

Aspectos reproductivos de la comunidad de peces de la cuenca alta del río Caura, Venezuela

Gabriela Echevarría^{1,*}, N. González² y F. Mass¹

¹Componente de Ecosistemas Acuáticos, Programa de Conservación de la Cuenca del Río Caura. Wildlife Conservation Society. ²Laboratorio de Ecología de Peces, Estación de Investigaciones Hidrobiológicas de Guayana, Fundación La Salle de Ciencias Naturales. UD 104, Avenida Alonso de Herrera, El Roble, San Félix, Venezuela

Recibido: 23-11-09 Aceptado: 29-10-10

Resumen

Se estudió la ecología reproductiva de nueve especies dominantes de la comunidad de peces del río Kaka'da. Para ello se determinaron los parámetros: fecundidad, diámetro de ovocitos, índice gonadosomático, factor de condición, estructura de tallas, variaciones temporales de los estados de madurez, tallas, acumulación de grasa, talla media de madurez sexual e índice de actividad reproductiva. Se observó una correlación positiva entre la longitud y la fecundidad sólo en los Siluriformes y en el Perciforme *P. squamosissimus*. En general, para las especies analizadas, hubo una dominancia de hembras, asimismo, estas mostraron mayores longitudes y pesos que los machos. Los mayores índices gonadosomáticos se registraron en subida de aguas y aguas bajas, mientras que el factor de condición fue mayor en aguas altas. Finalmente, la comunidad íctica mostró una actividad reproductiva intensa durante subida de aguas y moderada durante aguas bajas.

Palabras clave: ecología reproductiva, comunidades ícticas, alto Caura.

Reproductive aspects of the fish community in the Upper Caura Basin, Venezuela

Abstract

The reproductive ecology of nine dominant species of the fish community in the Kaka'da River was studied. These parameters were calculated: fecundity, egg diameter, gonadosomatic index, condition factor, length structure, temporal variations of maturity stages, lengths, fat accumulation and sexes, mean lengths at maturity and reproductive activity index. A positive correlation between size and fecundity was shown exclusively in the Siluriformes and in *P. squamosissimus* of the Perciformes order. In general, there was dominance of females in the fish community and these showed greater lengths and weights than the males. The greatest gonadosomatic indexes were observed during the beginning of the rainy season, when the waters are growing, and during the low waters season, whereas the condition factor was greater during the high waters season. Finally, the fish community showed an intense reproductive activity during the beginning of the rainy season and a moderate one during the low waters season.

Key words: reproductive ecology, fish communities, upper Caura.

* Autor para la correspondencia: hydropsichidae@gmail.com

Introducción

Las investigaciones acerca de la ecología reproductiva de los peces son muy importantes ya que permiten la obtención de información clave para el manejo pesquero, tal como fecundidad, épocas de reproducción y tallas mínimas de reproducción entre otras. Entre los estudios a nivel comunitario en Venezuela destacan los trabajos realizados en los llanos inundables de Venezuela y más recientemente en lagunas inundables del medio Orinoco (1-3). La información disponible acerca de las comunidades ícticas del alto Caura se refiere a la composición, diversidad, abundancias relativas e importancia de los peces pero no existen datos acerca de la biología de las mismas, las cuales son de gran importancia en la dieta de las poblaciones indígenas Ye'kwana y Sanema (4).

El objetivo del presente trabajo fue generar conocimientos acerca de la ecología reproductiva de la comunidad de peces del río Kaka'da, que contribuyan con el desarrollo de planes de manejo y conservación del recurso pesquero en alto Caura. Los análisis se realizaron para *Acestrorhynchus microlepis*, *Ageneiosus inermis*, *Doras carinatus*, *Hoplias aimara*, *Leporinus arcus*, *Leporinus* gr. *friderici*, *Myleus rubripinnis*, *Plagioscion squamosissimus* y *Serrasalmus rhombeus*.

Materiales y métodos

Área de estudio

Los ríos muestreados forman parte de la cuenca alta del río Caura. El río Kaka'da, tributario del Río Erebató, es de aguas ácidas, negras y poco turbias. El caudal promedio en la desembocadura del Kaka'da con el Erebató, es de aproximadamente 322 m³/segundo, durante bajadas de aguas. La precipitación media anual está entre 3253 mm en Entre Ríos y 3660 en Santa María de Erebató, los valores más bajos se observan en los meses de enero a marzo (5) (figura 1).

Muestreos

Se realizaron muestreos en 4 fases hidrológicas en función a las fluctuaciones del nivel de agua del río: subida de aguas (abril 2008), aguas altas (septiembre 2008), bajada de aguas (noviembre 2008) y aguas bajas (abril 2009). Se colectaron peces en el río Kaka'da, abarcando una distancia de 88,8km desde su desembocadura en el río Erebató hasta el caño Amana (05°0'16" N y 64°35'30" O) durante las cuatro fases hidrológicas. En bajada de aguas se llegó hasta los 4° 49'21" N y 64°39" O, entre 249 y 285 msnm, y se colectaron muestras en los ríos Marahano y Shimada. Se realizaron muestreos en el caño Kushime del río Erebató en subida de aguas y en aguas altas. En la confluencia del río Caura con el río Erebató se muestreó sólo durante subida de aguas. Se usaron redes de ahorque de varias aberturas de malla (2 a 5 pulgadas), que permanecieron en el agua hasta tres días continuos y se revisaron diariamente dos veces al día, a inicios de la mañana y a finales de la tarde.

Procesamiento de las muestras

Todos los especímenes se identificaron, pesaron y se midió su longitud estándar (LE). El estado reproductivo se determinó de acuerdo con Nikolsky (6). Para los análisis de fecundidad y diámetro de ovocitos, solamente se tomaron en cuenta las gónadas en estado IV y V. Se determinó la proporción de grasa celomática en el cuerpo mediante una escala cualitativa: sin grasa (0%), poca grasa (capa de grasa delgada en vísceras y paredes musculares), moderada grasa (cubriendo hasta 50%) y abundante grasa (cubriendo más de 50%).

Análisis de resultados

Debido a que sólo se contó con muestreos representativos y estandarizados durante todo el ciclo hidrológico para el río Kaka'da hasta el caño Amana, sólo se realizaron comparaciones temporales en este cuerpo de agua. Para el caño Kushime y el río Caura sólo se presentan datos de fecundi-

