibalism in the nature. Among the endogenous causes they are piscivory, care parental and the size differences. Among the exogenous causes they are food availability and the populational density. This review shows a list of 55 important and potential cultured fish species displaying cannibalism. As the cannibalism it is a behavior adaptative under conditions of food shortage, in the larvicultura their main cause is associated to food availability. At the end of rewie there are recommendations for control of cannibalism under larviculture conditions.

**Key words:** Cannibalism, larviculture, predation, feeding, behaviour.

## INTRODUCCIÓN

El éxito de la piscicultura como una bio-industria así como la consolidación de las especies alternativas dependen de los progresos en la larvicultura. La rápida expansión, a inicios de los años 90, de la piscicultura del Seabass (*Dicentrarchus labrax*) y del Seabream (*Spaurus aurata*) en Europa ha sido posible debido al mejoramiento de las técnicas de larvicultura (1). La larvicultura tiene por objeto incrementar las tasas de sobrevivencia en la compleja fase de transición de larva a juvenil, a partir del ofrecimiento de condiciones ambientales adecuadas, entre las que se destaca la definición de una estrategia alimentaria que garantice una estable y continua producción de alevinos. Una de las causas de mortalidad en esta etapa es el canibalismo. Desde finales de la década de los años 80 este fenómeno ha llamado la atención de los investigadores por sus implicaciones económicas. El conocimiento de las causas del canibalismo es vital para su control. El canibalismo es un tipo especial de predación (predación intraespecífica) que consiste en matar a un individuo de la misma especie (coespecífico), independiente del estado de desarrollo, para consumirlo parcial o totalmente. A diferencia, la conducta agonística puede causar la muerte de un coespecífico sin el objetivo de consumirlo. En ambos casos muchas veces, las causas y efectos son similares. Este trabajo revisa, a la luz de recientes trabajos, las causas y formas de control de este fenómeno en la larvicultura de peces.

## CLASIFICACIÓN Y OCURRENCIA DEL CANIBALISMO EN LA NATURALEZA

El canibalismo es un fenómeno común entre los vertebrados que ha sido descrito para 49 especies de reptiles y 53 especies de anfibios (2). Smith y Reay (3), ofrecieron la primera revisión de esta conducta en los teleósteos, describieron siete modelos de ocurrencia y discutieron sus aspectos evolutivos (tabla 1). Estos autores, reportaron una lista de 106 especies de peces que presentan canibalismo con los más diversos hábitos alimentarios; desde los carnívoros hasta los herbívoros y desde los que presentan algún tipo de cuidado parental hasta los que no presentan ninguno. Según Dominey y Blumer (4), el canibalismo es más común en los peces de lo que se tiene registrado y consideraron como excepcional su ausencia en un grupo particular de peces. Esta conducta es más común en los peces carnívoros y en los estados iniciales del desarrollo (5, 6). Su consecuencia en la larvicultura son las bajas tasas de sobrevivencias. La tabla 2, presenta una lista de especies de peces con importancia o con potencialidad en la piscicultura que presentan conducta canibal principalmente en el período de transformación de larva a juvenil. El acto canibal es cometido en cuatro acciones secuenciales: selección, ataque, aprehensión e ingestión de la presa (7); además se han observado diferencias en la aprehensión de la presa dependiendo de la relación abertura de la boca y tamaño de la presa; por lo que la aprehensión puede ser por la cola o por la cabeza (6, 8, 9,

**Tabla 1.** Criterios de clasificación del canibalismo (3).

<b>Criterio</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Definición</b>
Estado de desarrollo de la presa	Canibalismo de huevos	Canibalismo de huevos fertilizados sin eclosionar
	Canibalismo post-eclosión (larva, juvenil y adulto)	Canibalismo de estados post-eclosión
Parentesco canibal-presa	Canibalismo filial	Canibalismo sobre las crías por los padres
	Canibalismo fraternal	Canibalismo entre hermanos
	Canibalismo sin parentesco	Canibalismo entre individuos sin ningún parentesco
Relación de edad canibal-presa	Canibalismo intracohorte	Canibalismo entre individuos de la misma edad.
	Canibalismo intercohorta	Canibalismo sobre individuos de menor edad

10). Muchos estudios han demostrado que el canibalismo, junto con la competición por el alimento, son causas importantes de mortalidad natural y un factor importante en la regulación de la población (5, 11, 12, 13, 14).

