

148188

Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek
Institute for Marine Scientific Research
Prinses Elisabethlaan 69
8401 Bredene - Belgium - Tel. 059/80 37 15

Variación estacional de la velocidad de digestión en dos especies de peces lutiánidos, la biajaiba (*Lutjanus synagris*) y el caballero (*Lutjanus griseus*)

LUIS M. SIERRA SIERRA y RODOLFO CLARO MADRUGA

RESUMEN. Se presentan los resultados de seis experimentos realizados en diferentes meses de un año para determinar las variaciones estacionales de la velocidad de digestión de la biajaiba, *Lutjanus synagris* Linnaeus, y del caballero, *Lutjanus griseus* Linnaeus. Se comprobó una estrecha relación entre la temperatura del agua y la velocidad de digestión de los alimentos, observándose en ambas especies que este proceso, durante los meses de verano, ocurre dos veces más rápido que en invierno, aún cuando la diferencia de temperatura entre ambos periodos no sobrepase los 5-6°C.

Se observó, además, que en horas de la madrugada, al bajar la temperatura unos 2°C con respecto a la máxima diurna, se produce una disminución en la velocidad de digestión, e incluso una paralización de este proceso, especialmente en invierno. Se observó una mayor velocidad de digestión en la biajaiba que en el caballero. En un experimento utilizando como alimento al cangrejo de fango (*Uca* sp.), se demostró que éste es digerido más lentamente que la sardina (*Harengula* sp.).

1. INTRODUCCIÓN

Las variaciones estacionales de los procesos fisiológicos de los peces tropicales han sido muy poco estudiadas hasta el momento. Sin embargo, estos aspectos son de vital importancia para interpretar correctamente las características biológicas de cada especie y sus interrelaciones con el medio. Evidentemente, en los peces tropicales existen marcadas diferencias estacionales en algunos de sus procesos biológicos, lo cual se observa en los resultados de varios autores (LIPSKAYA, 1966; OVEN y SALIEJOVA, 1970; CLARO, 1976; y otros). Tales variaciones pueden ser motivadas por los cambios de las condiciones ambientales, aunque también pueden ser parte del conjunto de adaptaciones filogenéticas de cada especie.

La velocidad de digestión de los alimentos, como parte del proceso de asimilación, puede ser considerada como un indicador indirecto de la in-

Manuscrito aprobado el 22 de marzo de 1979.

L. M. Sierra y R. Claro pertenecen al Instituto de Oceanología, de la Academia de Ciencias de Cuba.

tensidad del metabolismo. Se sabe que los depredadores activos poseen una velocidad de digestión más alta, por pasar parte del tiempo en busca de alimento, y; evidentemente estos depredadores poseen un gasto energético más alto (RESHETNIKOV *et al.*, 1975).

Varios autores han señalado que existe una estrecha relación entre la temperatura del agua y la velocidad de digestión de los peces (ARNOLD y FORTUNATOVA, 1937; KARPEVICH y BOKOVA, 1937; KARPEVICH, 1941; FABIAN *et al.*, 1963; SMITH, 1967; TYLER, 1970; FORTUNATOVA y POPOVA, 1973; RESHETNIKOV *et al.*, 1974, 1975; y otros).

Por supuesto que otros factores también influyen en las características de este proceso, como son el tipo, el tamaño y la edad del depredador, y el tipo de presa, la densidad de su cubierta de escamas, el peso, etc. (MANTEIFIEL *et al.*, 1965). Varios factores bioquímicos intervienen en este proceso; por ejemplo, se sabe que la producción de enzimas y la acción de las enzimas proteolíticas pueden aumentar o disminuir en función de la temperatura. Además, podemos asumir que la velocidad de digestión sufre variaciones como consecuencia de los cambios que ocurren en otros procesos fisiológicos del organismo, en relación con el ciclo anual.

Es interesante señalar que la mayor parte de los experimentos se han realizado con especies de latitudes templadas o frías, siendo por ello poco conocidas las características de este proceso en aguas tropicales. RESHETNIKOV *et al.* (1974, 1975) estudiaron las variaciones de la velocidad de digestión de un grupo de especies, principalmente de la familia *Lutjanidae*, en tres épocas del año, observando que la velocidad de digestión en verano es dos veces más rápida que en invierno.

