



Should I stay or should I go? Efecto de la turbulencia del agua en la eficiencia de captura de presas por patinadores (Hemiptera, Gerridae)

Andrés Rojas

RESUMEN: Para depredadores, un forrajeo exitoso requiere detectar a su presa. Esto implica que información emitida por la presa pueda ser recibida e interpretada por el depredador. Los patinadores son depredadores que detectan sus presas por medio de vibraciones que estas emiten al golpear la superficie del agua. Utilizando gotas de agua para crear ondas de interferencia en el agua, hice un experimento para determinar si la turbulencia del sustrato afecta la eficiencia en la captura de presas por patinadores. Encontré que los patinadores capturan más y son más rápidos para capturar presas en aguas calmas que en aguas más turbulentas, lo que puede indicar que un aumento de ondas externas a las emitidas por la presa pueden confundir a los patinadores.

PALABRAS CLAVE: detección de presa, mecanorrecepción, insectos acuáticos, interferencia de señal

INTRODUCCIÓN

La principal premisa del modelo de forrajeo óptimo en relaciones de depredación es que el depredador va hacer lo posible para maximizar el consumo de presas (Begon *et al.*, 2006). Para que el forrajeo sea exitoso, los depredadores deben encontrar las presas, lo que implica varios procesos como la búsqueda y la detección de las mismas. Por este motivo, el depredador debe ser capaz de interceptar e interpretar señales que puedan apuntar a la localización de la presa (Fullard *et al.*, 1979; Eberhard, 1990; Belwood, 1991; Théry *et al.*, 2005).

El proceso de detección de señales puede ser interrumpido si existe alguna barrera física que bloquee o distorsione la transmisión de información entre depredador y presa. Dado que la información viaja en ondas (luz, sonido, vibraciones), la interferencia ocurre cuando dos ondas producen un efecto neto sobre las partículas del medio donde se encuentran y puede distorsionar o eliminar la información de las ondas. Dependiendo de la dirección de las ondas, estas se pueden sobreponer (aumentando la amplitud de la onda), o se pueden cancelar (destruyendo ambas ondas) (Illingworth, 1991). Ambos casos distorsionan las características iniciales de cada onda y, consecuentemente, de la información que recibe el depredador sobre su presa.

Para los depredadores que esperan en un sitio para emboscar presas, es importante escoger un lugar que les permita detectar la presencia de sus presas, minimizando las posibles interferencias (Lundberg & Atalo, 1992; Foelix, 2011). Los patinadores (Hemiptera, Gerridae) son depredadores

que detectan sus presas mediante ondas que estas producen cuando las presas caen en superficie del agua (Rowe *et al.*, 1994). Millán *et al.* (2011) y Pelison *et al.* (2016) observaron que los patinadores que habitan los ríos de la restinga alta se agrupan en las partes del río donde el agua fluye más lentamente, y argumentaron que este fenómeno podría estar ocurriendo debido a que el costo energético que puede tener para los patinadores al mantenerse en el mismo lugar sea más alto cuando el agua se mueve más rápidamente. Dada la importancia que tienen las vibraciones en la superficie del agua para la detección de presas por patinadores (Rowe *et al.*, 1994), y tomando como premisa que la superficie del agua en las partes más lentas del río es más calma, testé si la interferencia en las ondas de la superficie del agua puede ser un factor en la eficiencia de captura de presas por patinadores. Mi hipótesis es que los patinadores van a capturar con mayor frecuencia y detectar las presas más rápido en agua calma que en agua turbulenta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de patinadores y diseño experimental

Colecté 31 patinadores (Hemiptera, Gerridae) juveniles de sexo indeterminado con una red de arrastre (1,5 m de largo y 60 cm de alto) en un riachuelo dentro de un bosque de alta restinga, en el municipio de Peruíbe, São Paulo (24°22'1.42"S, 47°18'32.46"O). Almacené los patinadores en dos contenedores de plástico (60 cm x 40 cm x 25 cm)

sin alimento y con suficiente agua de río para cubrir todo el fondo del contenedor. Realicé los experimentos durante los dos días siguientes a la colecta y en tres estaciones de observación (Figura 1). Una pared de cartón bloqueaba el área visual del patinador para evitar que se asustara, fuera para colocar las presas o para cambiar los tratamientos. El dispositivo para gotear dejaba caer entre una y dos gotas por segundo, a una distancia entre 5-10 cm arriba de la superficie del agua, del lado posterior de la bandeja. Las gotas de agua funcionaban para producir ondas de interferencia cuando golpeaban en la superficie el agua. Hice las observaciones a 1,5 m de la estación.