El canibalismo se considera una estrategia alimentaria que garantiza la sobrevivencia de una especie, ya que reduce la competición intraespecífica cuando existe limitada disponibilidad del alimento. Según Loadman *et al.* (9), cuando el alimento es insuficiente para soportar una población el comportamiento caníbal puede asegurar que algunas larvas sobrevivan. El canibalismo de los padres sobre los huevos, es común en las especies con cuidados parentales. El cuidado parental, a pesar de ser una adaptación para evitar la predación de los huevos y larvas (15, 16), puede facilitar la conducta caníbal como una estrategia para garantizar el éxito de la reproducción (3). Este tipo de canibalismo es una respuesta adaptativa a las reducidas oportunidades de alimento cuando se realiza el cuidado parental (17) o bien una estrategia para eliminar huevos de baja calidad (4).

## CAUSAS DEL CANIBALISMO

En la naturaleza, muchos factores estimulan la ocurrencia de la conducta caníbal. Estos se pueden agrupar en dos categorías: endógena y exógena. La primera agrupa a los factores que están relacionados con la naturaleza del individuo (piscivoría, cuidado parental, diferencias de tamaño). Las especies piscívoras tienen adaptaciones para la predación que les facilita la detección y captura de peces (3). La categoría exógena agrupa los factores ambientales que estimulan el canibalismo, entre estos han sido reportados: disponibilidad del alimento, frecuencia de alimentación, densidad poblacional, ausencia de refugios, intensidad de la luz, turbidez (3, 6, 18, 19).

Debido a que el canibalismo es una conducta adaptativa en condiciones de escasez de alimento, en la larvicultura la principal causa está asociada con la disponibilidad del alimento, la cual está definida por la frecuencia de alimentación así como por la distribución y tamaño del alimento. Se ha demostrado que el canibalismo como otras conductas (territorialidad) puede ser controlado por la disponibilidad del alimento (18, 78).

**Tabla 2.** Especies con potencialidad en la piscicultura que presentan comportamiento caníbal.

Familia	Especie	Referencia
<i>Acipenseridae</i>	<i>Acipenser gueldenstaedti</i>	20
	<i>Huso huso</i>	20
<i>Anguillidae</i>	<i>Anguilla anguilla</i>	21
<i>Bagridae</i>	<i>Pseudobagrus ichikawai</i>	22
<i>Bothidae</i>	<i>Paralichthys dentatus</i>	23
<i>Carangidae</i>	<i>Seriola quinqueradiata</i>	24, 7
<i>Centropomidae</i>	<i>Centropomus undecimalis</i>	25, 26
	<i>Centropomus parallelus</i>	27
	<i>Lates calcalifer</i>	28
<i>Channidae</i>	<i>Channa striatus</i>	29
	<i>Channa punctatus</i>	30
	<i>Chanos chanos</i>	31
	<i>Polydactylus sexfilis</i>	32
<i>Characidae</i>	<i>Brycon cephalus</i>	33, 34
	<i>Brycon sinuensis</i>	35
	<i>Brycon moorei</i>	36
	<i>Brycon orbygnianus</i>	37, 38, 34

Continuación Tabla 2

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Referencia</b>
	<i>Brycon lundii</i>	39
	<i>Brycon insignis</i>	40
	<i>Brycon amazonicus</i>	41, 42
<i>Cichlidae</i>	<i>Oreochromis mossambicus</i>	43, 44
	<i>Oreochromis sp (Flor. Red Til.)</i>	45
	<i>Oreochromis niloticus</i>	46
<i>Clariidae</i>	<i>Clarias gariepinus</i>	18
	<i>Clarias macrocephalus</i>	47
	<i>Heterobranchus longifilis</i>	48
<i>Coryphaenidae</i>	<i>Coryphena hippurus</i>	49
<i>Cyprinidae</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	10
<i>Esocidae</i>	<i>Esox lucius</i>	50, 51
<i>Erythrinidae</i>	<i>Hoplias lacerde</i>	52
<i>Gadidae</i>	<i>Gadus morhua</i>	53, 54
<i>Pimelodidae</i>	<i>Lophiosilurus alexandri</i>	52
<i>Percichthyidae</i>	<i>Morone saxatilis</i>	55, 56
	<i>Morone chrysops</i>	57
	<i>Dicentrarchus labrax</i>	58
<i>Percidae</i>	<i>Stizostedion vitreum</i>	9, 59, 60
	<i>Perca fluviatilis</i>	62
<i>Polyodontidae</i>	<i>Polyodon spathula</i>	62
<i>Salmonidae</i>	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	63, 64
	<i>Salvelinus alpinus</i>	65
<i>Scianidae</i>	<i>Cynoscion nebulosus</i>	66
	<i>Sciaenops ocellatus</i>	26, 67
	<i>Argyrosomus hololepidolus</i>	68
<i>Scombridae</i>	<i>Scomber japonicus</i>	69
<i>Serranidae</i>	<i>Epinephelus salmoides</i>	70
	<i>Epinephelus tauvina</i>	71
	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	71
	<i>Micropterus dolomieu</i>	14
	<i>Micropterus salmoidei</i>	72
<i>Serrasalminidae</i>	<i>Piaractus mesopotamicus</i>	73
	<i>Piaractus brachypomus</i>	74
<i>Siluridae</i>	<i>Parasilurus asotus</i>	75
	<i>Silurus glanis</i>	76
<i>Sparidae</i>	<i>Spaurus aurata</i>	1
	<i>Spaurus macrocephalus</i>	77