Considerando la necesidad de establecer las características específicas de estos procesos en cada especie, como aspecto importante de la ecología de la alimentación y como contribución al conocimiento de estos procesos en los peces tropicales, nos planteamos la tarea de estudiar las variaciones estacionales de la velocidad de digestión en dos especies de importancia económica en Cuba: la bíaiba (*Lutjanus synagris*) y el caballero (*Lutjanus griseus*).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en Cayo Flamenco (plataforma suroccidental de Cuba, 22° 2' N, 81° 35' W), en los meses de febrero, marzo, junio, agosto, octubre, y diciembre de 1977.

Los peces fueron tomados de las capturas comerciales (alrededor de 40 por cada experimento) y transportados hasta los viveros (10 en total), construidos con malla de "nylon" (con orificios de 1 mm), cuyas dimensiones eran 100/60/70 cm.

Los ejemplares vivos se trasladaron hasta los viveros en un tanque plástico de 50 galones de capacidad, al cual se le cambiaba el agua varias veces para evitar el *stress* por falta de oxígeno.

Los peces fueron capturados principalmente con nasas, tras lo cual no recibieron alimento alguno durante 48 horas como mínimo en invierno, y 24 horas en verano, a fin de que el tracto digestivo quedara completamente vacío. Antes de ofrecerle el alimento a cada pez, se le hacía una marca en una de las aletas (cortándole determinado número de espinas o radios), con el fin de identificarlo.

Se utilizó el método de alimentación forzada: a cada pez se le introdujo por la boca hacia el estómago un pedazo de sardina (*Harengula* sp.) previamente pesado. Cada pedazo era colocado en la garganta del pez con una pinza y se esperaba a que el propio pez lo tragara definitivamente (PAVLOVSKII, 1961). Después, los peces eran colocados en los viveros con sus marcas correspondientes. La mayoría de los peces soportaron esta alimentación aunque algunos vomitaron durante las primeras horas, fundamentalmente en los experimentos realizados en invierno. A intervalos de 3 horas se sacrificaron de 3 a 5 ejemplares, pesándose los residuos de alimento que quedaban en el estómago y fijándose su estadio de digestión según una escala de 5 puntos.

Dado que las especies objeto de estudio se alimentan en gran medida de crustáceos, en un experimento realizado en el mes de marzo se utilizó como alimento el cangrejo de fango (*Uca* sp.).

El largo horquilla de los peces utilizados osciló entre 19 y 26 cm ($\bar{X} = 25,7$ cm) en la biajaiba, y entre 20 y 28 cm ($\bar{X} = 25,7$ cm) en el caballero. El peso del alimento suministrado constituyó del 3 al 8% del peso del pez sin vísceras en la biajaiba, y del 2,6 al 8,4% en el caballero.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período de invierno se efectuaron dos experimentos (en diciembre y en febrero), con temperaturas del agua características para la mayor parte de la estación invernal en esta región (23-26,5°C). Generalmente, durante los días de azote de los vientos del N (frentes fríos), la temperatura del agua disminuye en horas de la madrugada, a veces hasta 22°C; no obstante, esto ocurre raramente, sobre todo en la costa S. Fuera de estos momentos, la temperatura se mantiene generalmente por encima de los 24°C. Por tanto, podemos considerar los resultados de estos experimentos como representativos de la estación invernal en la zona de estudio.

Como puede observarse en las Figs. 1 y 2, la digestión total del alimento (sardinias) en el mes de diciembre se efectuó en 47 horas como promedio, tanto para las biajaibas como para los caballeros, con temperaturas del agua que fluctuaron entre 24,5 y 26,7°C en ambos casos. En el mes de febrero las biajaibas digirieron el alimento en 45 horas, con temperaturas entre 24 y 26°C, mientras que los caballeros demoraron 50 horas como promedio.