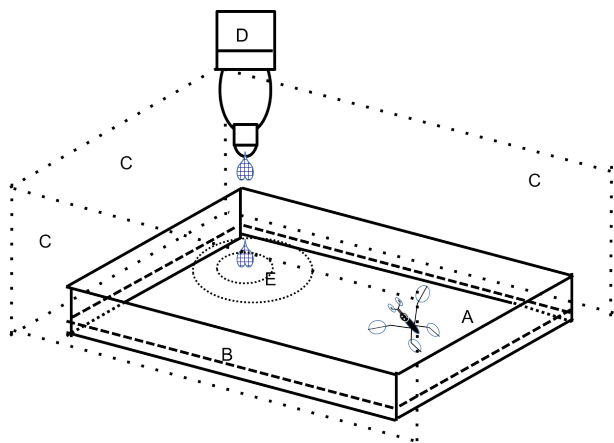


Figura 1. Estación de observación. (A) Bandeja de plástico (30 cm x 27 cm x 7 cm) con un centímetro de agua en el fondo (B), (C) Pared de cartón (40 cm de altura), (D) Dispositivo para gotear agua, y (E) Ondas en la superficie del agua.

Realicé dos tratamientos para cada individuo de patinador, en los cuales medí el éxito de captura (exitoso o no exitoso) y el tiempo de captura de presa por parte de los patinadores. El primer tratamiento era sobre patinadores moviéndose sobre una superficie de agua calma (Tratamiento “Calma”), y el segundo tratamiento era una superficie de agua perturbada (Tratamiento “Turbada”). Antes de cada tratamiento, solté el patinador en la estación de observación y esperé un minuto para aclimatar al patinador en el momento en el que el dispositivo goteador estuviera funcionando en el tratamiento “Turbada”, y apenas estuviera frente frente a la estación de observación en el tratamiento “Calma”. Coloqué un patinador por estación, después dejar que se aclimatara coloqué una presa dentro de la bandeja. Como presa usé arapuás (*Trigona* sp., Meliponinae) vivas, las cuales lancé aproximadamente en el punto medio de la bandeja, desde una altura de 40 cm. Medí el tiempo en segundos desde que la presa tocó la superficie del agua hasta que el patinador se acercó a la presa, lo cual consideré como captura. Realicé

observaciones por un máximo de 120 s. Luego de ese tiempo consideré que el patinador no capturó la presa. El tiempo entre tratamientos fue de al menos 10 minutos. El orden de los tratamientos fue aleatoria, para controlar algún efecto producido por la manipulación del sustrato con el dispositivo goteador.

Análisis estadístico

Calculé la diferencia entre la frecuencia de captura de presa en el tratamiento “Calma” y la frecuencia de captura de presa en el tratamiento “Turbada”. Para poner a prueba si las frecuencias observadas para cada tratamiento podían ser obtenidas por casualidad, aleatoricé las observaciones de captura entre los tratamientos para cada individuo 10000 veces para obtener una distribución nula de diferencias de frecuencias entre tratamientos.

Calculé la probabilidad de que el valor observado de la diferencia de frecuencias de captura entre tratamientos ocurriera al azar. Rechacé la hipótesis nula de que para patinadores la frecuencia de captura es igual en superficies de agua calmas que en superficies con turbulencia.