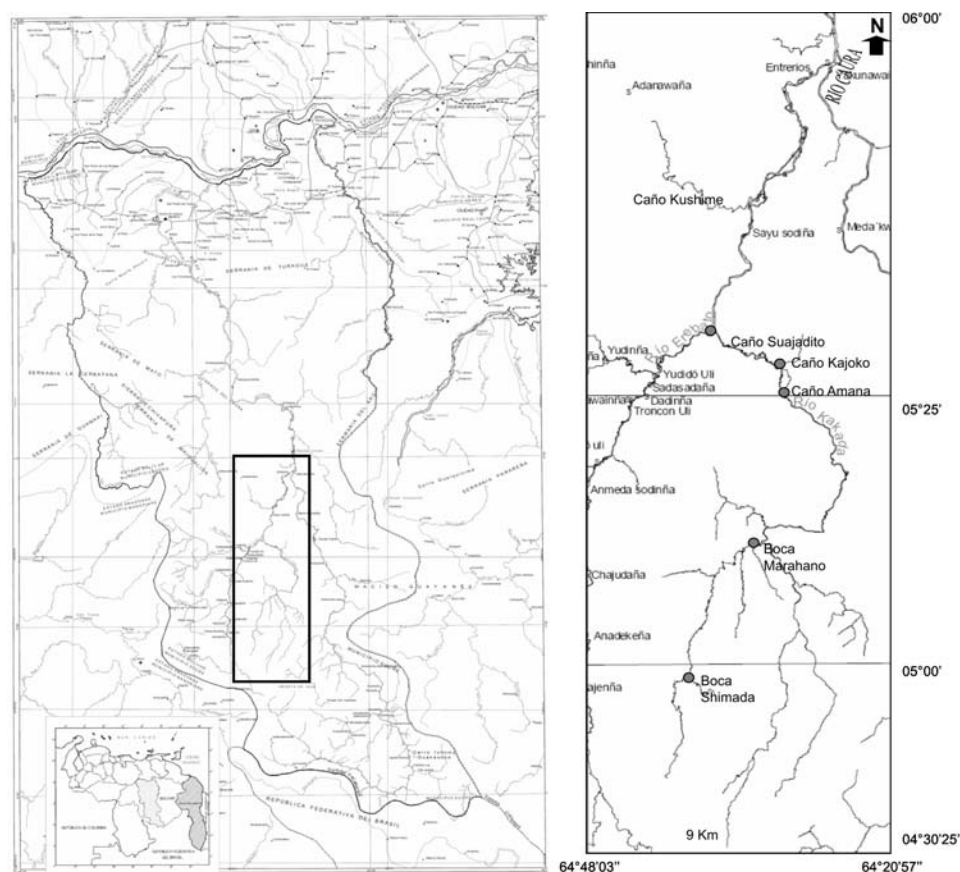


Figura 1. Área de estudio.

dad y diámetro de ovocitos como referencia. Debido a la alta incidencia de peces con aletas caudales comidas y rotas, se utilizaron las LE para los análisis. Se determinó el Índice gonadosomático: $IGS = PG/PT * 100$, donde PG es el peso de las gónadas y PT el peso total para cada individuo y luego se obtuvo el promedio por fase hidrológica para cada especie (7). Se evaluaron las proporciones porcentuales de estadios de madurez gonadal, rangos de tallas y contenido de grasa en cada fase hidrológica.

Se determinó la estructura de tallas por especie por sexos y el total. Se realizaron pruebas de correlación entre la fecundidad y LE para cada especie. Se compararon los pesos entre machos y hembras mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Se estimó para cada individuo el factor de

condición: $K = P/LE^b$, donde P es el peso, LE es la longitud estándar y b el coeficiente angular de la regresión entre PT/LE y se determinó la relación talla-peso mediante el cómputo de a y b con la fórmula $P = a * LE^b$ (8). Para el cálculo de b se agruparon los peces de cada especie de todos los muestreos y se sacó el promedio por cada fase (9). Para aquellos casos en los que se contó con datos suficientes, se calculó la L_{50} o talla en la que el 50% de la población de una especie de pez alcanza su madurez sexual, mediante el cómputo de las frecuencias porcentuales de los estados de madurez por rango de talla (7). Se calculó el índice de actividad reproductiva (IAR) para la comunidad de peces. Este se clasificó según la escala: nula (0-2), incipiente ($>2 \leq 5$), moderada ($>5 \leq 10$), intensa ($>10 \leq 20$) y muy intensa (>20) (10).

Resultados y discusión

Fecundidad y diámetro de ovocitos

En la tabla 1 se presentan los resultados de las nueve especies estudiadas en el río Kaka'da, cinco especies del caño Kushime y tres del río Caura.

La fecundidad y el diámetro de ovocitos están asociados a distintas estrategias de vida de los peces (1). *A. inermis* produjo los ovocitos más grandes de todo el conjunto de especies, característica común en este género, asimismo las fecundidades tendieron a ser bajas (2,11). *H. aimara* produce ovocitos grandes pero tiene alta fecundidad en comparación con su congénere *H. malabaricus* (12). La fecundidad de *M. rubripinnis* fue considerablemente mayor a la reportada para peces en cautiverio (12). *P. squamosissimus* mostró la fecundidad más alta y los ovocitos más pequeños (13).

Índice gonadosomático

En los Characiformes, con excepción de *S. rhombeus*, El IGS fue mayor en subida de aguas y disminuyó en aguas altas. Los Siluriformes mostraron la misma tendencia en las variaciones del IGS por fase hidrológi-

ca. *P. squamosissimus*, mostró valores de IGS relativamente bajos en comparación con las otras especies (figura 2).

Los valores más bajos del IGS se observaron en aguas altas y bajada de aguas. Esto se asocia a un proceso de achicamiento gonadal luego del periodo de reproducción (14).

Variación temporal de estados de madurez

En la figura 3 se muestran los resultados de las proporciones de estados de madurez sexual por fase hidrológica.

Durante aguas bajas y subida de aguas dominaron los estados de madurez avanzados, lo cual corrobora la ocurrencia de actividad reproductiva en estas dos fases, observado también por otros autores en lagunas del Orinoco y en el bajo Caura (15). La mayor proporción de peces en reposo se observó entre aguas altas y bajada de aguas, al igual que individuos en maduración.

Distribución temporal de tallas

Se creó una escala de clases de talla con base en la LE con intervalos de 5 cm

Tabla 1
Fecundidad y diámetro de ovocitos promedio de nueve especies de peces en la cuenca del alto río Caura

Especie	Río Kaka'da		Caño Kushime		Río Caura	
	Fecundidad	D.H.	Fecundidad	D.H.	Fecundidad	D.H.
<i>Acestrorhynchus microlepis</i>	12036	0,55				
<i>Ageneiosus inermis</i>	4336	2,00	4031	1,65	6596	1,65
<i>Doras carinatus</i>	125481	1,34	99968	1,37	73903	1,08
<i>Hoplias aimara</i>	34009	1,97	22493	1,76		
<i>Leporinus arcus</i>	19080	1,27	25061	1,35		
<i>Leporinus gr. friderici</i>	18646	1,03				
<i>Myleus rubripinnis</i>	7606	1,65				
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	182084	0,54			36079	0,5
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	2822	0,52	2724	0,57		