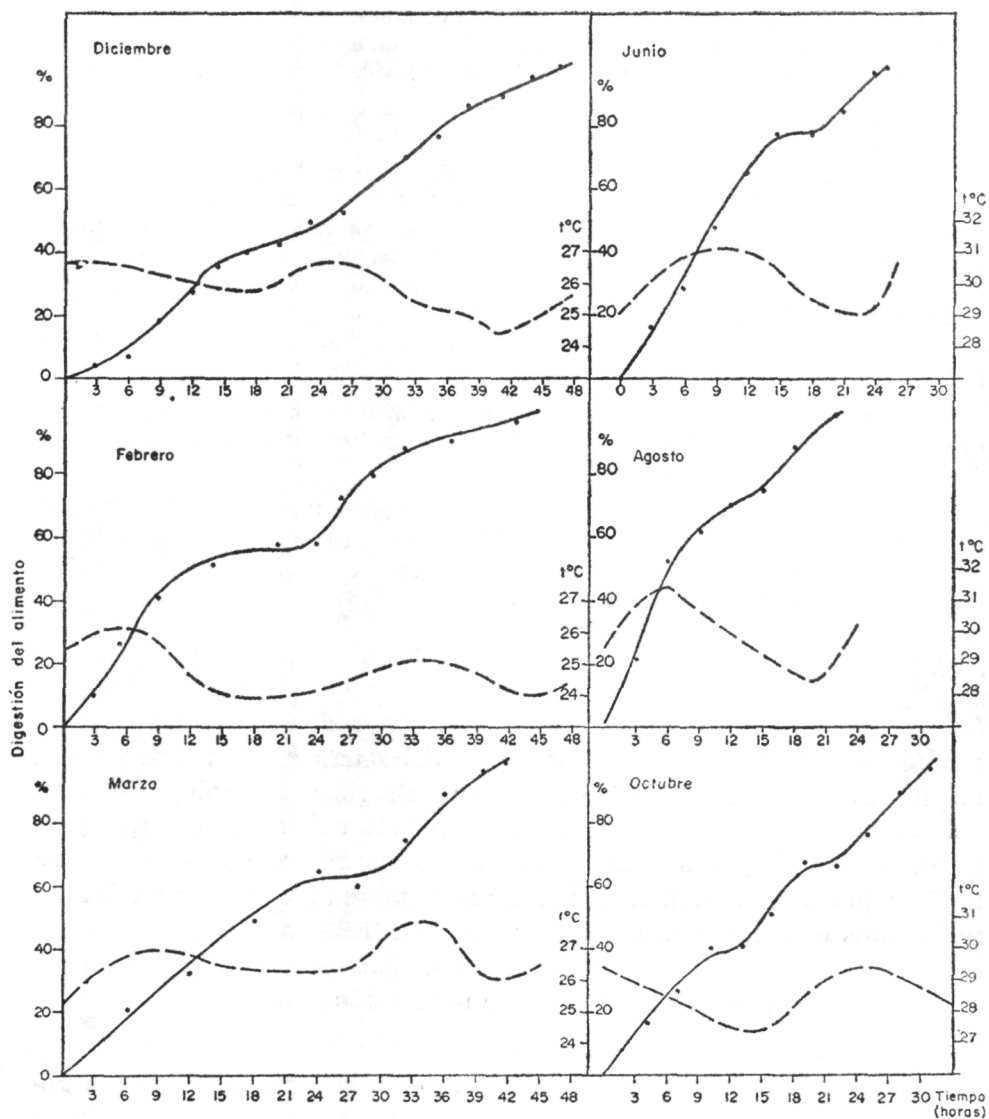


FIG. 1. Variación estacional de la velocidad de digestión de la biajaiba, *Lutjanus synagris*, alimentado con sardinias (—), en dependencia de la temperatura del agua (---).

