

ADAPTACION DEL GUPPY *LEBISTES RETICULATUS* AL AMBIENTE

I. Experimentos generales en el laboratorio

Por: Hermann J. Droste (1)
Francisco Merino T. (1)
Alberto Salazar A. (1)

RESUMEN

Se investigó la adaptación de Guppys de tierra cálida y de tierra templada a distintos factores ambientales como temperatura y concentraciones tanto de sal como de oxígeno disuelto en agua.

Los Guppys de tierra cálida están mejor adaptados a temperaturas altas que los guppys de tierra templada.

Los Guppys aguantan concentraciones de sal disuelta en el agua hasta la doble concentración que existe en el mar pero a concentraciones de sal por debajo de la concentración de ésta existente en el agua dulce no sobreviven mucho tiempo.

Los Guppys viven en agua con concentraciones de oxígeno hasta aproximadamente 0.25 ml O₂/l H₂O si tienen la posibilidad de tomar oxígeno de la superficie. Si no hay oxígeno en la atmósfera, ellos mueren a una concentración de oxígeno disuelto en agua por debajo de 0.5 ml O₂/l H₂O.

INTRODUCCION

El pez *Lebistes reticulatus*, conocido bajo el nombre vulgar de guppy, aparentemente está muy bien adaptado a habitats muy distintos. Los guppys se localizan tanto en los lagos oligotróficos como en los eutróficos, en los limpios como en los contaminados, en los de agua dulce como en los de agua salada. También, se encuentran en lagos con temperaturas de 38°C como en aquellos en donde la temperatura es de 25°C o por debajo.

Hasta ahora hay pocas investigaciones que hablan sobre la adaptación de los Guppys al ambiente (Daikoku, T., 1978; Hubbs, C. et al 1978, Kramer D.L. y Mehegan, J.P., 1981)

Stroganow et al (1979), por ejemplo muestran claramente que el *Lebistes reticulatus* sobrevive mejor que la *Daphnia Magna Straus* o *Limnea stagnalis* L. en agua contaminada. Otros trabajos realizados con Guppys demuestran la acumulación de compuestos orgánicos de cloro o mercurio dentro del cuerpo (Sugiura, K. et al, 1979; Stary, J. et al, 1980) o la absorción de pesticidas agregado al acuario (Tsuge, S, 1980).

Muchas otras investigaciones publicadas tratan de la reproducción (Brewer, H. 1979), de la genética (Nayudu, P.L. y Hunter, C.R. 1978) o de la endocrinología (Crowe, R.T. y Liley N.R, 1979, Kujala, G.A. 1978).

(1) Profesores del Departamento de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Esta publicación reporta resultados preliminares de la adaptación de los guppys a distintos factores ambientales. Se trata tanto de los resultados de experimentos de laboratorio como de las observaciones realizadas en el campo.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se coleccionaron muestras de guppys en la laguna del Jardín Botánico de Medellín y en las charcas del termal "la salada" de la población de Porcecito, situada al Noroeste de la ciudad antes mencionada. Ambas poblaciones se encuentran localizadas a 1.450 y 1.100 m. s.n.m. respectivamente. El clima en la ciudad de Medellín es templado (temperatura entre 18 - 26°C) y en la población de Porcecito es caliente (temperatura entre 28 - 32°C).

Las muestras tomadas al azar se coleccionaron con malla fina y se almacenaron en recipientes plásticos con agua del lugar, se las mantuvo en el laboratorio a temperatura ambiente con suministro permanente de oxígeno por medio de bombas comunes para peces.

Pasadas 24 horas, se hicieron pruebas de resistencia de los guppys, tomando grupos de 20 ejemplares al azar, esto es, sin importar el sexo ni el tamaño. Se depositaron luego en recipientes de vidrio de 30 x 20 x 20 cm los cuales previamente se llenaron con agua hasta ajustar un volumen de 5 litros.

Se programaron los siguientes experimentos:

A. Pruebas de la resistencia de los Guppys a diferentes concentraciones de sal disuelta en agua. Dichas concentraciones variaron desde medios carentes completamente de sales, a medios con concentración de éstas, equivalentes a la del doble del agua de mar. Así:

1. Medio con agua destilada.
2. Medio con mezcla de agua destilada + agua corriente en proporción 1 : 4.
3. Idem a la anterior en proporción 2 : 3.
4. Idem a la anterior en proporción 3 : 2.
5. Idem a la anterior en proporción 4 : 1.
6. Medio con agua corriente.
7. Medio con agua equivalente a la del mar.
8. Medio con agua equivalente a la del mar al 200o/o.

Se hicieron determinaciones del porcentaje de supervivencia durante períodos de 5 - 6 días.