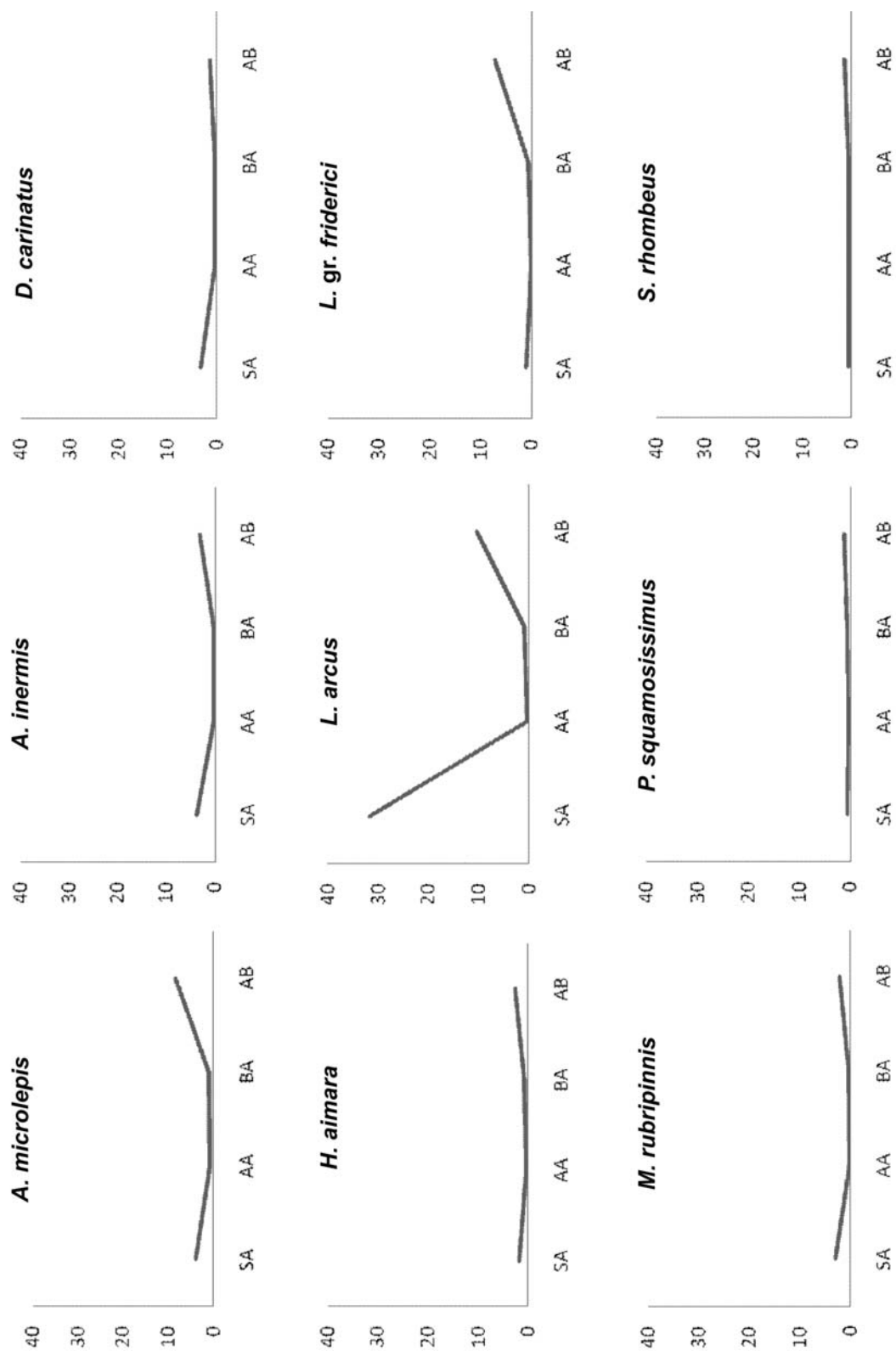


Figura 2. Índice gonadosomático por fase hidrológica para nueve especies de peces.

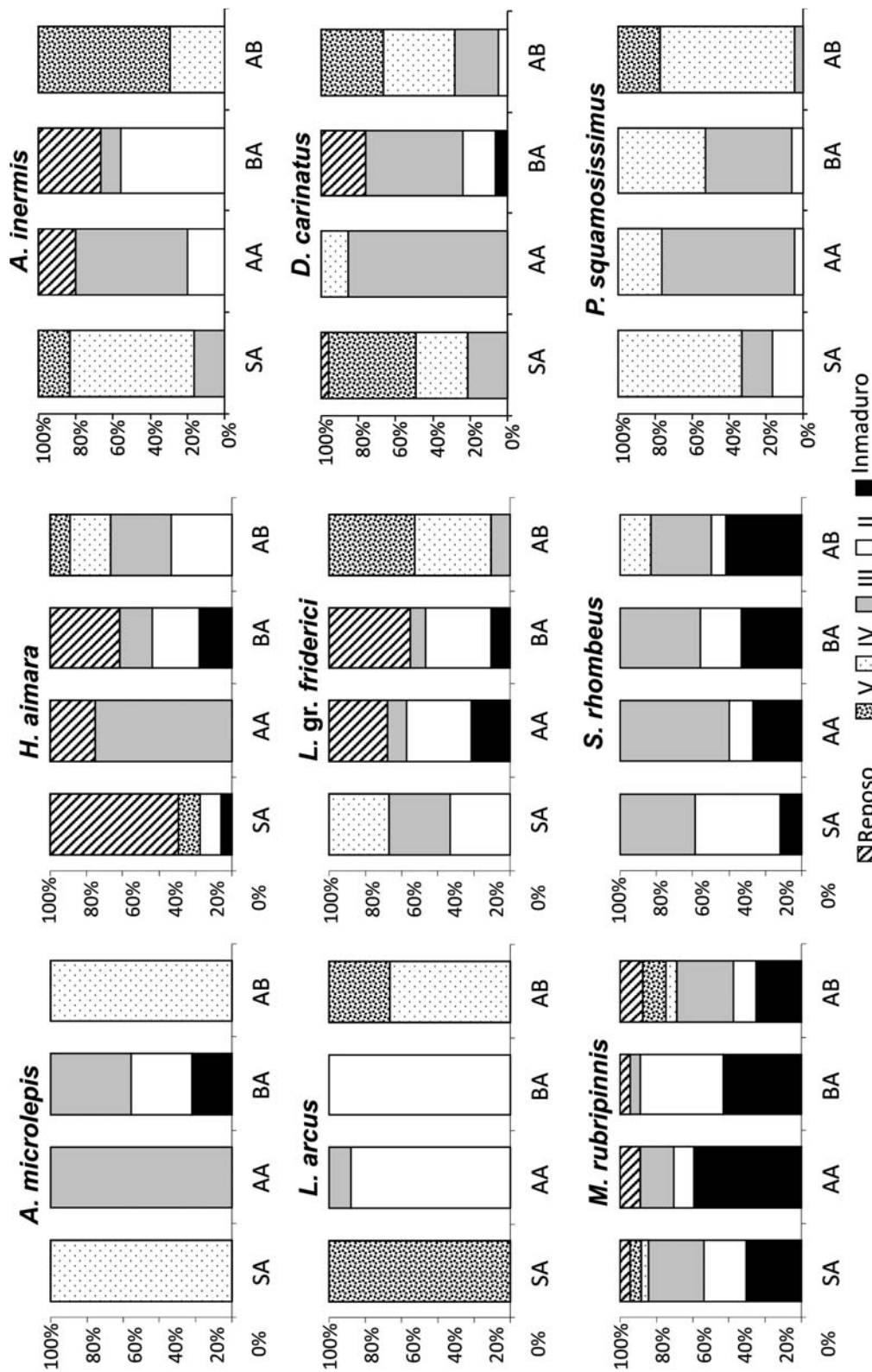


Figura 3. Variación proporcional de los estados de madurez gonadal durante las fases hidrológicas de nueve especies de peces.

Tabla 2
Clases de tallas

Clase	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Rango	0-10	>10-15	>15-20	>20-25	>25-30	>30-35	>35-40	>40-45
Clase	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Rango	>45-50	>50-55	>55-60	>60-65	>65-70	>70-75	>75 -80	>80-85

para todas las especies, mostrada en la tabla 2 (figura 4).