En Catfish (*Clarias gariepinus*) se observó que cuando la disponibilidad del alimento disminuye, la conducta inicial del pez para garantizar los limitados recursos fue de territorialismo, hasta llegar a un punto máximo después del cual las energías fueron orientadas hacia una conducta más efectiva: el canibalismo (18).

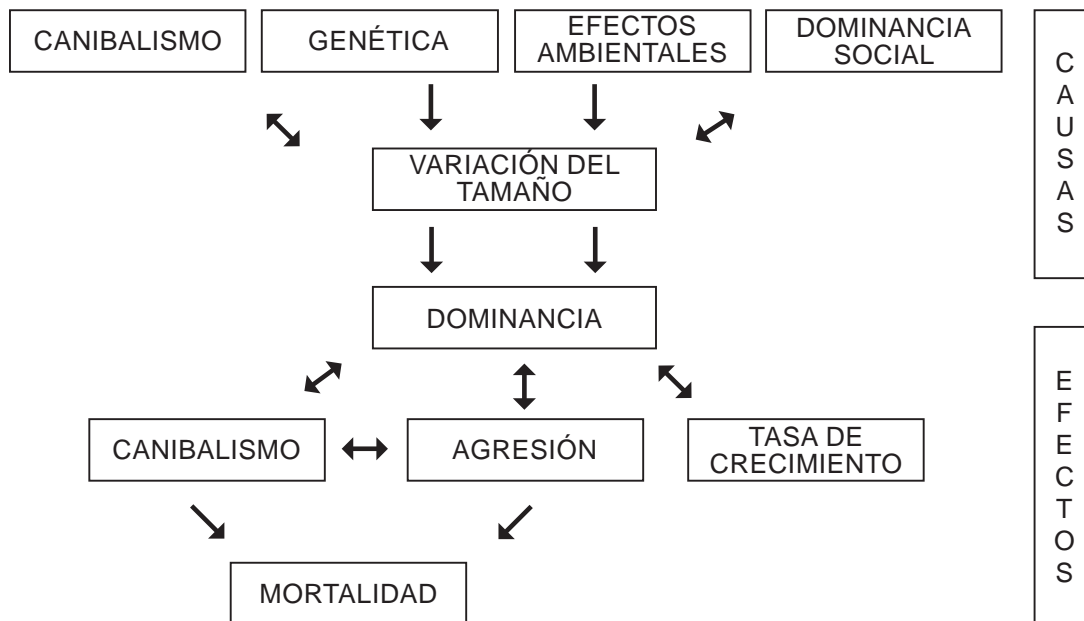
Katavic *et al.* (58), evaluaron el efecto de frecuencia de la alimentación en Seabass en la tasa canibal y concluyeron que el canibalismo fue significativamente menor cuando el alimento era ofrecido entre tres y seis veces por día. Sin embargo no encontraron diferencias en los pesos y longitudes promedios entre los tratamientos. Según Loadman *et al.* (9), el canibalismo en condiciones de abundante alimento no ofrece ventajas en el crecimiento; cuando un canibal preda a un coespecífico es incapaz de comer otro tipo de alimento, los individuos no canibales continúan comiendo normalmente. Parece ser que el balance energético en ambos casos no presenta diferencias. También, es evidente que en ciertas especies, principalmente las piscívoras, el canibalismo puede ser reducido por una adecuada alimentación pero no eliminado del todo (6, 58, 79). En estos casos la intensidad del canibalismo depende de la probabilidad de encuentro presa-predador (definida por la densidad) y por las diferencias en el tamaño. En términos prácticos de larvicultura, para que un alimento se considere disponible es necesaria su distribución uniforme, con la frecuencia adecuada y con el tamaño de partícula apropiado según la abertura de la boca de las larvas.