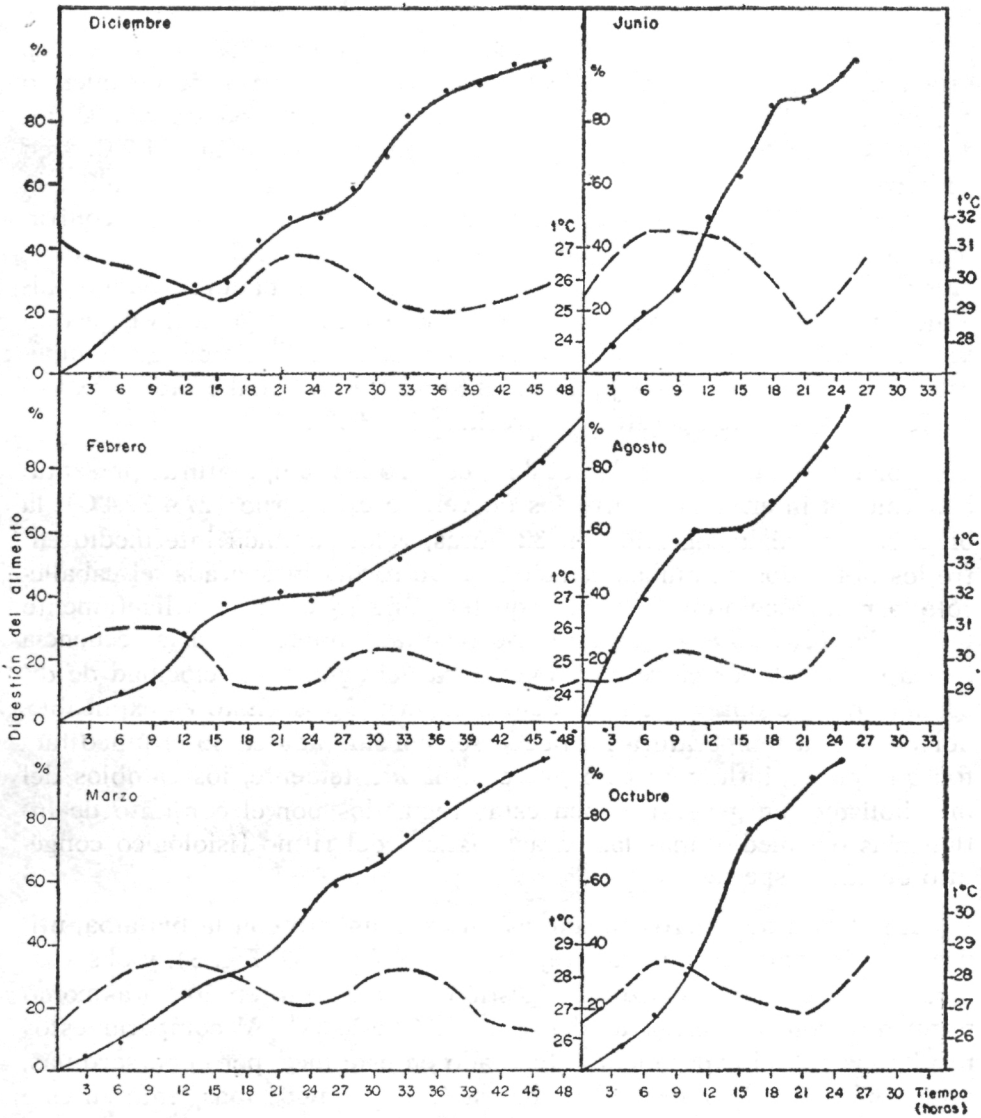


FIG. 2. Variación estacional de la velocidad de digestión del caballero, *Lutjanus griseus*, alimentado con sardinas (—•—), en dependencia de la temperatura del agua (---).

En marzo se observó un pequeño aumento de las temperaturas, lo que a su vez se reflejó en un incremento de la velocidad de digestión, la cual se efectuó en 42 horas por la biajaiba (a 25,3-28,0°C), mientras que el caballerote lo hizo en 45 horas, a pesar de que las temperaturas fueron un poco mayores durante este experimento (26,4-28,4°C).