Además, calculé el promedio de todas las diferencias de tiempo de captura entre los tratamientos “Calma” y “Turbada” para cada individuo. Para poner a prueba si el promedio de las diferencias observada podía ser obtenida por casualidad, permuté al azar los tiempos de captura entre tratamientos para cada individuo 10000 veces para obtener una distribución nula de diferencias. Calculé la probabilidad de que el valor observado del promedio de las diferencias entre tratamientos para cada individuo ocurriera al azar. Rechacé la hipótesis nula de que para patinadores el tiempo de captura es igual en superficies turbulentas de agua que en superficies calmas. Hice los análisis en el programa R 3.1.3 (R Core Team, 2015) usando el paquete Rsampling-shiny (Prado *et al.*, 2016).

RESULTADOS

De los 31 individuos muestreados, 24 capturaron la presa en el tratamiento “Calma” y apenas 18 capturaron la presa cuando fueron observados en el tratamiento “Turbada” ($p = 0,036$). La mediana del tiempo de captura de presa para los individuos cuando fueron observados en el grupo “Turbado” (mediana = 73 s, rango = 1-120 s) fue ocho veces mayor que la mediana del tiempo de captura cuando los individuos fueron observados en el grupo “Calma” (mediana = 9 s, rango = 1-95 s). El promedio de diferencia entre tratamiento “Turbada” y “Calma” es igual a 41 s, por lo tanto,

en general cada individuo patinador requiere un tiempo mayor para capturar presas cuando están en una superficie de agua perturbada que en una superficie de agua calma ($p < 0.001$; Figura 2).

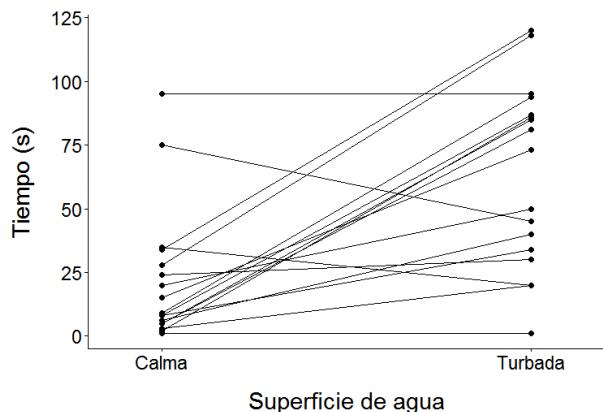


Figura 2. Tiempo de requerido por patinadores (Hemiptera, Gerridae) para captura de presa según el movimiento de sustrato. Cada línea representa un individuo de patinador.

DISCUSIÓN

En este trabajo encontré que los individuos de patinadores (Hemiptera, Gerridae) requieren menos tiempo para capturar presas en superficies de agua calma que en superficies con mayor turbulencia. Además, la frecuencia de captura también aumenta en agua calma en comparación con agua turbulenta para los patinadores. Los resultados de este trabajo indican que la turbulencia del agua afecta la eficiencia en la detección y captura de presas por parte de los patinadores.

Cuando algún objeto cae en un cuerpo de agua, produce ondas con una misma dirección y velocidad en su superficie. Las ondas producidas estimulan diferencialmente las patas de los patinadores, lo que les permite determinar la dirección de la fuente de ondas (Matthews & Matthews, 2010). Si una presa cae en agua calma, las únicas ondas producidas en el medio serían producidas por la presa, por lo tanto, los patinadores pueden determinar fácilmente la localización de la presa y capturarla rápidamente. Por el contrario, si una presa cae en agua con mayor turbulencia, las ondas producidas por otros objetos pueden interferir con las ondas producidas por la presa, distorsionando la información sobre localización de la presa y confundiendo a los patinadores (Illingworth, 1991). Esta confusión puede dar como resultado la disminución en la eficiencia de captura observada en patinadores cuando forrajaban en superficies más perturbadas. Por lo tanto, es de esperar que los patinadores, así como otros organismos que utilicen la técnica

de sienta-espera, busquen sitios que les permitan detectar eficientemente a sus presas.