La composición de tallas fue variada a grandes rasgos para todas las especies a lo largo del periodo muestreado. La mayor proporción de tallas pequeñas (clases I a IV) fue observada en aguas altas y bajada de aguas, lo cual evidencia mayor actividad reproductiva en las especies durante las fases precedentes.

Estructura de tallas

Se capturaron individuos sin diferenciación sexual de *H. aimara* en casi todos los rangos, lo cual puede atribuirse a estados muy tempranos de madurez en las clases pequeñas, y a individuos en reposo en las clases grandes. La mayoría de las hembras de *M. rubripinnis* estuvieron en la clase de talla III. Los machos de *A. inermis* se concentraron en las cuatro primeras clases mientras que las hembras fueron más frecuentes a partir de 30 cm (figura 5).

En *D. carinatus* las hembras se concentraron en las clases de tallas más grandes. En los machos de *P. squamosissimus* la mayor proporción se concentró entre 30 y 45 cm y las hembras entre los 30 y 55 cm. El análisis de estructura de tallas demostró que para la mayoría de las especies las hembras son más grandes que los machos. Esta es una característica común entre los peces (16).

Relación fecundidad-longitud estándar

Sólo se encontró una correlación positiva ($p < 0,05$) entre la fecundidad y la LE para los Siluriformes, *A. inermis* ($R^2=76$) y *D.*

carinatus ($R^2=23,27$) y para el Perciforme *P. squamosissimus* ($R^2=29,11$). En los demás órdenes no hubo correlación significativa entre estos dos parámetros.

Comparación de pesos entre sexos

En el caso de *A. inermis* y *D. carinatus*, *L. gr. friderici*, *S. rhombeus* y *P. squamosissimus*, la prueba de contraste de Kruskal-Wallis indicó que las hembras exhibieron pesos significativamente ($p < 0,05$) mayores que los machos, lo cual se ha observado en otras especies (15). En relación con los Characiformes, no se pudieron realizar comparaciones para *A. microlepis* y *L. arcus* debido a la poca cantidad de machos encontrados. No se encontraron diferencias significativas entre los pesos de machos y hembras de *H. aimara*. Mientras que los machos de *M. rubripinnis* tuvieron pesos significativamente mayores ($p < 0,05$) que las hembras.

Relación talla-peso y factor de condición

La relación talla-peso para cada una de las 9 especies estudiadas se muestra en la tabla 3 (figuras 6 y 7).

En todas las especies se observó un aumento del factor de condición entre subida y aguas altas. Se observaron tendencias inversas entre el factor de condición y el IGS. Ribeiro *et al.*, encontraron mejores condiciones al inicio del periodo reproductivo, lo cual se atribuye al mayor tamaño y peso de las gónadas en esta época (14). En el presente estudio los bajos valores del factor de condición en subida de aguas sugieren que ya se había iniciado la desova, lo cual se asocia a

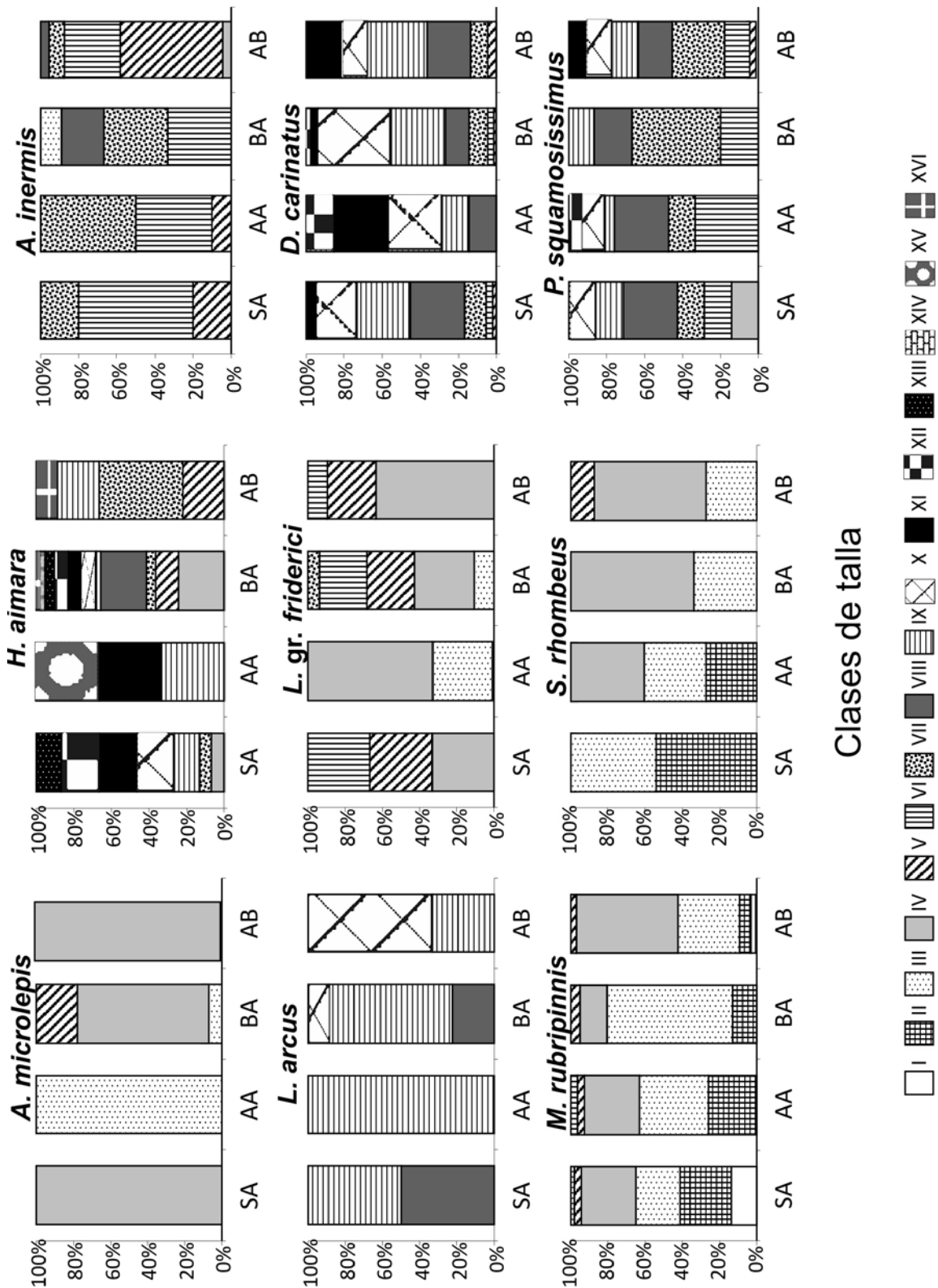


Figura 4. Variación proporcional de las clases de tallas durante las fases hidrológicas por especie.