Otro aspecto a considerar entre las causas del canibalismo es la relacionada con la calidad del alimento. Un inadecuado alimento inicial puede inducir al comportamiento canibal. El ofrecimiento de alimentos vivos (Rotíferos, nauplios de *Artemia* entre otros) hasta ahora sigue siendo la primera alimentación con mejores resultados en el desempeño de la larvicultura. Folkvord (80), encontró mayor tasa de canibalismo en el Bacalao (*Gadus morhua*) de 0.2 g alimentados con dieta seca que con zooplancton. El canibalismo puede ser un problema serio, en las especies canibales persistentes, si gran parte de la población no acepta la dieta seca como alimento; por lo que es importante realizar gradualmente el cambio de las dietas vivas a las dietas inertes. La determinación del momento adecuado para el

paso de dietas vivas a dietas inertes es importante para el control del canibalismo. Iniciar este cambio de dieta prematuramente puede estimular la conducta canibal. En el Striped Bass (*Morone saxatilis*) (56) y en el Bacalao (54) registraron altas tasas de mortalidad y canibalismo durante la fase de transición de alimento vivo a dieta inerte.

Determinar el momento de la primera alimentación es esencial en el control de esta conducta. En Yamú (*Brycon amazonicus*), la primera alimentación acontece a las 36 horas post-eclosión a  $27.9 \pm 1.1^\circ\text{C}$  (41). Cuando las larvas de Yamú son sometidas a ayuno por un período de 24 horas después de iniciada la primera alimentación, el canibalismo puede ser responsable de la disminución de la población larval entre el 35 y el 50%. Muchos investigadores han demostrado que los peces que inician su alimentación canibalizando presentan una mejor condición y una disminución de tiempo de desarrollo (28, 81, 82, 83). Braid y Shell (55), encontraron que larvas de Striped Bass una vez que canibalizan consideran a sus coespecíficos como sus presas preferidas.

Las diferencias de tamaño es otro de los factores importantes en el estímulo de la conducta canibal. Las variaciones del tamaño en una misma camada son ocasionadas por diferencias genóticas que definen tasas de crecimiento individuales diferentes (72). Hecth y Appelbaum (18) y Van Dame *et al.* (10), consideraron la variación del tamaño como una causa y también como un efecto del canibalismo (Figura 1). Entonces, la variación del tamaño puede ser originada tanto por la genética del individuo como por factores ambientales. La proporción tamaño presa-predador es una importante variable que afecta la tasa canibal. En Snakedhead (*Channa striatus*), bajos niveles de alimentación pueden estimular la conducta canibal, pero esta conducta es incontrolable cuando existe una diferencia de tamaño entre los individuos donde los alevinos mayores sean 2.8 veces el tamaño de los menores (29). Entonces, es evidente que el canibalismo puede ser controlado clasificando los peces por el tamaño. En la larvicultura del Seabass (*Lates calcarifer*), además de un adecuado manejo de la alimentación, el canibalismo es controlado realizando una selección por tamaño la segunda y cuarta semana; no realizar esta clasificación por tamaños puede conducir a que las pérdidas por canibalismo sean hasta del 90% (84).



**Figura 1.** Causas y efectos de la variación del tamaño en la larvicultura. (6)

En ciertos casos donde la densidad poblacional parece estimular la conducta canibal es necesario tener la certeza que la disponibilidad del alimento no está restringida. La densidad poblacional es un factor importante en la intensidad del canibalismo (81, 83). En las especies donde el canibalismo se considera normal (piscívoros), incluso con suficiente disponibilidad de alimento, las altas densidades estimulan el canibalismo por el incremento de la probabilidad de encuentro canibal-presa. Gres y Belaud (79), observaron en *Esox lucius*, que el ofrecimiento abundante de alimento no previno el canibalismo; entonces, lo asociaron a las altas densidades y las diferencias de tamaño. La determinación de la densidad óptima es importante para el control del comportamiento canibal.

Ciertos factores ambientales pueden afectar la conducta de las larvas y estimular la conducta canibal. En las especies fotofóbicas los refugios son esenciales para su sobrevivencia. Hecht y Pienaar (6), encontraron un incremento de la conducta canibal ante la ausencia de refugios en el Bagre africano (*Clarias gariepinus*). La turbidez es otro factor que afecta la conducta de las larvas. En aguas turbias las larvas se dispersan mucho mejor en toda la columna de agua debido a que la turbidez dispersa la luz reduciendo la cantidad

de luz reflejada en las paredes de los tanques de larvicultura. Las larvas con fototaxia positiva, como el Walleye (*Stizostedion vitreum*), nadan hacia las áreas brillantes de los tanques de larvicultura; entonces en esta especie la turbidez puede disminuir la conducta canibal ya que permite una distribución más uniforme de las larvas debido a que la probabilidad de encuentro entre los individuos se reduce puesto que no se congregan en las paredes del tanque (19).