Pelinson *et al.* (2016) argumentaron que es posible que los patinadores se agrupen en las partes más calmas de los ríos para disminuir el costo energético que puede tener esperar en un mismo punto en agua más rápidas, incurriendo en el costo de desplazarse a partes del río que probablemente poseen menos alimento al tener un flujo de agua menor. Dado que los patinadores son menos eficientes para capturar presas en las partes menos calmas del río, es posible que no consigan, o tengan una alta dificultad para detectar y capturar presas en esos ambientes. Si este es el caso, es posible que el *trade-off* propuesto por Pelinson *et al.* (2016) no exista, y los patinadores al agruparse en en sitios donde las posibilidades de capturar presas son mayores y los costos son menores (Millán *et al.*, 2011; Pelinson *et al.*, 2016). Además, el comportamiento de agruparse en aguas calmas puede aumentar la probabilidad de que cada individuo consiga alimento, ya que se ha visto que algunos patinadores pueden compartir las presas (Cheng, 1985).

Para proyectos futuros, sería interesante estudiar como la turbulencia del agua puede afectar la movilidad de los patinadores y su eficiencia para capturar presas. En conclusión, para depredadores como los patinadores que utilizan la técnica de “sienta-espera”, la escogencia de sitio para forrajear debe tomar en cuenta la facilidad para capturar y detectar sus presas y no solo la cantidad de presas en el ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Larika, Murillo, Adriana Acero, Cirrose y el grupo de los ligerridos, así como a los miembros de la Sala de la Justicia, especialmente a Billy, Cinthia, Glauco, Adrián, Lety y Diana.

REFERENCIAS

- Belwood, J.J. 1991. Foraging behavior, prey selection, and echolocation in phyllostominae bats (Phyllostomidae). In *Animal sonar: Processes and performance*. Ed. P.E. Natchigall. Plenum Press, New York.
- Begon, M., C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology, from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing. Malden, Massachussets.
- Cheng, L. 1985. Biology of *Halobates* (Heteroptera: Gerridae). *Annual Review of Entomology*, 30:111-135.

- Eberhard, W. G. 1990. Function and phylogeny of spider webs. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21: 341–372.
- Foelix, R.F. 2011. *Biology of spiders*. Oxford University Press, New York.
- Fullard, J.H., M. Brock Fenton & J.A. Simmons. 1979. Jamming bat echolocation: the clicks of arctiid moths. *Canadian Journal of Zoology* 57(3): 647-649.
- Illingworth, V. 1991. *The Penguin Dictionary of Physics*. Penguin Books, London.
- Lundberg, A. & R.V. Alatalo. 1992. *The Pied flycatcher*. T&AD Poyser. London.
- Matthews, R.W. & J.R. Matthews. 2010. *Insect Behavior*. 2nd Edition. Springer. New York.
- Millán, C.H.; M. Vidal; M. Duarte & M.S. Macedo. 2011 Surfistas de marola: gerrídeos (Heteroptera: Gerridae) preferem locais de menor correnteza. Em: *Livro do curso de campo – “Ecologia da Mata Atlântica”* (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.AZ. de OliveiraMartini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Pelison, R., C. Souza-Beraldo, M. Petratti-Pensonato & V.L. Biffi. 2016. Quanto mais comida melhor? Predadores senta-espera nem sempre preferem forragear em locais com maior disponibilidade de presas. Em: *Livro do curso de campo – “Ecologia da Mata Atlântica”* (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.AZ. de Oliveira Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Prado, P.; A. Shallon & A. Oliveira. 2016. Rsampling: ports the workflow of “Resamplings-tats”. Add-in to R. R package version 0.1.1.
- R Core Team. 2015. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rowe, L.; G. Arnqvist, A. Sih & J.J. Krupa. 1994. Sexual conflict and the evolutionary ecology of mating patterns—Water striders as a model system. *Trends in Ecology and Evolution*, 9: 289–293.
- Théry, M.; M. Debut, D. Gomez & J. Casas. 2005. Specific color sensitivities of prey and predator explain camouflage in different visual systems. *Behavioral Ecology*, 16(1): 25–29.