Durante los meses de junio y agosto se repitieron los experimentos, esta vez en condiciones climáticas características del verano en nuestro archipiélago. En junio, la digestión total del alimento ocurrió en 25 horas como promedio en la biajaiba, con temperaturas de 29,1-31,2°C, y en 26 horas por el caballerote, siendo la temperatura mínima de 28,6°C y la máxima de 31,5°. Debemos señalar que todas las biajaibas se encontraban con las gónadas maduras o en proceso de desove. Los caballerotes, en su mayoría, aún se encontraban en estadio II de madurez, aunque algunos ya tenían las gónadas maduras. En el mes de agosto la digestión total del alimento se efectuó sólo en 22 horas por la biajaiba, con temperaturas similares a las de junio (28,3-31,5°C), y el caballerote la realizó en 25 horas, con temperaturas parecidas (29,3-30,6°C).

Por último, en el mes de octubre, cuando las temperaturas presentaban valores intermedios entre los de verano e invierno (27,4-29,4°C), la biajaiba realizó la digestión en 32 horas, valor también intermedio entre los obtenidos en ambas estaciones. De forma inesperada, el caballerote la realizó sólo en 25 horas, con temperaturas del agua ligeramente más bajas (26,5-28,7°C). Este último resultado no conserva la secuencia lógica de relaciones entre la temperatura del agua y la velocidad de digestión, que se observa en los demás experimentos. Esto es explicable, por cuanto la temperatura no puede ser considerada como el único factor que puede influir en este proceso. Evidentemente, los cambios del metabolismo, en general, deben estar regulados por el conjunto de influencias del medio, más las características del ritmo fisiológico congénito de cada especie.

En el mes de marzo realizamos un experimento con la biajaiba, utilizando como alimento al cangrejo de fango, *Uca* sp. (Fig. 3), y observamos que la biajaiba realizó la digestión del alimento en 50 horas como promedio, con temperaturas del agua de 23,6-26,6°C. Al comparar estos resultados con el experimento efectuado en este mes, pero con sardinas, observamos que la velocidad de digestión es un poco más lenta en este caso (8 horas de diferencia), debido, al parecer, a la cubierta quitinosa que poseen los cangrejos.

Comprobamos que existe una estrecha relación entre el alcance de los diferentes estadios de digestión y la temperatura del agua en ambas especies (Tabla 1 y 2), observando que el estadio V de digestión se al-