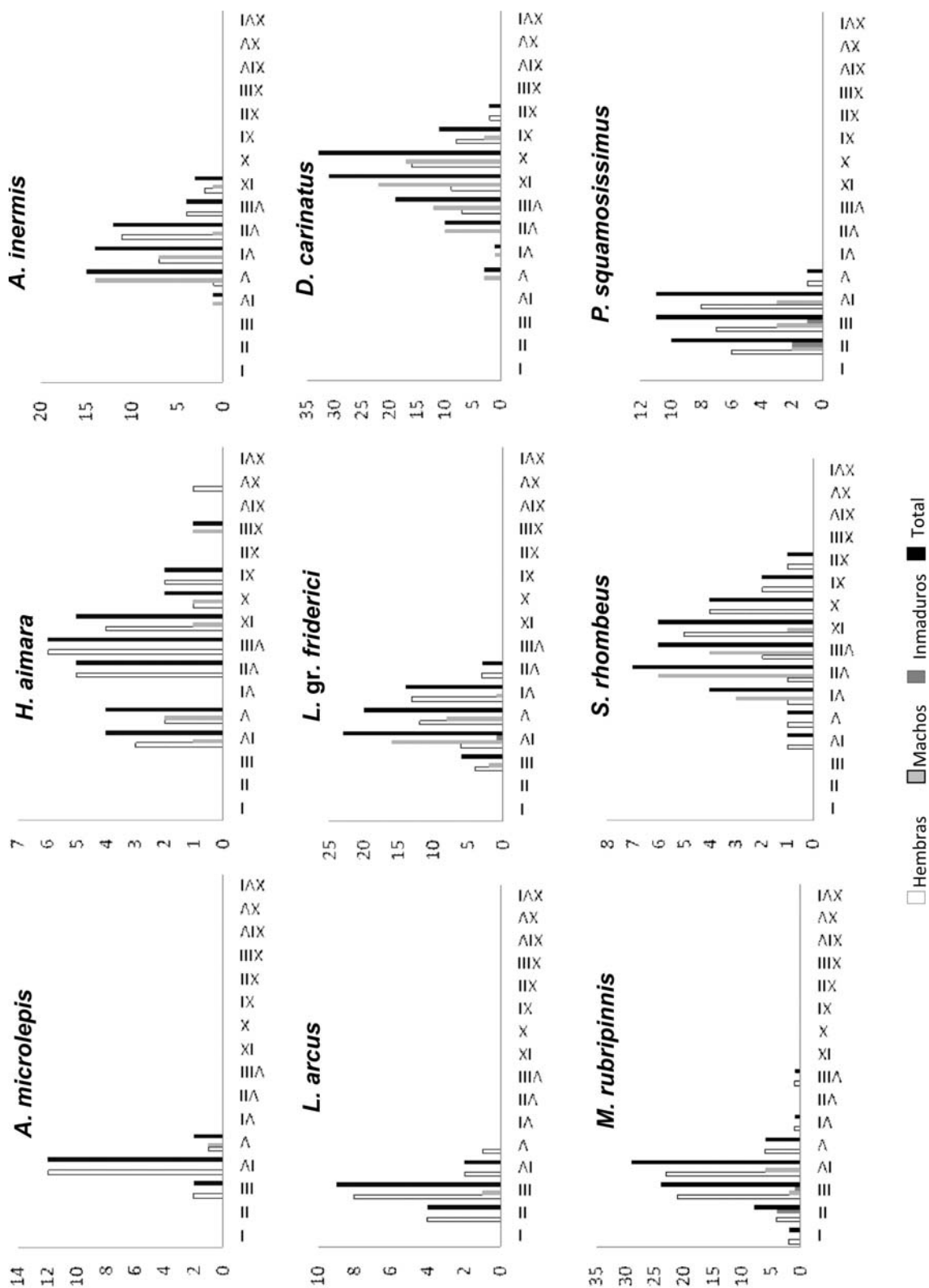


Figura 5. Estructura de tallas de los peces estudiados para todo el periodo de estudio expresada en número de individuos por clase de talla.

Tabla 3
Relación talla-peso de nueve especies de peces en la cuenca del alto río Caura

Especies	Río Kaka'da Relación Talla-Peso
<i>Acestrorhynchus microlepis</i>	$P = 0,0595 * LE^{1,82}$
<i>Ageneiosus inermis</i>	$P = 1,05 * LE^{2,79}$
<i>Doras carinatus</i>	$P = 3,77 * LE^{1,738}$
<i>Hoplias aimara</i>	$P = 5,781 * LE^{3,19}$
<i>Leporinus arcus</i>	$P = 0,19 * LE^{2,83}$
<i>Leporinus gr. friderici</i>	$P = 1,507 * LE^3$
<i>Myleus rubripinnis</i>	$P = 8,99 * L^{2,90}$
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	$P = 1,5 * LE^{3,28}$
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	$P = 2,72 * LE^{3,06}$

la pérdida de peso luego de la expulsión de gametos y a la alta inversión energética en la producción de éstos (17). Los mayores valores del factor de condición entre aguas altas y bajada de aguas se asocian con la recuperación luego del periodo reproductivo y a una mayor disponibilidad de alimento por la aparición temporal de nuevos hábitat, particularmente en los bosques inundados.

Talla media de madurez sexual

Se calculó L_{50} para siete de las nueve especies debido a la disponibilidad de datos. Igualmente, sólo fue posible calcular L_{50} para cada sexo para *D. carinatus*, para el resto de las especies se realizó con base en toda la población, con machos, hembras e individuos indiferenciados sexualmente agrupados y para *A. inermis* sólo para las hembras, que fue de 32,5 cm, ya que se presentaron machos maduros en el rango de tallas menor, lo cual sugiere que los machos maduran siendo más pequeños (7). Esta fue mayor que para los congéneres *A. magoi* y *A. ucayalensis* (11). La L_{100} fue de 42,5 cm. En *D. carinatus* la L_{50} para machos y para toda la población se fija en 37,5 cm. Por su parte, en las hembras la L_{50} fue mayor, 42,5 cm. Esto ha sido reportado para otros Silurifor-

mes (11). La L_{100} para el total fue de 47,5 cm (figura 8).

H. aimara alcanzó una L_{50} de 32,5 cm y L_{100} de 42,5 cm, no se encontraron individuos maduros en la clase VI. La L_{50} de *L. gr. friderici* es de 22,5 cm y la L_{100} de 32,5 cm. Para *M. rubripinnis* se estableció la talla media de 22,5 cm que difiere de 9 cm para peces en cautiverio, y la L_{100} de 27,5 cm. En *S. rhombeus* la L_{50} es de 17,5 cm y la L_{100} en 27,5 cm (12).

No se pudo calcular la L_{50} de *P. squamosissimus* debido a que habían individuos maduros en todas las clases de tallas, sin embargo otros autores apuntan una L_{50} de 36 cm a 16 cm (11, 18). En este trabajo se colectaron peces maduros desde 20 cm. La L_{50} es un parámetro que puede variar en una misma especie entre localidades y entre épocas, ya que el crecimiento y la maduración están influenciados por condiciones ambientales, que pueden variar espacial y temporalmente (17).

