



Comer o no comer? *Serracutisoma proximum* (Arachnida: Opiliones) selecciona su dieta en condiciones de abundancia de alimento

Solimary García Hernández

RESUMEN: El forrajeo es el proceso de buscar, capturar, manipular y consumir una presa. Los consumidores generalistas tienen un amplio rango de tipos de comida potenciales en su dieta, consumiendo cualquier alimento que esté dentro de su rango de aceptación una vez éste sea encontrado. Seleccionar la dieta es una estrategia de los organismos para optimizar su forrajeo. Se realizó un experimento con el fin de conocer la estrategia de forrajeo de un opilión considerado generalista bajo diferentes condiciones de abundancia de alimento. La aceptación de *Serracutisoma proximum* de dos tipos diferentes de alimento, fue comparada entre organismos que se encontraban en condiciones de abundancia y de escasez de alimento. Los resultados indican que los individuos de la población estudiada son altamente selectivos. Características del hábitat de forrajeo de *S. proximum* estarían promoviendo la optimización del comportamiento de forrajeo.

PALABRAS-CLAVE: hábitat de forrajeo, polifagia, predación, teoría de forrajeo óptimo.

INTRODUCCIÓN

Una cuestión central sobre la biología de un organismo es el comportamiento alimentar. Es un aspecto del comportamiento animal que puede influenciar la dinámica de las poblaciones, tanto del consumidor como de la presa (Gray, 1987; Begon, 2006). El proceso de buscar, capturar, manipular y consumir una presa se denomina forrajeo (Shoener, 1987). La teoría de forrajeo óptimo predice que los organismos escogen su alimento de modo que obtienen el máximo beneficio energético con el mínimo costo posible. El costo involucrado en el proceso de captura y manipulación del alimento debe ser menor que los beneficios energéticos provenientes de los alimentos (MacArthur & Pianka, 1966, Gray, 1987). Así, un forrajeador óptimo, es un consumidor que selecciona los alimentos que le proporcionen más energía y nutrientes por unidad de tiempo invertido en búsqueda y manipulación (Begon, 2006).

Los consumidores pueden ser clasificados en especialistas y generalistas según su dieta. Los organismos especialistas comen uno o pocos tipos de presa y los generalistas comen muchos tipos de presa. Los generalistas tienen un amplio rango de tipos de comida potenciales en su dieta y su estrategia puede ser favorecida si un consumidor obtiene más beneficio al aceptar alimentos de baja calidad una vez encontrados, que al ignorarlos y continuar buscando (Begon, 2006). Así, cuando la disponibilidad de alimento en los hábitats no está uniformemente

distribuida y no todas los alimentos son de la misma calidad, los organismos generalistas consumirán cualquier alimento (dentro de su rango de posibilidades) una vez éste sea encontrado (Begon, 2006; Stamps, 2009).

En general los Opiliones se pueden clasificar como generalistas, debido a la gran cantidad de tipos de alimento que consumen. Son frecuentemente definidos como omnívoros, generalmente predadores de artrópodos, a veces carroñeros oportunistas y regularmente consumidores de materia vegetal (Edgar, 1990; Machado & Pizo, 2000; Acosta & Machado, 2007). Sin embargo, también existen casos de especialismo, particularmente malacofagia en una especie de la familia Ischyropsalididae y en miembros de la familia Trogulidae (Nyffeler & Symondson, 2001). La dieta de las especies de la familia Gonyleptidae es una de las más diversas, algunas de ellas son consideradas generalistas (Acosta *et al.*, 1995; Gnaspini, 1996; Mendes & Pinto-da-Rocha, 2000; Santos & Gnaspini, 2002). La especie objeto de estudio, *Serracutisoma proximum* pertenece a esa familia y puede ser considerada una especie generalista.

Dado que la disponibilidad de recurso alimentar en el hábitat puede influenciar el comportamiento de forrajeo, el objetivo del presente trabajo fue conocer el comportamiento de forrajeo de un opilión generalista en condiciones de abundancia de

alimento. Así, la pregunta es: ¿Un opilión generalista se comportará como forrajeador óptimo en condiciones de abundancia de alimentos? y la hipótesis a testar es si, en condiciones de abundancia de alimento, *S. proximum* preferirá tipos de alimentos más nutritivos, maximizando la energía obtenida de la presa por unidad de tiempo de manipulación.