B. Pruebas de la resistencia de los Guppys a bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua. Para lo

anterior se colocan los Guppys en peceras con las siguientes condiciones:

1. Pecera con agua destilada.
2. Pecera con agua corriente de la laguna.
3. Pecera como la anterior más capa de aceite.
4. Pecera con agua del grifo.
5. Pecera como la anterior más capa de aceite.
6. Pecera con agua de mar al 200o/o.
7. Pecera como la anterior más capa de aceite.

Se midieron los porcentajes de supervivencia de los Guppys en estas peceras durante 5-6 días y se correlacionaron con las concentraciones de oxígeno en cada medio durante igual período.

Con el fin de mantener bajas las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, se cubrieron algunas peceras con capa de aceite cristal, evitando de esta manera que el oxígeno del aire difundiera al agua.

La concentración de oxígeno en el agua de cada pecera, se midió por el método de Winkler y/o el método de Ohle (E. Merck).

Con el objeto de estudiar la respuesta de los Guppys a las bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, se diseñó un experimento que pudiera controlar la difusión del oxígeno del aire atmosférico en el agua, sin necesidad de cubrir esta superficie con aceite cristal. Para tal efecto se utilizó un Erlenmeyer de 3.000 ml que contenía agua y un pequeño frasco con ácido pirogálico que elimina el oxígeno de la atmósfera: *ambiente cerrado del enermeyer*, impidiendo de esta manera su posible difusión al agua. Dicho enermeyer, cerrado hermáticamente, se conectó con otro frasco conteniendo ácido pirogálico para lograr que la presión de aire dentro del erlenmeyer se ajustara a la presión atmosférica.

La figura 1 muestra un detalle del montaje experimental a que antes nos hemos referido.

C. Observaciones sobre el grado de adaptación de los Guppys a las altas temperaturas.

Para lo anterior, se programaron dos tipos de observaciones:

1. La capacidad de los Guppys del Jardín Botánico para sobrevivir en aguas con temperaturas incrementadas experimentalmente que van desde 22°C hasta 41°C.

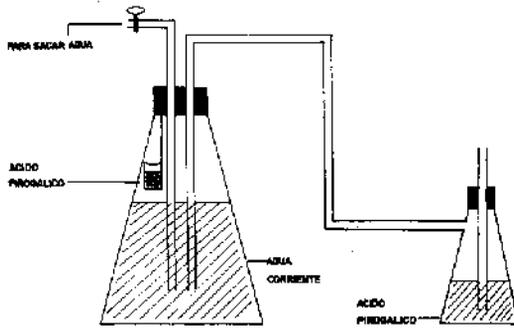


Fig. 1.
El montaje del experimento con el erlenmeyer y el ácido pirogálico.

- El comportamiento de los Guppys de la salada en su ambiente natural, donde la temperatura presenta normalmente rangos de variación que van desde 35°C hasta 39°C en un día soleado. Para lo anterior se hicieron mediciones de la temperatura en diferentes lugares del termal, cubriendo el perímetro del mismo en puntos separados 1 metro el uno del otro. Se hicieron igualmente mediciones de temperatura en lugares internos del termal como son los puntos que distan un metro hacia el interior de las antes señaladas y los puntos que se encuentran en el centro del termal.

La figura 2 es una representación alegórica de las condiciones externas presentes en el sitio del termal y la Fig. 3 reproduce la forma geométrica, las dimensiones y las zonas térmicas halladas en el mismo.



Fig. 2.
Representación de las condiciones externas presentes en el sitio de "La Salada"

RESULTADOS

- La tabla 1 resume los resultados de los experimentos sobre resistencia de los Guppys a diferentes concentraciones de sales.

Tal como lo demuestran los resultados de la tabla anterior, se puede señalar que los Guppys del Jardín Botánico, re-

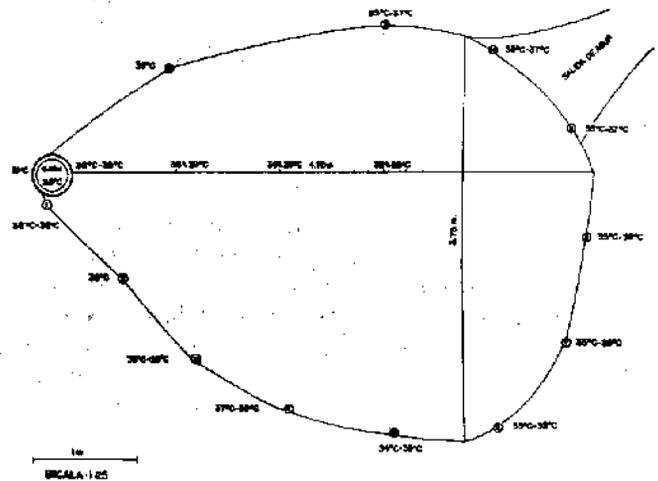


Fig. 3.
Representación de la forma geométrica y las zonas térmicas en "La Salada"