#### CONTROL DEL CANIBALISMO

Considerando las causas del canibalismo en la larvicultura es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones para controlar esta conducta:

- Preferir los alimentos vivos en el manejo de la primera alimentación.
- Ofrecer un tamaño de alimento adecuado a la abertura bucal de la larva.
- Ofrecer alimentación a saciedad, con una frecuencia óptima y considerando una distribución homogénea del alimento en toda la superficie del agua.

- Realizar gradualmente el cambio de dietas vivas a dietas inertes.
- Identificar el momento de la primera alimentación para evitar someter las larvas a ayuno, lo cual estimula la conducta canibal. De igual manera, es importante establecer el mejor momento para iniciar el cambio gradual de dietas vivas a dietas inertes.
- Determinar la densidad de siembra adecuada.
- Realizar una selección periódica por tamaño para su homogenización.
- Hasta donde sea posible renovar los individuos dominantes o canibales.
- Determinar las preferencias ambientales de las larvas (luz, transparencia).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Sweetman J. Managerial procedures and cost effectiveness in larval rearing. *Spec Pub Eur Aquacult Soc* 1991; 15: 385.
2. Polis G, Myers C. A survey of intraespecific predation among reptiles and amphibians. *J Herp* 1985; 19: 99-107.
3. Smith C, Reay P. Cannibalism in teleost fish. *Rev Fish Biol Fish* 1991; 1: 41-64.
4. Dominey J, Blummer L. Cannibalism and early life stages of fishes. In: Hausfater G, Hardy SB (Eds). *Infanticide comparative and evolutionary perspective*. New York: Aldine; 1984.
5. Ricker W. Stock and recruitment. *J Fish Res Bd Can* 1954; 11: 559-623.
6. Hecht T, Pienaar A. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. *J World Aquacult Soc* 1993; 24: 246-261.
7. Sakakura Y, Tsukamoto K. Onset and development of cannibalistic behaviour in early life stages of Yellowtail. *J Fish Biol* 1996; 48: 16-29.
8. Cuff W. Behavioural aspects of cannibalism in larval walleyes *Stizostedion vitreum*. *Can J Zool* 1980; 58: 1504-7.
9. Lodman N, Moodie G, Mathias J. Significance of cannibalism in larval walleye (*Stizostedion vitreum*). *Can J Fish Aquat Sci* 1986; 43: 613-618.
10. Van Damme P, Appelbaum S, Hecht T. Sibling cannibalism in koi carp, *Cyprinus carpio* L., larvae and juveniles reared under controlled conditions. *J Fish Biol* 1989; 34: 855-863.
11. Sparholt H. Fish species interactions in the Baltic Sea. *Dana* 1994; 10: 131-162.
12. He X, LaBar G. Interactive effects of cannibalism, recruitment, and predation on rainbow smelt in Lake Champlain: A modeling synthesis. *J Graet Lakes Res* 1994; 20: 289-298.
13. Svenning M, Borgstrom R. Population structure in landlocked spistbergen Artic Charr—sustained by cannibalism? *Nord J Freswt Res* 1995; 71: 424-431.
14. Dong Q, DeAngelis D. Consequences and competition for food in Smallmouth Bass population: an individual-based modeling study. *Trans Amer Fish Soc* 1998; 127: 174-191.
15. Kodrich-Brown A. Determinans of male reproductive success in pufish (*Cyprinodon pecoensis*). *Anim Behav* 1983; 31: 128-37.
16. Keenleyside M, Bailey R, Young V. Variation in the mating system and associated parental behaviour of captive and free-living *Cichlassoma nigrofasciatum* (Pisces, Cichlidae). *Behaviour* 1990; 112: 202-21.
17. Rohwer S. Parent cannibalism of offspring and egg-raiding as a courtship strategy. *Am Nat* 1978; 111: 429-40.