MATERIAL & MÉTODOS

Colecta de datos

Los opiliones fueron buscados activamente entre las rocas del riachuelo con lecho pedregoso en un bosque tropical húmedo localizado en los alrededores de la sede del Núcleo Arpoador, en la Estación Ecológica Juréia-Itatins en el municipio de Peruíbe, litoral sur del estado de São Paulo (24°17'-35'S; 47°00'-30'O). Se colectaron manualmente 30 individuos de *S. proximum*, entre las 18h y 21h, cuando están dejando sus refugios para forrajear y es más fácil su localización.

En laboratorio, los individuos capturados fueron numerados y sorteados para formar dos grupos. Se tuvo en cuenta el sexo de los individuos para conservar igual proporción de machos y hembras. Así, cada uno de los grupos estuvo formado por ocho machos y siete hembras (n = 15).

Cada individuo se colocó en un recipiente con un trozo de algodón húmedo para mantener la humedad y, a la vez, proporcionar agua al opilión. Durante todo el tiempo de estudio, los opiliones se mantuvieron en completa oscuridad. Los experimentos fueron realizados entre las 20h y 24h. El horario corresponde a un periodo de tiempo en el cual, frecuentemente, están explorando (Elpino-Campos *et al.*, 2001; Pereira *et al.*, 2004). Al primer grupo se le ofreció alimentación continua por 24 horas. La alimentación consistía en una porción de sardina (enlatada) triturada, de un tamaño mayor al del cuerpo del opilión. Para garantizar que todos los opiliones hubiesen comido, se inspeccionaron regularmente hasta obtener un registro de cada opilión consumiendo alimento. Los opiliones del segundo grupo se dejaron sin alimento por 48 horas antes del experimento. Los opiliones del primer grupo se consideraron bien alimentados, mientras que los del segundo grupo se consideraron mal alimentados.

Para estudiar la aceptación de alimentos de diferentes calidades, se les ofreció dos tipos diferentes de alimento: (a) sardina (enlatada), considerado alimento altamente nutritivo, debido a su alto contenido de nitrógeno y (b) arroz cocido, como alimento de bajo contenido nutritivo, debido su contenido en

carbohidratos. El primer experimento fue realizado con los dos grupos, el segundo sólo fue realizado con el segundo grupo. Para el primer experimento, se depositó un grano de arroz cocido en cada recipiente y se dejó allí por dos horas. Al cabo de ese tiempo el arroz fue retirado y una porción de sardina triturada, de tamaño similar al arroz, fue colocada en el recipiente. La sardina se dejó allí por dos horas. El segundo experimento se realizó 24 horas después del primero. Para el caso, fue repetido el mismo procedimiento (ofrecer arroz y sardina) únicamente para el segundo grupo, salvo que el tiempo de observación fue de 1h.

Durante los experimentos, los opiliones se observaron bajo luz roja para no alterar su comportamiento y se tomaron los siguientes datos: (a) se registró la aceptación o no aceptación, (b) cada 10min a 15min se registró si los individuos estaban comiendo (c) a partir de esos datos, se calculó el tiempo aproximado de manipulación del alimento, considerando que a mayor tiempo de manipulación más cantidad de comida ingerida. Se esperaba encontrar que: (1) la mayoría de individuos del grupo bien alimentado rechazaría arroz y la mayoría de los individuos de grupo mal alimentado aceptaría arroz, (2) individuos bien alimentados aceptarían sardina en menor proporción que individuos mal alimentados (3) el tiempo de manipulación del alimento sería menor en el grupo bien alimentado en comparación con el grupo mal alimentado y (4) el tiempo de manipulación para el segundo grupo sería mayor en el primer día que en segundo día.

Análisis de datos

Para cada grupo experimental, se midió la aceptación de los dos tipos de alimento calculando el número de individuos que comió arroz y el número de individuos que comió sardina. (1) Dado que para los dos grupos experimentales solamente un individuo comió arroz, no se consideró necesario hacer un análisis estadístico para comparar la aceptación de arroz entre los dos grupos.