Variación temporal de la acumulación de grasa celomática

A las especies *A. inermis* y *P. squamosissimus*, no se les observó acumulación significativa de grasa durante el periodo

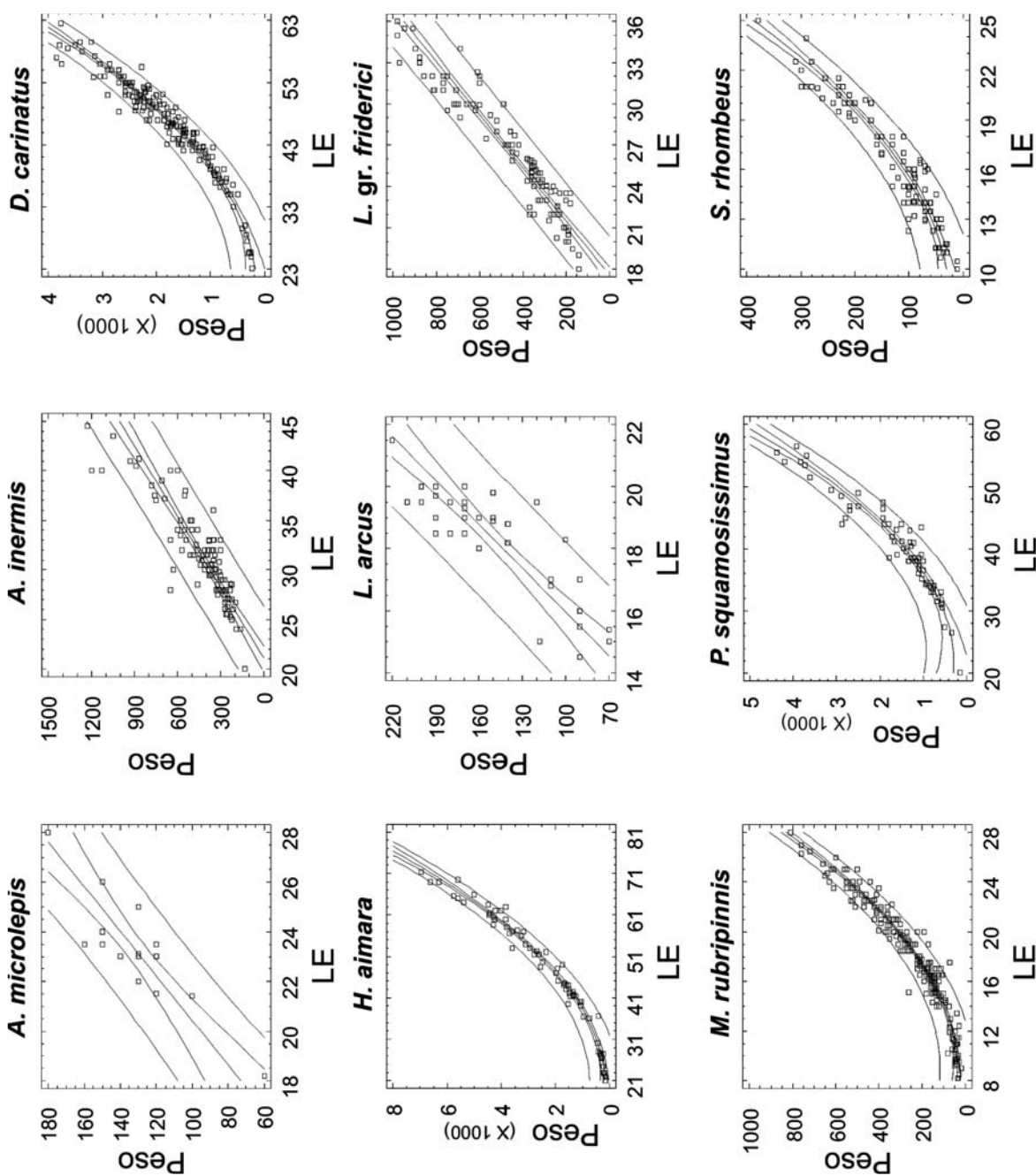


Figura 6. Modelo ajustado de la relación longitud estándar y peso de las nueve especies de peces.

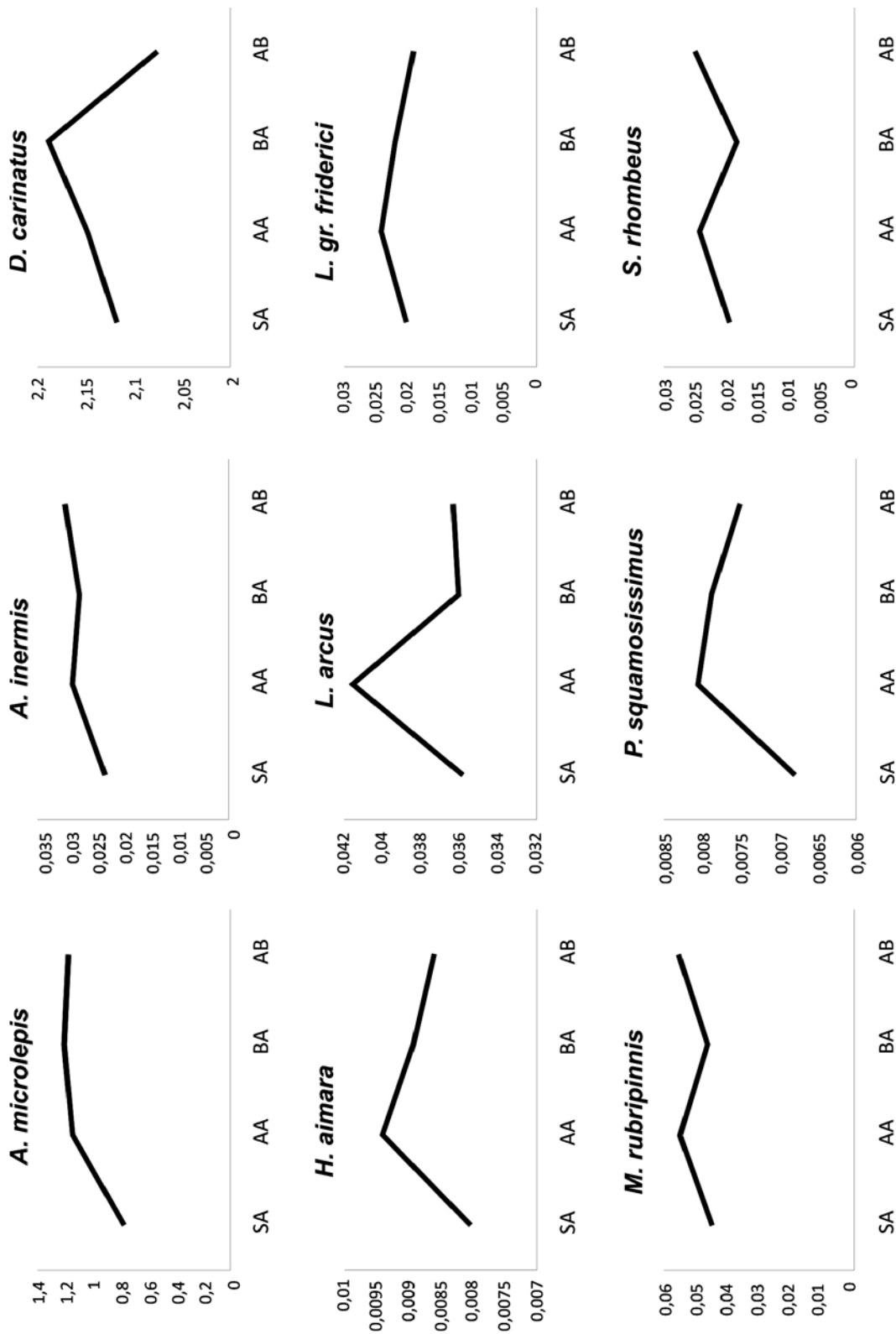


Figura 7. Factor de condición promedio por fase hidrológica.