18. Hecht T, Appelbaum S. Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larva and juvenile *Clarias gariepinus* (Clariidae: Pisces) under controlled conditions. *J Zool* 1988; 214: 21-44.
19. Bristow B, Summerfelt R. Performance of larval walleye cultured intensively in clear and turbid water. *J World Aquacult Soc* 1994; 25: 454-464.
20. Hochleithner M. Growth of various sturgeon species (Acipenserinae) under aquaculture conditions. *Spec Pub Eur Aquacult Soc* 1993; 19: 233.
21. Degani G, Levanon D. The influence of low density on food adaptation, cannibalism and growth of eels (*Anguilla anguilla* L). *Bamidgeh* 1983; 35: 53-60.
22. Watanabe K. Mating behaviour and larval development of *Pseudobagrus ichikawai* (Siluriformes: Bagreidae). *Jap J Ichthyol* 1994; 41: 243-251.
23. Smigielsky A. Hormone-induced spawnings of the summer flounder and rearing of the larvae in the laboratory. *The Prog Fish Cult* 1975; 37: 3-8.
24. Fujiya M. Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) farming in Japan. *J Fish Res Bd Can* 1976; 33: 911-915.
25. Shafland P, Kochl D. Laboratory rearing of the common snokk. In: Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies. Nashville, Tennessee USA 1980; 425-431.
26. Dowd C, Clarke M. An experimental investigation of cannibalism in hatchery-reared juvenile redbfish (*Sciaenops ocellatus*) and Snook (*Centropomus undecimalis*). In: Blaxter JHS, Gamble JC, Von Westernhagen H. (eds.). *The early life Story of Fish* 1989; 191-486.
27. Cerqueira V. Observações preliminares sobre o crescimento de juvenis de robalo, *Centropomus parallelus* e *Centropomus undecimalis*, con dieta naturais e artificias. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*. 1995; Santo, Recife. 85-93.
28. MacKinnon M. Barramundi breeding and culture in Thailand. In: Queensland Dpt. of Primary Industries Study Tour report; 1985 June 1-21; Sohghkhla, Thailand.
29. Qin J, Fast A. Size and feed dependent cannibalism with juvenile Snakehead *Channa striatus*. *Aquaculture* 1996; 144: 313-320.
30. Bais V, Takur S, Agrawal N. Food and feeding activity of *Channa punctatus* (Bloch). *J Freshwat Biol* 1994; 6: 247-251.
31. Toledo J, Gaitan A. Egg cannibalism by Milkfish (*Chanos chanos* Forsskal) spawners in circular floating net cage. *J Appl Ichthyol* 1992; 8: 257-262.
32. Ostrowski A, Iwai T, Monaham S, Unger S, Dagdagan D, Murakawa P, Schivel A, Pigao C. Nursery production tecnology for Pacific Threadfin (*Polidactylus sexfilis*). *Aquaculture* 1996; 139: 19-29.
33. Bernardino G, Senhorini J, Fontes N, Bock C, Mendonça J. Propagação artificial do matrinxã, *Brycon cephalus* (Guenther, 1869), (Teleostei, Characidae). *Bol Tec CEPTA*; 1993; 6: 1-9.
34. Mendonça J. Criação de espécies do gênero *Brycon* no CEPTA/IBAMA. In: *Anais do Primer Seminário sobre criação de espécies do gênero Brycon*; 1994; Pirassununga, Brasil: CEPTA 31-48.
35. Otero R. Reproducción y técnica de propagación de la dorada *Brycon moorei sinuensis* Dahl, 1955. In: *Memorias 2ª Reunión Red Nacional de Acuicultura*; 1988, Neiva; 157-168.
36. Baras E, Ndao M, Maxi M, Jeandrain D, Thomé J, Vandewalle P, Mélard C. Sibling cannibalism in dorada under experimental conditions. I. Ontogeny, dynamics, bioenergetics of cannibalism and prey size selectivity. *J Fish Biol* 2000; 57: 1001-20.