sisten con facilidad las condiciones donde hay una mayor concentración de sales, pues la totalidad de las muestras logran sobrevivir después de seis días de iniciado el experimento. En cambio, en las muestras que estaban en agua sin sales (agua destilada), el porcentaje de supervivencia se redujo en más del 50%, después de 5 horas de iniciado el experimento. También se observa que la supervivencia es mayor en los medios más salados que en los que se encuentran con agua corriente del grifo. Lo anterior pone en evidencia los requerimientos salinos en el medio como condición para mantener alta la tasa de supervivencia en los diferentes medios.

- Las figuras 4 y 5 representan los resultados referentes a la supervivencia de los Guppys, sometidos a diferentes condiciones de hipoxia. En estos experimentos, como en el anterior, las condiciones de temperatura en el medio permanecieron constantes. En las peceras en las que la superficie del agua estaba cubierta con una capa de aceite, el oxígeno disuelto en el agua disminuyó gradualmente a medida que fue siendo consumido por los Guppys. Los resultados señalan que los Guppys procedentes de la laguna del Jardín Botánico, soportan diluciones de oxígeno hasta aproximadamente 0,5 ml O₂/l H₂O.

Casi la totalidad de los Guppys utilizados como control (en los que la superficie del agua no se cubre con capa de aceite) sobreviven, aún cuando las concentraciones de oxígeno disuelto caen por debajo de 0.5 ml O₂/l H₂O (Figura 4 y 5).

Los resultados de los experimentos con pirogalol (figuras 6 y 7) demuestran que los Guppys del Jardín Botánico sobreviven en medios con concentraciones de oxígeno hasta de aproximadamente 0.5 ml O₂/l H₂O en cambio los Guppys de la salada también sobreviven a diluciones de oxígeno, hasta de 0.25 ml O₂/l H₂O.

TABLA I

TASA DE SUPERVIVENCIA (o/o) DE LOS GUPPIES DEL JARDIN BOTANICO BAJO CONDICIONES DE VARIAS CONCENTRACIONES SALADAS

Medio	Tiempo (h)	0	3	5	28	48	72	96	120	144
SOBREVIVIENTES (o/o)										
Agua dest.		100	75	55	10	5	5	0		
Agua dest. : agua dulce = 4 : 1		100	95	95	80	—	15	5	0	
Agua dest. : agua dulce = 3 : 2		100	95	95	80	45	30	25	20	20
Agua dest. : agua dulce = 2 : 3		100	100	100	70	50	45	35	25	20
Agua dest. : agua dulce = 1 : 4		100	100	95	95	90	70	65	65	55
Agua dulce 100		100	95	90	90	90	90	90	90	90
Agua salada de la concentración del mar		100	100	100	100	100	100	100	100	100
Agua salada de la doble concentración de mar		100	100	100	100	100	100	100	100	100

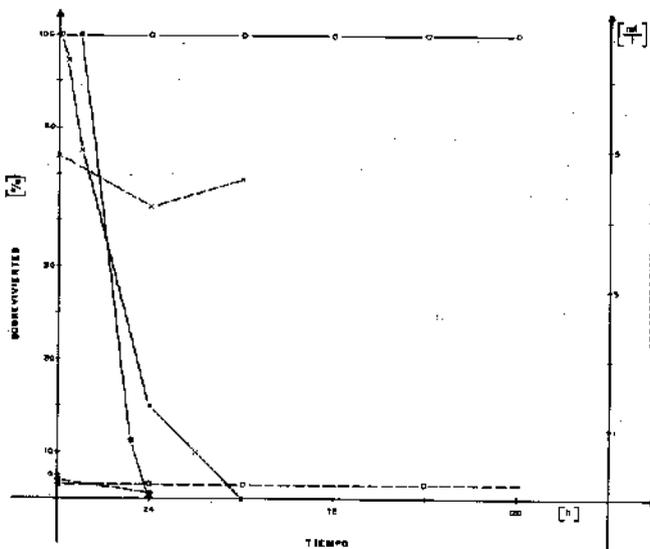


Fig. 4.

Tasa de supervivencia (o/o) de los guppies del Jardín Botánico en relación a la concentración de oxígeno disuelto en el agua ● —●: Individuos colocados en agua de estanque con capa de aceite sobre la superficie de agua; ○ —○: Control a "● —●" sin capa de aceite; x —x: Individuos colocados en agua destilada; ● —●, ○ —○, x —x: Concentraciones de oxígeno disuelto en el agua de los 3 acuarios correspondientes.