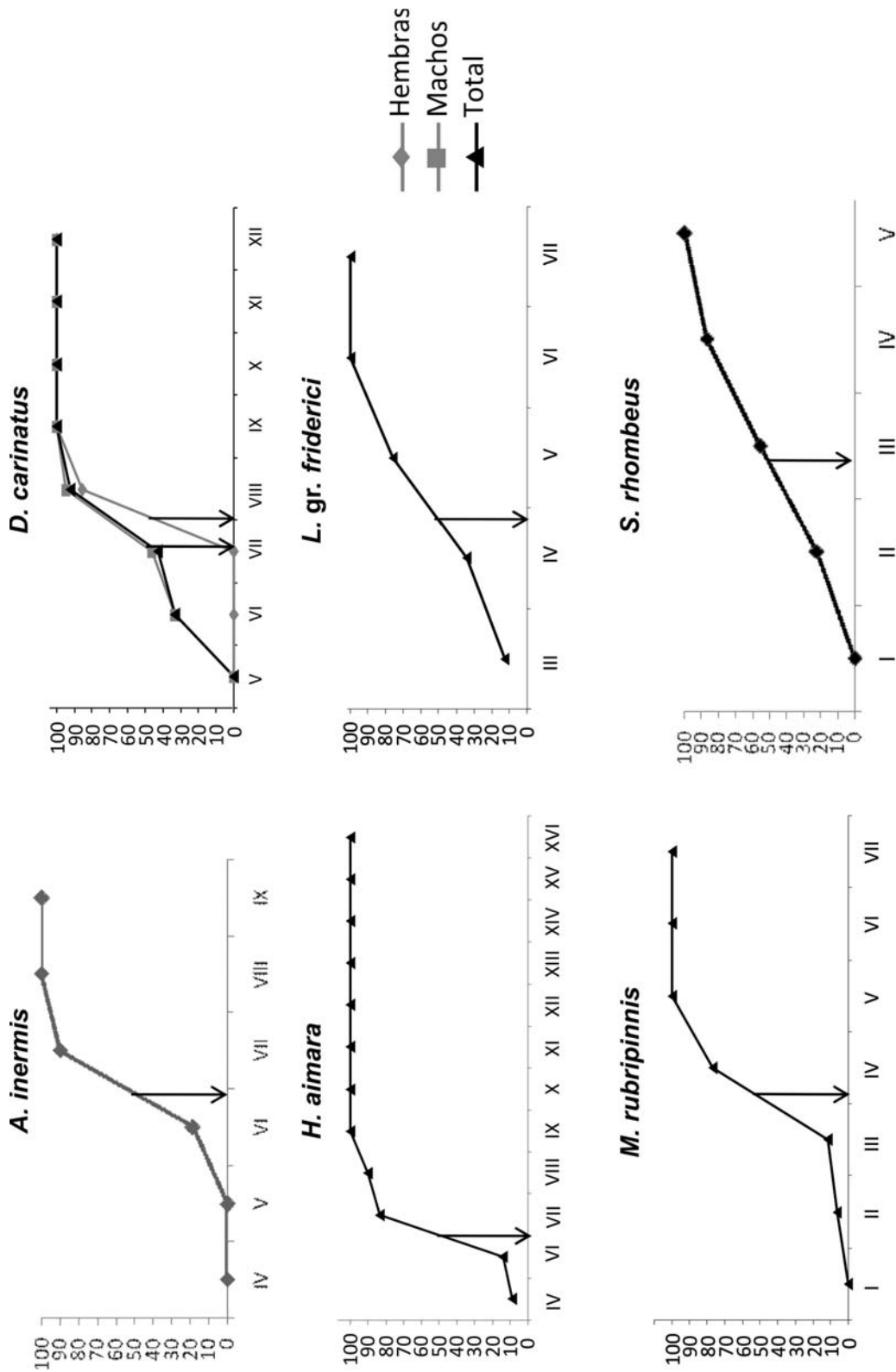


Figura 8. Frecuencia porcentual de individuos maduros por clases de talla y por categorías sexuales para seis especies. La flecha hacia abajo indica la longitud en el cual el 50% de los individuos inician su madurez sexual (L50).

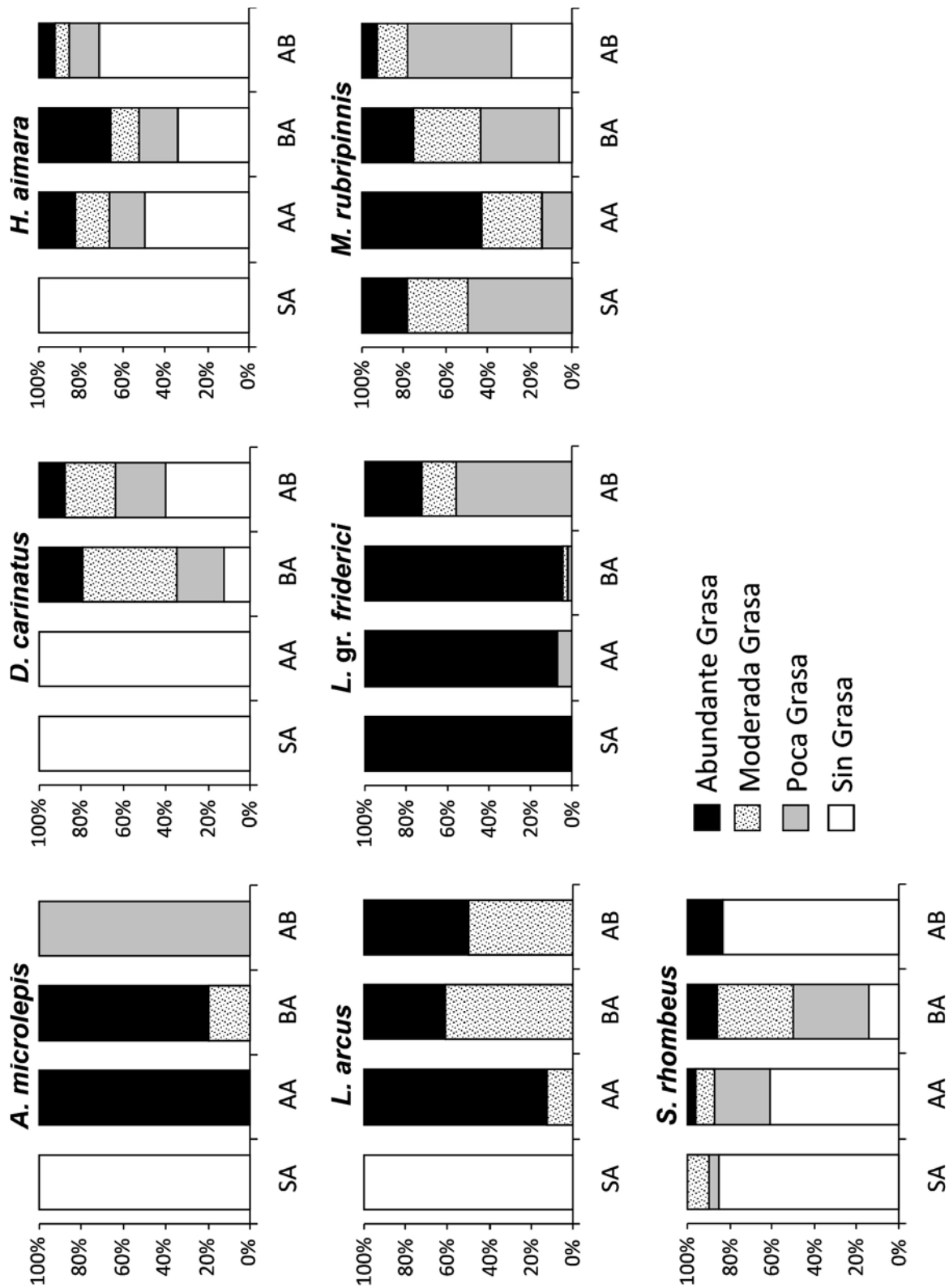


Figura 9. Variación proporcional del contenido de grasa celomática durante las fases hidrológicas para siete especies.