37. Piovezan U. Efeito da Dieta na sobrevivência de larvas de Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*)-CAUNESP. In: Anais do Primer Seminário sobre criação de espécies do gênero *Brycon*; Pirassununga, Brasil: CEPTA 1994; 18-21.
38. Belmont R. Considerações sobre a propagação artificial da piracanjuba, *Brycon orbignyanus* – CESP. In: Anais do Primer Seminário sobre criação de espécies do gênero *Brycon*; Pirassununga, Brasil: CEPTA 1994; 17-18.
39. Woynarovich E, Sato J. Special rearing of larvae and post-larvae of matrinchã (*Brycon lundii*) and dourado (*Salminus brasiliensis*). In: Harvey B, Carolsfeld J. (eds). Proceedings of the Workshop on larval rearing of finfish. [s.l.]: CIDA/CASAFA/ICSU 1990; 134-136.
40. Faria C. Propagação artificial de piabanha (*Brycon insignis*) na seção de hirobiologia e aquicultura de Paraibuna-CESP. In: Anais do Primer Seminário sobre criação de espécies do gênero *Brycon*; Pirassununga, Brasil: CEPTA 1994; 9-15.
41. Venegas S, Lombo A. Larvicultura y alevinaje del yamú *Brycon siebenthalae* (EIGENMANN, 1912). Tesis de pregado. Bogotá: Universidad de la Salle 1996.
42. Atencio-García V, Zaniboni-Filho E, Pardo-Carrasco S, Arias-Castellanos A. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae*. Acta Scientiarum 2003; 25: 61-72.
43. Uchida R, King J. Tank culture of tilapia. U.S. Fisheries and Wildlife Service Fisheries Bulletin 1962; 199: 21-52.
44. Macintosh D, De Silva S. The influence of stocking density and food ration on fry survival and growth in *Oreochromis mossambicus* and *O. niloticus female x O. aureus male* hybrids reared in a closed circulated system. Aquaculture 1984; 41: 345-358.
45. Ellis S, Watanabe W, Head W. Effect of initial age variation on production of Florida Red Tilapia fry under intensive brackishwater tank culture. Aquacult Fish Manage 1993; 24: 465-475.
46. Pantastico J, Dangilan M, Eguia R. Cannibalism among different sizes of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry/fingerlings and the effect of natural food. In: Pullin RSV, Bhukaswan T, Tonguthai K, MacLaen JL. (eds.). Proceedings of the 2th International Symposium on Tilapia in Aquaculture; Manila ICLARM 1988; 465-468.
47. Fermin A, Bolivar M. Larval rearing of the Philippine freshwater catfish, *Clarias macrocephalus* (Günther), fed live zooplankton and artificial diet: A preliminary study. Bamidgeh 1991; 43: 87-94.
48. Baras E. Sibling cannibalism among juvenile vundu under controlled conditions. I. Cannibalistic behaviour, prey selection and prey size selectivity. J Fish Biol 1999; 54: 82-105.
49. Kraul S, Brittain K, Cantrell R, Nagao T. Nutritional factors affecting stress resistance in the larva mahimahi *Coryphaena hippurus*. J World Aquacult Soc 1993; 24: 186-193.
50. Bry C, Gillet C. Reduction du cannibalisme precoce chez le brochet (*Esox lucio*) par isolement des fratries. Bulletin Francaise Pisciculture 1980; 277: 142-153.
51. Giovinazzo G. Growth, mortality and cannibalism in laboratory-reared pike (*Esox lucius* L.). Riv Idrobiol 1987; 26: 56-66.
52. Hancz C. Propagation, rearing of the larvae and fry of two carnivorous fish species (*Hoplias lacerde*, *Lophiosilurus alexandri*) in Brasil. Halaszat 1994; 3: 136-140.
53. Oiestad V. Predation on fish larvae as a regulatory force, illustrated in mesocosm studies with large groups of larvae. NAFO Scientific Council Studies 1985; 8: 25-32.
54. Otteraa H, Lie O. Weaning trials cod (*Gadus morhua*) fry on formulated diets.