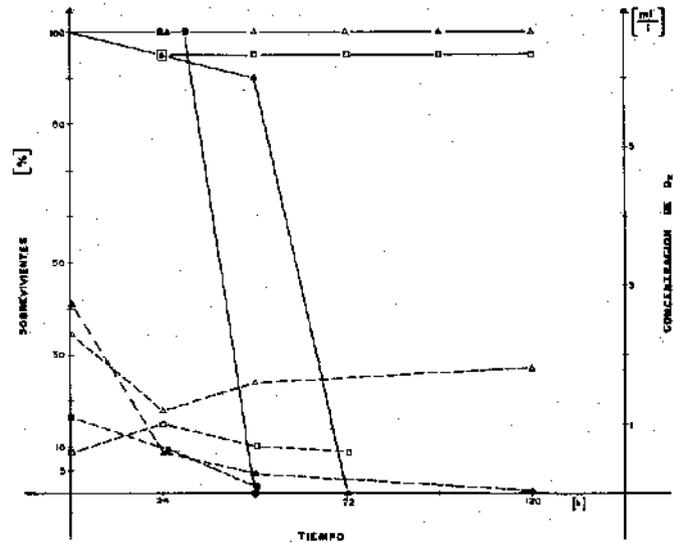


Fig. 5.

Tasa de supervivencia (o/o) de los guppies del Jardín Botánico en relación a la concentración de oxígeno disuelto en el agua ▲ —▲: Individuos colocados en agua corriente con capa de aceite sobre la superficie de agua; △ —△: Control a "▲ —▲" sin capa de aceite; ■ —■: Individuos colocados en agua salada con capa de aceite sobre la superficie de agua; □ —□: Control a "■ —■" sin capa de aceite; ▲ —▲, △ —△, ■ —■, □ —□: Concentraciones de oxígeno disuelto en el agua de los 4 acuarios correspondientes.

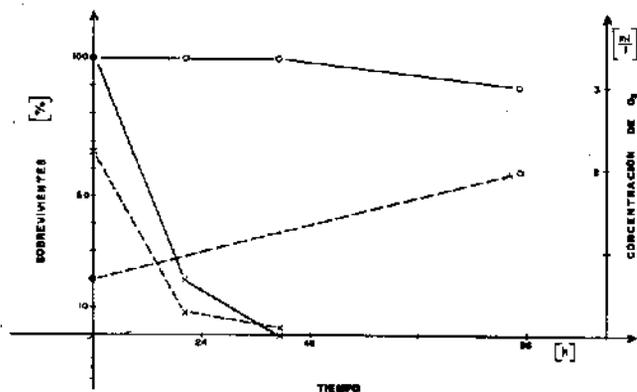


Fig. 6. Tasa de supervivencia (o/o) de los Guppys del Jardín Botánico en relación a la concentración de O_2 . Experimento con el erlenmeyer. x—x: Individuos que viven en agua corriente sin oxígeno por encima de la superficie de agua. o—o: Control = Individuos que viven en agua corriente con oxígeno por encima de la superficie. x—x; o—o: Concentraciones de oxígeno disuelto en el agua.

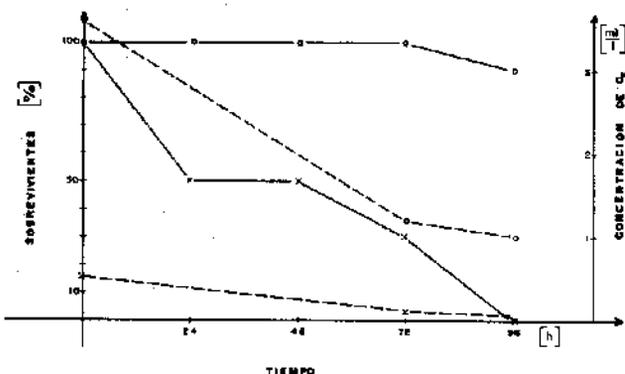


Fig. 7. Tasa de supervivencia (o/o) de los Guppys de "La Salada" en relación a la concentración de oxígeno. Experimento con el erlenmeyer. x—x: Individuos que viven en agua corriente sin oxígeno por encima de la superficie de agua. o—o: Control = Individuos que viven en agua corriente con oxígeno por encima de la superficie de agua. x—x, o—o: Concentraciones de oxígeno disuelto en el agua.