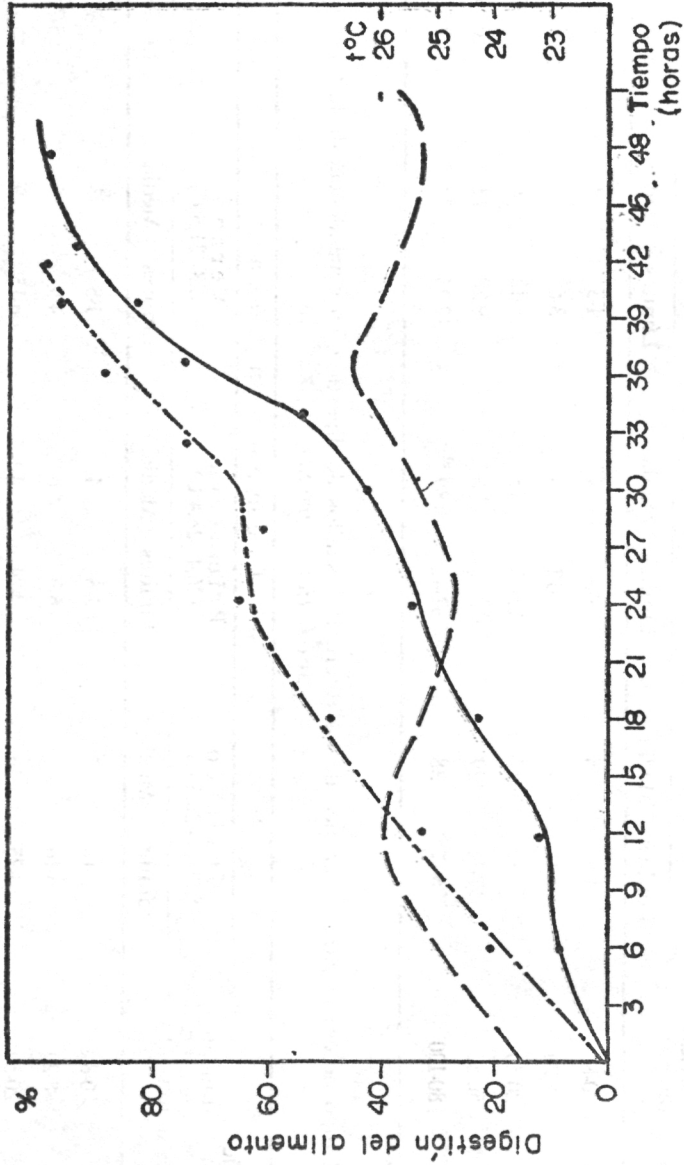


Fig. 3. Comparación de la velocidad de digestión de la bíaiba, *Lutjanus synagris*, alimentada con sardinas (- - -•- -) y con cangrejos (—•—), en dependencia de la temperatura del agua (- - -•- -).

TABLA 1. Tiempo necesario para el alcance de los diferentes estadios de digestión, en dependencia de la temperatura del agua, para *Lutjanus synagris*.

| Estadio de digestión del alimento | Alimento digerido (en %) | Tiempo (en horas) | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|-------------------------|-------|--------------------|-------|---------------------|-------|
| | | Invierno (23,5 - 26,5°C) | | Primavera (26 - 27,5°C) | | Verano (28 - 31°C) | | Otoño (27 - 29,5°C) | |
| | | Límites | Media | Límites | Media | Límites | Media | Límites | Media |
| I | 0-8 | 1-8 | 5 | 1-6 | 4 | 1-3 | 2 | 1-4 | 3 |
| II | 8-20 | 6-14 | 11 | 6-12 | 8 | 3-6 | 5 | 4-7 | 6 |
| III | 20-50 | 8-32 | 17 | 12-18 | 15 | 6-12 | 8 | 7-22 | 11 |
| IV | 50-80 | 17-34 | 29 | 18-32 | 26 | 9-20 | 13 | 16-25 | 19 |
| V | 80-100 | 26-47 | 38 | 32-42 | 39 | 12-25 | 22 | 22-32 | 27 |

TABLA 2. Tiempo necesario para el alcance de los diferentes estadios de digestión, en dependencia de la temperatura del agua, para *Lutjanus griseus*.

| Estadio de digestión del alimento | Alimento digerido (en %) | Tiempo (en horas) | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|---------------------------|-------|----------------------|-------|-----------------------|-------|
| | | Invierno (24,5 - 26,5°C) | | Primavera (26,4 - 28,4°C) | | Verano (28 - 31,5°C) | | Otoño (26,5 - 28,7°C) | |
| | | Límites | Media | Límites | Media | Límites | Media | Límites | Media |
| I | 0-8 | 1-10 | 5 | 1-6 | 4 | 1-5 | 3 | 1-7 | 5 |
| II | 8-20 | 6-16 | 8 | 6-9 | 6 | 4-9 | 5 | 5-7 | 6 |
| III | 20-50 | 10-25 | 16 | 9-24 | 14 | 6-15 | 9 | 7-13 | 11 |
| IV | 50-80 | 19-46 | 31 | 24-33 | 28 | 9-23 | 16 | 13-19 | 17 |
| V | 80-100 | 31-50 | 41 | 33-45 | 40 | 18-26 | 23 | 19-25 | 23 |

canza durante el verano en 22 horas (como promedio) en la biajaiba y 23 horas en el caballero, y en el invierno en 38 horas en la biajaiba y 41 horas en el caballero.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos corroboran los reportados por RESHETNIKOV *et al.* (1974) para los lutiánidos en su conjunto y concretan las características del proceso de digestión para cada especie.

Nuestros datos demuestran que, durante los meses de verano, la velocidad de digestión en ambas especies es aproximadamente el doble o más que durante el invierno, con diferencias de temperatura de sólo 5 ó 6°C. Debemos señalar que esto ocurre, precisamente, en los meses en que se ha reportado un incremento en la intensidad de la alimentación en ambas especies (R. Claro)¹.