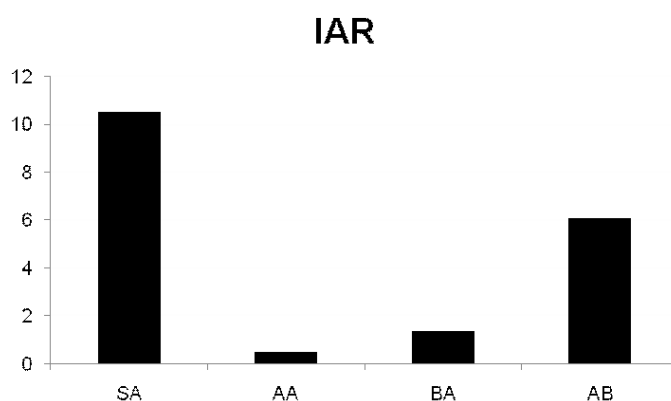


Figura 10. Índice de actividad reproductiva de la comunidad de peces del río Kaka' da por fase hidrológica.

muestreado. En los Characiformes la mayor acumulación de grasa tuvo lugar entre aguas altas y bajada de aguas. En *D. carinatus* sólo se observaron individuos con moderada a abundante grasa durante bajada de aguas y aguas bajas. La mayor presencia de grasa se observó en aguas altas y bajada de aguas, junto con los mayores valores del factor de condición. En este periodo los peces se dedican a alimentarse y acumular grasa para recuperar la energía invertida en la reproducción y las condiciones de sus gónadas (17). Es por ello que en este momento también fueron más abundantes los individuos en reposo (figura 9).

Índice de actividad reproductiva

Durante subida de aguas se detectó la actividad reproductiva más intensa. La actividad reproductiva se inicia durante aguas bajas de forma moderada y se va volviendo muy intensa durante el inicio de la estación lluviosa, indicando una reproducción estacional en la mayoría de las especies estudiadas, a excepción de *P. squamosissimus*, *D. carinatus*. Este tipo de reproducción prevalece en los ecosistemas de agua dulce del Orinoco y el Amazonas (2, 10, 16, 19) (figura 10).

Conclusiones

En este trabajo se ofrece información acerca de los aspectos reproductivos de pe-

ces del alto Caura que constituyen un avance para el conocimiento de las comunidades icticas en esta zona, para la cual no existían trabajos previos en este tema. Las especies mostraron distintas estrategias que se manifiestan en diferentes características reproductivas como la fecundidad y el diámetro de ovocitos. Sin embargo existen tendencias comunes para la mayoría como la dominancia de hembras y mayores tamaños de las mismas. La fase de subida de aguas es la época en la cual la reproducción de los peces ocurre con mayor intensidad, para que luego en aguas altas, con la nueva disponibilidad de alimentos en los bosques inundados, los peces y las nuevas cohortes puedan acumular grasa y prepararse para el periodo reproductivo siguiente.

Agradecimientos

Wildlife Conservation Society (WCS), Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Asociación Indígena de Alto Caura KUYUJANI. Primera promoción de Parabiólogos WCS, UNEG, KUYUJANI 2009. Biólogos Anna Veit y Carlos Valeris. Parabiólogos Williams Sarmiento, Fernando Rodríguez y Manuel Azatali. Coordinador de logística de campo José Mejías.

Referencias bibliográficas

1. WINEMILLER K.O. *Oecologia* 81:225-241. 1989.

2. LASSO C., SEÑARIS J., LASSO O., CASTROVIEJO J. *Acta Biol Ven*, 16 (1): 1-31. 1995.
3. LASSO C., RIAL A., LASSO-ALCALÁ M. *Acta Biol Ven*, 19 (2): 1-28. 1999.
4. CHERNOFF B., MACHADO-ALLISON A., RISENG K., MONTAMBAULT J. *Una Evaluación Rápida de los Ecosistemas Acuáticos de la Cuenca del Río Caura, Estado Bolívar, Venezuela*. Boletín RAP de Evaluación Biológica No. 28. 2003.
5. MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA EL AMBIENTE (MPPA). *Análisis Ecológico Social y Ordenamiento Territorial de la Región del Río Caura*. Base Técnica-Versión Preliminar. Caracas. 2007.
6. NIKOLSKY C. *The Ecology of Fishes*. Academic Press, London and New York. 1963.
7. VAZZOLER A. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM, Maringá. 1996.
8. LE CREN E.D. *J Anim Ecol*, 20: 201-219. 1951.
9. LIMA-JUNIOR S., BRAZ I., GOITEIN R. *Acta Scientiarum, Animal Sciences*. 24:2. 397-400. 2002.
10. AGOSTINHO A., SUZUI H., SAMPAJO A., BORGES J. *IX Encontro Brasileiro de Ictiologia*. 1-53. Maringá (Brasil). 1991.
11. CASTILLO O., TAPHORN D. *Los peces en la pesca de consumo del río Apure. Una guía de identificación de las principales especies*. BIOCENTRO, Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Ezequiel Zamora. 2002.
12. TAPHORN D. *Biollania, edición especial* No. 4. 537 pp. 1992.
13. MARCIANO F., ESPÍNDOLA E.; ROCHA O., MORETTO E. *XVI Encontro Brasileiro de ictiologia*. Maringá (Brasil). 1-9. 2005.
14. RIBEIRO A., DE ANDRADE D., VAZQUEZ M., SOUZA G. *Pesqui Agropecu Bras* 40 (8): 789-795. 2005.
15. DAZA F. Estudio preliminar del ciclo anual de los movimientos (*Piaractus brachy-pomus*) (Cuvier 1818), (Characiformes, Characidae) y algunos aspectos de su ecología en la cuenca del bajo río Caura, estado Bolívar, Venezuela. Para obtener título de *Magister Scientiarum*. Universidad Nacional Experimental de Guayana (Venezuela). 115 pp. 2006.
16. BARBIERI G., ANDRÉ F., CESTAROLLI M., RIBEIRO A. *Acta Scientiarum, Animal Sciences*. 6 (2): 169-174. 2004.
17. WOOTTON R.J. *Ecology of teleost fishes*. London: Chapman and Hall. Fish and Fisheries series, 1. 1995.
18. CARNELÓS C., BENEDITO-CECILIO E. *Braz Arch Biol Tech* 45 (3): 317-324. 2002.
19. ANDRADE P., BRAGA F. *Braz J Biol* 65 (3): 387-394. 2005.