Además de los resultados de supervivencia de los Guppys en las condiciones descritas del medio hipóxico, es importante destacar algunos cambios conductuales que presentan estos organismos cuando las concentraciones de O_2 disuelto en el agua están por debajo de $0.5 ml O_2$. En estas condiciones los Guppys saltan de la pecera y se adhieren a las paredes de la misma, permaneciendo allí inactivos durante 8 - 10 minutos. Al cabo de este tiempo regresan al agua, nadan libre y activamente durante unos pocos minutos y luego manifiestan graves signos de deterioro fisiológico y mueren. También se observa que a medida que se acentúa la hipoxia en el medio cubierto con capa de aceite, disminuyen su actividad y permanecen casi todo el tiempo en la interfase aceite-agua compitiendo por los acúmulos de burbujas de aire que se forman en los rincones de la pecera.

C. Los resultados de los experimentos dirigidos a establecer el grado de resistencia de los Guppys a condiciones extremas de temperatura, se resumen en la figura 8.

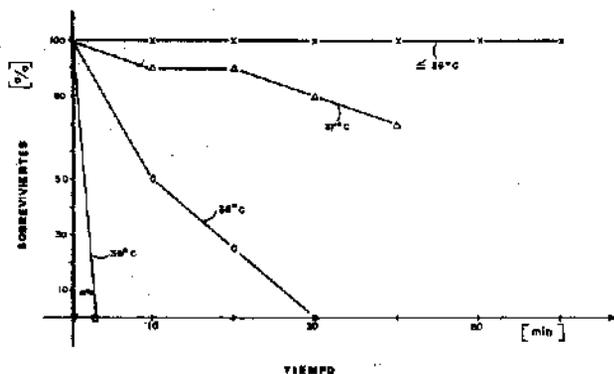


Fig. 8. Tasa de supervivencia (o/o) de los Guppys del Jardín Botánico en relación a temperaturas distintas.

Los peces de la laguna del Jardín Botánico, viven normalmente a temperaturas de $22-25^{\circ}C$, colocados a temperaturas que varían desde este rango hasta $41^{\circ}C$, logran sobrevivir adecuadamente hasta cuando el medio alcanza un punto crítico en las condiciones térmicas de alrededor de $36^{\circ}C$ a $38^{\circ}C$ o más, la tasa de supervivencia cae rápidamente, pudiéndose considerar $37^{\circ}C$, como el punto térmico crítico para la supervivencia de estos organismos.

Experimentos similares a los anteriores (figura 9) con los Guppys de "La salada", demuestran una mayor capacidad para resistir las altas temperaturas, logrando sobrevivir adecuadamente en rangos de temperatura cercanas a $38^{\circ}C$. La temperatura crítica para la supervivencia en estos organismos, demuestran ser por lo tanto un grado mayor que la de los Guppys comunes del Jardín Botánico.

Además, se midió la tasa de supervivencia de los guppys del Jardín Botánico colocados en La Salada. Los resultados muestran (fig. 10) que los Guppys del Jardín Botánico se comportan en el agua de la salada tal como en el agua corriente a $38^{\circ}C$. En ambos casos ellos mueren dentro de 10 minutos.

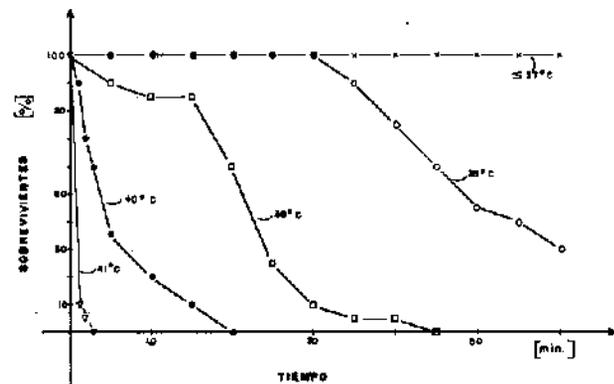


Fig. 9. Tasa de supervivencia (o/o) de los Guppys de "La Salada" en relación a temperaturas distintas.

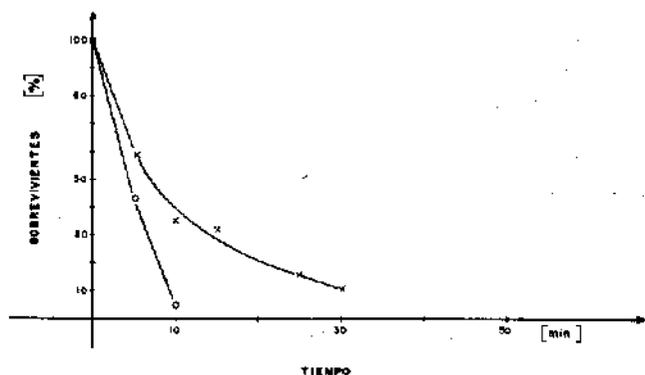


Fig. 10. Tasa de supervivencia (o/o) de los Guppys del Jardín Botánico colocados en dos diferentes sitios de "La Salada" a 38°C. x—x: en la mitad de La Salada, o—o: en el lugar donde La Salada nace.