- Fiskeridir Skr Ernaering 1991; 4: 85-94.
55. Braid M, Shell E. Incidence of cannibalism among striped bass fry in an intensive culture system. *The Prog Fish Cult* 1981; 43: 211-212.
  56. Paller M, Lewis W. The effects of diet on growth depensation and cannibalism among intensively cultured larval striped bass. *The Prog Fish Cult* 1987; 49: 270-275.
  57. Denson M, Smith T. Larval rearing and weaning techniques for White Bass *Morone chrysops*. *J World Aquacult Soc* 1996; 27: 194-201.
  58. Katavic I, Judgujakovic J, Glamuzina B. Cannibalism as a factor affecting the survival of intensively cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fingerlings. *Aquaculture* 1989; 77: 135-143.
  59. Krise W, Meade J. Review of the intensive culture of walleye fry. *The Prog Fish Cult* 1986; 48: 81-89.
  60. McIntyre D, Ward F, Swanson G. Factors affecting cannibalism by pond-reared juveniles walleyes. *The Prog Fish Cult* 1987; 49: 264-269.
  61. Kestemont P, Melard C, Fiogbe E, Vlavanou R, Masson G. Larval and post-larval rearing of european perch *Perca fluviatilis*: Ontogeny of digestive system, growth and nutritional requirements. In: Kestemont P, Dabrowski K. (eds). *Workshop on Aquaculture of percids*, Short Communications 1995; 20-24.
  62. Rideg A, Rideg G. Rearing of paddlefish (*Polyodon spathula*) in recycling system. *Halaszat* 1992; 3: 141-144.
  63. Shirahata S. On "cannibalism" in the rainbow trout fingerling, *Salmo gairdneri irideus*. *Japanese Journal of Ecology* 1964; 14: 25-32.
  64. Masaila C, Masaila R, Carans J. On the alimentary stress induced to the rainbow trout (*Salmo gairdneri*, Rich) by the total substitution of the fodder fish meal by *Spirulina* biomass. *Lucreille Travaux de la Station de recherches Biologiques et Geographiques Sterjarul Limnologie (Pingarati)*. 1981; 9: 353-361.
  65. Hobbson K, Welch H. Cannibalism in a high Arctic lake: Insights from stable-isotope analysis. *Can J Fish Aquat Sci* 1995; 52: 1195-1201.
  66. Tucker J. Growth of juvenile spotted seatrout on fry feeds. *The Prog Fish Cult* 1988; 50: 39-41.
  67. Soletchnik P, Thouard E, Goyard E, Yvon C, Baker P. First larval rearing trials of red drum (*Sciaenops ocellatus*) in Martinique (French West Indies). *Contribution Marine Sciences* 1988; 30 Suppl: 125-128.
  68. Battaglione S, RB Talbot. Hormone induction and larval rearing of mullet, *Argyrosomus hololepidotus* (Pisces: Sciaenidae). *Aquaculture* 1994; 126: 73-81.
  69. Hunter J, Kimbrell C. Egg cannibalism in the northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fisheries Bulletin* 1980; 78: 811-816.
  70. Chua T, Teng S. Economic production of starry grouper, *Epinephelus salmoides* Maxwell, reared in floating net cages. *Aquaculture* 1980; 20: 187-228.
  71. Lim L. Larviculture of the Greasy Grouper *Epinephelus tauvina* F. and the Brown-Marbled Grouper *E. fuscoguttatus* F. in Singapore. *J World Aquacult Soc* 1993; 24: 262-274.
  72. De Angelis D, Cox D, Coutant C. Cannibalism and dispersal in young-of-the-year largemouth bass: experimental model. *Ecol Model* 1979; 8: 133-148.
  73. Canzi C, Borghetti J, Fernandez D. The effects of different treatments on the development and survival of pacu fish larvae, *Piaractus mesopotamicus*. In: Lavens P, Sorgeloos P, Jasper E, Ollevier F. *LARVI '91. Proceeding Fish and Crustacean Larviculture Symposium*. Aug 27-30; Gent, Belgium. *Spec Pub Eur Aquacult Soc* 1991; 15: 274.

74. Choi N, Kim J, Kim S. Studies on artificial culture of the catfishes, *Parasilurus asotus*: seed production and rearing. Bull Natl Fish Res Dev Agency Korea 1992; 46: 173-182.
75. Baras E, Mélard C. Growth-survival-cannibalism dynamics among larvae juveniles of Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) at different stocking densities. In: Creswell L, Harache Y. (eds.). Proceedings of Martinique Island Aquaculture and Tropical Aquaculture; Oostende, Belgium: European Aquaculture Society 1997; 34-35.
76. Heymann A. Intensive rearing of Sheatfish (*Silurus glanis*) Z Binnenfish 1990; 37: 382-389.
77. Li C, Bo H, You E. Relationship between the water turbidity and the phenomenon of cannibalism of the juvenile of black sea bream, *Spaurus macrocephalus*. Mar Fish Haiyang-yuye 1992; 2: 58-59.
78. Pienaar A. A study of coeval sibling cannibalism in larval and juveniles fishes its control under cultured conditions. (Tesis MSc). Grahamstown (South African): Rhodes University; 1990.
79. Gres P, Belaud A. Reduction of early cannibalism of young pike (*Esox lucius*) in intensive rearing. Ichthyophysiology Acta 1995; 18: 23-41.
80. Folkvord A. Growth, survival and cannibalism of cod juveniles (*Gadus morhua*): effects of feed type, starvation and fish size. Aquaculture 1991; 97: 41-49.
81. Cuff W. Initiation and control of cannibalism in larval walleyes. The Prog Fish Cult 1977; 39: 29-32.
82. Li S, Mathias J. Causes of high mortality among cultured larval walleyes. Trans Am Fish Soc 1982; 111: 710-21.
83. Giles N, Wright R, Nord M. Cannibalism in pike fry *Esox lucius* L: some experiments with fry densities. J Fish Biol 1986; 29: 107-113.
84. Dhert P, Lavens P, Sorgeloos P. State of the art of Asian Seabass *Lates calcarifer* Larviculture. J World Aquacult Soc 1992; 23: 317-329.