La velocidad de digestión de la biajaiba, en casi todos los experimentos fue mayor que la del caballero, especialmente durante las primeras horas. Esto, evidentemente, está relacionado con una mayor actividad natoria de la biajaiba. Esta especie se observa generalmente moviéndose casi constantemente sobre fondos de seibadal o por encima de los cabezos, donde el movimiento es una forma de protección, mientras que el caballero pasa la gran parte del tiempo entre los arrecifes, piedras, u obstáculos del fondo, donde encuentra abrigo contra los depredadores, con un gasto energético menor. Durante los experimentos, la biajaiba se mostraba en los viveros más activa y asustadiza que el caballero.

En todos los experimentos realizados se observó una estrecha relación entre las variaciones diurnas de la temperatura y la velocidad de digestión. En horas de la noche y la madrugada, la temperatura bajó hasta 2-2,5°C en relación a la máxima observada durante el día, determinando una disminución de la tasa de digestión del alimento e, incluso, una paralización de ese proceso, cuando la disminución de la temperatura ocurre en la primera mitad del período de digestión, especialmente en los meses de invierno. Estos datos demuestran que aun una diferencia tan pequeña de temperatura puede provocar notables cambios en los procesos fisiológicos, y determina, además, la existencia de un marcado ritmo diario del metabolismo en estas especies.

Este aspecto tiene importancia desde el punto de vista metodológico, al tratar de establecer el ritmo diario de la alimentación de la especie. Varios autores (Longley y Hildebrand, 1941; Randall, 1967; Hobson, 1968; y otros) plantean que los lutiánidos y otras especies tropicales se alimen-

¹ Trabajo en preparación sobre las características alimentarias de la biajaiba, *Lutjanus synagris*, en la plataforma suroccidental de Cuba.

tan fundamentalmente al anochecer y al amanecer. Sin embargo, nuestros datos indican que, si la temperatura del agua baja 2-3°C en horas de la noche, prácticamente no ocurre actividad digestiva, por lo cual una presa capturada en horas de la noche puede permanecer casi intacta hasta las primeras horas de la mañana del siguiente día, dando la impresión de haber sido capturada al amanecer.

5. CONCLUSIONES

1. Existe una estrecha relación entre la velocidad de digestión y la temperatura del agua en el caballero y la biajaiba, siendo en el verano dos veces más rápida que en el invierno.
2. Las variaciones diurnas de la temperatura provocan alteraciones en la velocidad de digestión de ambas especies, observándose que, en horas de la madrugada, cuando la temperatura baja 2-3°C con relación a la máxima diurna, el proceso de digestión casi se detiene, fundamentalmente en invierno.
3. La velocidad de digestión de la biajaiba es algo mayor que la del caballero durante todo el año, lo que evidentemente se relaciona con el gasto energético de cada especie.
4. Los crustáceos son digeridos por la biajaiba más lentamente que los peces, debido a la cubierta quitinosa que poseen los primeros.

RECONOCIMIENTO

Agradecemos la colaboración prestada por José E. García, Olban Santana, y la Lic. Georgina Bustamante, en la realización de los experimentos, así como por el colectivo de trabajadores de la Zona IV (Cayo Flamenco) de Batabanó y pescadores de dicha zona, quienes nos facilitaron los peces necesarios para realizar los experimentos. Agradecemos, asimismo, a la compañera Miriam Báez la confección mecanográfica del trabajo.

REFERENCIAS

- ARNOLD, L. V., y FORTUNATOVA, K. F. (1937): Estudio experimental de la alimentación de los peces del Mar Negro [en ruso]. *Dokl. Acad. Cien. URSS*, 15(3):505-508.
- CLARO MADRUGA, R. (1976): *Ecología y dinámica de algunos índices biológicos de los peces lutjánidos de Cuba* [en ruso]. Tesis de C.Sc., Departamento de Ictiología, Universidad Lomonosov, Moscú, 150 pp. [Autoepítome].
- CLARO MADRUGA, R., y RESHETNIKOV, Y. S. [en prensa]: Algunas características biológico-pesqueras de la biajaiba, *Lutjanus synagris* (Linnaeus) (Pisces: Teleostei), en la plataforma suroccidental de Cuba. *Acad. Cien. Cuba, Inf. Cient.-Téc.*
- FABIAN, G., MOLNAR, G., y TOLG, I. (1963): Comparative data and enzyme kinetic calculation in changes caused by temperature in duration of gastric digestion of some predatory fishes. *Acta Biol. Acad. Sci. Hungaricae*, 14(2):