DISCUSION

Los resultados son evidencias de que *Lebistes reticulatus*, es capaz de sobrevivir en habitats tan diferentes como los que se distinguen por presentar concentraciones muy variadas de oxígeno y sales disueltas en el agua, así como rangos amplios de variación de pH y temperaturas del medio. En general, es más bien poca la información que se tiene de peces que pueden vivir y desarrollarse eficientemente en medio acuáticos tan diferentes como los del ambiente de aguas dulces y saladas. Algunos peces propios de las zonas septentrionales, están en capacidad de vivir en aguas saladas y aguas dulces cual es el caso de los conocidos salmónidos que migran durante la época de reproducción, del mar a las corrientes de agua dulce.

Por adaptación muchos peces logran sobrevivir y reproducirse en el ambiente salobre de las aguas de los grandes ríos que desembocan al mar. En ellas se desarrollan mecanismos que en diferentes grados, les permiten manejar la concentración de sales de los medios hipertónicos, como en el mar, ó en medios hipotónicos como las de las aguas corrientes de riachuelos y quebradas. Ejemplos de peces más estudiados, que en su desarrollo implementan tales mecanismos para sobrevivir, están los teleósteos como *Salmo trutta*, *Fundulus heteroclitus*, *Anquilla vulgaris* y *Gasterosteus aculeatus*. (Prosser, Brown, 1968). Entre los ciclóstomos, los del género *Polistotrema* soportan rangos de concentración de agua de mar que van de 85-116o/o. *Lebistes reticulatus* es al parecer uno de los teleósteos que soportan mayor rango de variación en la concentración del agua de mar, ya que según nuestras observaciones logran sobrevivir en este medio, aún con eficiente ventaja adaptativa, en concentraciones que llegan al 200o/o del agua normal de mar.

Esta capacidad eurihalina tan alta que presenta *Lebistes reticulatus*, es uno de los pocos ejemplos reportados para el caso de peces de los ambientes de aguas dulces tropicales. Pone en evidencia la alta capacidad adaptativa de estos peces para implementar mecanismos especiales que les permi-

ten mantener constante su medio ambiente intracelular ante las variaciones drásticas del medio en que viven.

La condición eurihalina de *L. reticulatus* es sólo comparable con la de *Artemia salina*, descrita por Croghan en 1958.

Los fluidos corporales de *Artemia*, se conservan hiperosmóticos en medios de dilución mayor que el 25o/o de la del agua de mar y se mantienen relativamente constantes en habitats de salinidad creciente, hasta aproximadamente 10 veces la del agua de mar. El mecanismo de regulación asociada en *Artemia*, está en relación con la expulsión activa del sodio a través de sus branquias, en cantidades que alcanzan los 150 m moles de Na⁺ Para Guppys, se ha re-

litro hemolinfa hora. portado mecanismo semejante, expulsando cantidades de Na⁺ del orden de los 1.4 m moles Na⁺ . (Croghan litro plasma hora

1958).

Es importante destacar entre los resultados, la alta capacidad de *L. reticulatus* para sobrevivir en aguas con muy bajas concentraciones de oxígeno.

Los experimentos con Guppys de "la salada" y la laguna del "Jardín Botánico", demuestran que estos organismos viven en medios en los que la concentración de oxígeno se puede reducir hasta 0.5 ml O₂/l H₂O, tanto cuando el animal puede entrar en contacto con la superficie aérea por encima del nivel del agua, como cuando ésta se cubre con capa aislante de aceite. Más aún, cuando se deja libre el acceso del animal a la superficie aérea, el animal logra sobrevivir a concentraciones de oxígeno disuelto todavía menores. Sin embargo, a pesar de esta alta capacidad de los Guppys para sobrevivir en un medio extremadamente hipóxico, se ha visto que de todas maneras el animal parece rápidamente en un medio carente por completo de oxígeno. Lo anterior no está de acuerdo con recientes reportes sobre los Guppys de "La salada" que afirman que tales organismos viven en ese medio en condiciones carentes totalmente de oxígeno. (Información personal de Velásquez, L.E.).

El método para evaluar la concentración de oxígeno de "la salada" utilizado en los referidos experimentos se basa en el simple método de Winkler. Este método, sin embargo, no es apto para detectar el O₂ en aguas contaminadas de sustancias orgánicas oxidativas porque son éstas y no el oxígeno los que oxidan el yodo. Por eso es necesario aplicar el método de Ohle el cual sirve para distinguir la oxidación de yodo por sustancias orgánicas y la misma por parte del oxígeno.

Los experimentos tendientes a establecer las concentraciones mínimas de oxígeno disuelto en el agua que pueden soportar los Guppys en condiciones de laboratorio, demostraron una marcada tendencia de los mismos a alcanzar la superficie que separa la interfase aire-agua. Esta condición, aunque es común como forma de comportamiento para la gran mayoría de los peces que viven en un medio hipóxico,

resulta eficaz en el caso de los Guppys de "la salada" que consiguen sobrevivir así a concentraciones hasta de 0.22 ml O₂/l H₂O disuelto en el fondo del estanque y hasta 0.33 ml O₂/l H₂O disuelto en la superficie del mismo.

En este sentido, el comportamiento de entorpecer resulta semejante al de algunas especies tropicales pobladoras de lagunas, charcas y pequeños ríos que tras prolongados períodos de sequía, se ven obligados a vivir en ambientes pantanosos en donde la concentración de oxígeno disuelto puede bajar a los niveles más críticos. Muchas de estas especies han desarrollado durante la evolución, órganos respiratorios que complementan o aún suplen temporalmente la respiración branquial, capacitándose a través del desarrollo de tales órganos, para absorber y utilizar el oxígeno de aire atmosférico. Tales órganos adoptan generalmente formas variadas, como cámaras neumáticas provistas de epitelios respiratorios. Formaciones altamente vascularizadas de la cavidad bucal u órganos laberintiformes, también muy vascularizados que se asocian al sistema branquial de la cavidad opercular. Algunos ejemplos para destacar son en este sentido *Ambar testudinus*, *Betta Splendens* las especies comprendidas dentro del género *Gourami* (Aries, 1976), todos ellos pertenecientes a la familia Laberintidae. Estos peces "tragadores" de oxígeno del aire atmosférico requieren también para sobrevivir del libre acceso a la interfase aire-agua del medio en que viven.

Los siluros del género *Clorion*, también respiran el aire atmosférico a través de la exposición al ambiente de penachos branquiales accesorios. Los peces Dipnoos como *Protopterus dalloii Boulanger* y el pez pulmonado del amazonas del género *Lepidosiren*, resisten largos períodos de sequía, durante los cuales entran en un estado de estivación en el que reducen al mínimo su metabolismo y la respiración. En estas condiciones, el consumo de oxígeno declina rápidamente hasta en un 90o/o durante el período preestival, permaneciendo en este estado por períodos tan prolongados como 3 - 5 años, hasta que nuevamente haya suficiente agua para sostener la vida activa (Hoar, 1978).

Teleósteos tropicales como *Erythrinus unitaeniatus*, sobrevive en medios hipóxicos en los que la concentración de oxígeno está por debajo de 1.3 ml O₂/l H₂O.

En estas condiciones, sustituye todo tipo de captación de oxígeno a través de las branquias, por mecanismos de captación aérea. Cuando la concentración de dióxido de carbono (CO₂) disuelto en el agua, está por encima de 35ml CO₂/l H₂O también implementan tal tipo de mecanismo. Esto sucede aún en condiciones en las que la concentración de O₂ puede alcanzar niveles óptimos para la respiración branquial. También se presenta este fenómeno, cuando los niveles de CO₂ bajo en el agua se combina con niveles altos de oxígeno, disueltos en el agua (Prosser-Brown, 1968). Wilmer (1934), postula que en *E. unitaeniatus*, niveles tan bajos de CO₂ disueltos como 3 ml CO₂/l H₂O no son suficientes para estimular los centros respiratorios del cerebro que controlan los movimientos de apertura y cierre de las branquias.

Lo anterior lleva a pensar que para el caso de los Guppys del Jardín Botánico y especialmente los Guppys del termal

de "la salada" es evidente que han desarrollado un sistema de respiración aérea superficial, tal como ha sido recientemente descrito por Kramer y Mehegan (1981). Tal sistema de respiración acuática superficial (A.S.R.) parece que se inicia cuando la presión parcial de oxígeno (PO₂) es de aproximadamente 50 Torr. Cuando el PO₂ cae por debajo de 4 Torr., mas del 90o/o del tiempo de la actividad animal se gasta en A.S.R. También se ha encontrado que A.S.R. aumenta con el tamaño de las hembras, pero disminuye con el aumento en tamaño de los machos. También se ha reportado relación con la temperatura del medio, pues la respiración aérea superficial se incrementa cuando se incrementa la temperatura, sin importar que la concentración del oxígeno disuelto permanezca constante.