- FORTUNATOVA, K. F., y POPOVA, O. A. (1973): *Alimentación e interrelaciones alimentarias de los peces depredadores en la región del delta del Volga* [en ruso]. Nauka, Moscú, 296 pp.
- HOBSON, E. S. (1968): Predatory behaviour of some shore fishes in the Gulf of California. *U. S. Fish Wildl. Serv., Res. Rep.*, 73:1-92.
- KARPEVICH, A. F. (1941): *Velocidad de digestión de algunos peces del Mar Negro* [en ruso]. *Zool. Zhurnal*, 20(2):252-257.
- KARPEVICH, A. F., y BOKOVA, E. N. (1937): Ritmo de la digestión de los peces marinos. Segunda parte [en ruso]. *Zool. Zhur.*, 16(1):28-44.
- LIPSKAYA, N. Y. (1966): Sobre las particularidades del crecimiento de los peces en la zona tropical oceánica [en ruso]. En *Las investigaciones ecologomorfológicas de los animales nectónicos*, Naukova Dumka, Kiev, pp. 111-116.
- LONGLEY, W. M., y HILDEBRAND, S. F. (1941): Systematic catalogue of the fishes of Tortugas, Florida, with observations on color, habits and local distribution. *Pap. Tortugas Lab.*, 34:1-33.
- MANTEIFIEL, B. P., GIRSA, I. I., LESHEVA, T. S., y PAVLOV, D. S. (1965): Ritmo diario de la alimentación y actividad de los movimientos de algunos peces depredadores de agua dulce [en ruso]. En *La alimentación de los peces depredadores y su interrelación con los organismos alimentarios*, Nauka, Moscú, pp. 2-82.
- OVEN, L. C., y SALIEJOVA, L. P. (1970): Crecimiento y reproducción de algunos peces tropicales [en ruso]. En *Las recopilaciones sobre la "Biología del Mar"*, Naukova Dumka, Kiev, pp. 245-266.
- PAVLOVSKII, E. M., comp. (1961): *Manual sobre la alimentación de los peces en condiciones naturales* [en ruso]. Acad. Cien. URSS, Moscú, 262 pp.
- RANDALL, J. E. (1967): Feeding habits of the West Indies reef fishes. *Stud. Trop. Oceanogr.*, 5:665-847.
- RESHETNIKOV, Y. S., CLARO MADRUGA, R., y SILVA LEE, A. (1974): Ritmo alimentario y velocidad de digestión de algunos peces depredadores tropicales. *Acad. Cien. Cuba*, ser. oceanol., 21:1-13.
- RESHETNIKOV, Y. S., SILVA LEE, A., CLARO MADRUGA, R., y POPOVA, O. A. (1975): *Velocidad de digestión del alimento en los peces de las aguas tropicales* [en ruso]. *Zool. Zhur.*, 54(10):1506-1511.
- SMITH, H. (1967): Influence of temperature on the rate of gastric juice secretion in the brown bullhead, *Ictalurus nebulosus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 21:125-132.
- TYLER, A. V. (1970): Rate of gastric emptying in young cod. *J. Fish. Res. Board Canada*, 27:1177-1189.

ABSTRACT. Results are presented in relation with six experiments carried out in different months of the year with the purpose of determining the seasonal variation of digestive rate in the lane snapper (*Lutjanus synagris* Linnaeus) and the grey snapper (*Lutjanus griseus* Linnaeus). In both species a close relation was observed between water temperature and digestive rate, the later being twice as fast during the summer months than in winter, even at times when the difference in temperature between both periods does not exceed 5-6°C. It was further observed that when dawn temperatures decrease 2°C with respect to the daylight maximum, digestive rate decreases, or even stops, mainly in winter. Digestive rate of the lane snapper, was higher than that of the gray snapper. During an experiment using the mud crab (*Uca* sp.) as food, digestive rate was slower than when using herring (*Harengula* sp.) for the same purpose.

CDU 551.466.8:612.3.095.6{597.5}