Con respecto a la capacidad de los Guppys de vivir en termales como el de "La salada", en donde el rango de variación de la temperatura oscila entre 35 - 39°C, es conocido el hecho de que muchos peces tropicales pueden vivir adaptativamente en aguas superficiales soportando temperaturas cercanas a los 40°C, para lo cual varían constantemente su posición desplazándose hacia los lugares más fríos del manantial, o sea, explotando la existencia de gradientes térmicos, creados por las corrientes de agua, en el mismo, los lugares sombreados, etc. (Gordon, 1979).

En el caso de los Guppys que viven en el termal, se demostró una mayor capacidad para sobrevivir en condiciones experimentales, a temperaturas mayores que las que soportan en esas mismas condiciones, los Guppys del Jardín Botánico.

Lo anterior se puede interpretar como una ventaja para la supervivencia, implementada por el desarrollo de adaptaciones térmicas que a largo plazo han desarrollado estos animales en el termal. En este sentido, el punto fundamental para la discusión, se puede centrar en la posible existencia de mecanismos compensadores del metabolismo general de estos peces a medida que soportan mayores rangos de temperatura, ya que como principio general, los incrementos de temperatura en el medio llevan a un mayor consumo de oxígeno, manteniendo constante la variación de su tasa metabólica (Gordon, 1979).

El caso de los Guppys de la salada, es interesante por el hecho de que tales incrementos en el consumo de oxígeno, se ven afectados por la gran deficiencia de gas disuelto en el medio, requiriéndose por lo tanto de mecanismos atípicos que les permitan almacenarlo permanentemente, metabolizar eficientemente en condiciones anaeróbicas o capturarlo directamente de la interfase aire-agua.

AGRADECIMIENTOS

Se dá los agradecimientos a la Universidad de Antioquia que apoyó y respaldó este trabajo.

Igualmente se dan las gracias al Gobierno de Alemania Federal quien donó el equipo científico y una parte de la financiación.

BIBLIOGRAFIA

- Aries, S.S.: Peces tropicales vivíparos. Gráfica Devoto, Buenos Aires, Argentina, 1976.
- Brewer, H.: Some preliminary studies of the effect of a static magnetic field on the life cycle of the *Lebistes reticulatus* (Guppy). *Biophys. J.* 28, 305 - 314, 1979.
- Croghan, P.O.: Ionic fluxes in *Artemia salina*. *J. Exp. Biol.* 35, 1958.
- Crow, R.T. y Liley, N.R.: A sexual pheromone in the guppy *Poecilia reticulata* (Peters). *Can. J. Zool.* 57, 184 - 188, 1979.
- Daikoku, T.: Adaptation to sea water environment in guppy *Poecilia-Reticulata*. *J. Osaka City Med. Cent.* 27, 605 - 636, 1978.
- Gordon, S.M.: *Animal Physiology. Principles and Adaptation.* Editorial Continental, S.A. México, 1979.
- Hoar, S.W.: *General and comparative Physiology.* Ediciones Omega, S.A. Barcelona, 1978.
- Hubbs, C. et al.: Survival and abundance of introduced fishes near San Antonio Texas USA. *Tex. J. Sci.* 30, 369 - 376, 1978.
- Kramer, D.L. y Mehegan, J.P.: Aquatic surface respiration an adaptive response to hypoxia in the guppy *Poecilia-Reticulata*, Pisces Poeciliidae. *Environ. Biol. Fishes* 6, 299 - 314, 1981.
- Kujala, G.A.: Corticosteroid and neurohypophyseal hormone control of parturition in the guppy *Poecilia-Reticulata*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 36, 286 - 296, 1978.
- Merck, E.: *Die Untersuchungen von Wasser.* Merck, Darmstadt (Alemania Federal).
- Nayudu, P.L. y Hunter, G.R.: Genetic control of melanophore ultrastructure in the *Poecilia-Reticulata*. *J. Fish Biol.* 13, 453 - 456, 1978.
- Prosser - Brown: *Comparative Animal Physiology.* Editorial Interamericana, México, 1968.
- Sary, J. et al.: The accumulation of methyl mercury in the fish *Poecilia-Reticulata*. *Int. J. Environ. Anal. Chem.* 8, 189 - 196, 1981.
- Stroganow et al.: A method of testing waste water toxicity. *Biol. Nauki* 0 (2), 90 - 96, 1979.
- Sugiura, K. et al.: Accumulation of organo chlorine compounds in fishes difference of accumulation factors by fishes. *Chemosphere* 8, 359 - 364, 1979.
- Tsuge, S. et al.: Uptake of pesticides from aquarium tank water by aquatic organisms. *Nikon Noyakugaku Kaishi* 5, 585 - 594, 1980.
- Willmer, E.N.: Funktion of blood of tropical fishes. *J. Exp. Biol.* 11, 1934.