(2) Para estudiar la diferencia de aceptación de sardina, se calculó la diferencia en el número de individuos que comieron sardina entre el grupo que estaba bien y el que estaba mal alimentado. Esta diferencia fue considerada como la estadística de interés.

(3) De forma similar, para testar si existe diferencia en el tiempo de manipulación de sardina entre los grupos, se calculó la estadística de interés como la diferencia en el tiempo (minutos) medio de manipulación de los dos grupos. Para estos dos análisis, se simuló un escenario nulo en el que tener

diferentes condiciones de alimento no influencia la “decisión” de comer o no comer, así como tampoco la cantidad de comida ingerida. Se realizaron permutaciones (10.000) de los datos entre los dos grupos. Así fue generada una distribución nula de las diferencias entre el número de individuos que comieron sardina entre ambos grupos. Los valores mayores o iguales a las diferencias observadas en el experimento fueron sumados y divididos por el número total de permutaciones, indicando la probabilidad de encontrar el resultado observado al azar (Manly, 1998).

(4) Para conocer la diferencia en el tiempo de manipulación (~ cantidad de comida ingerida) en un mismo grupo, fue necesario recalcular el tiempo de manipulación contabilizado para cada opción en el primer día, de forma tal, que correspondiera solamente a la primera hora de observación. Para realizar el análisis, se calculó la diferencia (en módulo) entre los periodos de tiempo obtenidos para cada individuo. En seguida, se calculó la media de esas diferencias. Se realizaron permutaciones (10.000 repeticiones) entre los periodos de tiempos para el mismo individuo y con las medias obtenidas, se generó una distribución nula de los valores, en la cual no existe diferencia en el tiempo de manipulación entre el primer y segundo día. Finalmente, se contaron los valores iguales y mayores a la diferencia media observada y se dividieron por el número de permutaciones para obtener la probabilidad de obtener el valor observado al azar (Manly, 1998).

RESULTADOS

(1) Ninguno de los individuos bien alimentados aceptó arroz, obteniendo el resultado esperado. Sin embargo de todos los individuos mal alimentados, solo una hembra ovígera consumió arroz, correspondiendo a un resultado que no se esperaba. (2) En relación a la aceptación de la sardina, encontramos la diferencia esperada entre los grupos, siendo mayor el número de individuos que consumieron en el grupo que estaba mal alimentado ($p = 0,0436$). (3) Esa diferencia fue fortalecida al estimar la diferencia en tiempos de manipulación de la sardina por los dos grupos, pues se encontró que los individuos mal alimentados expendieron más tiempo consumiendo sardinas que aquellos que estaban bien alimentados ($p = 0,0167$). (4) De igual forma la diferencia en tiempo de manipulación (primer y segundo día) para el mismo grupo fue la esperada, encontrándose tiempo de manipulación mayor para el primer día ($p = 0,0031$).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos corroboran la hipótesis de que, en condiciones de abundancia de alimento, *S. proximum* prefirió tipos de alimentos más nutritivos, maximizando la energía obtenida de la presa por unidad de tiempo de manipulación. Sin embargo, el hecho de que el grupo mal alimentado no aceptara alimento de bajo contenido nutritivo (excepto una hembra ovígera), sugiere que la población de *S. proximum* estudiada es altamente selectiva en su hábitat. Además, la población moderó la cantidad de comida ingerida, según la necesidad de nutrientes. Los resultados en conjunto, indican que *S. proximum* posiblemente sea un forrajeador óptimo.

Los organismos generalistas frecuentemente tienen claras preferencias y podrían elegir el alimento cuando hay alternativas viables. Esa preferencia puede ser por tipos de alimento más valiosos (en términos de aporte de energía) o por tipos de comida que en sí mismos sean mixtos y balanceados (Begon, 2006). La diferencia en la cantidad de comida ingerida por un mismo individuo, en condiciones nutricionales y momentos diferentes, indica que la mayor cantidad de comida que fue ingerida por el grupo mal alimentado en relación al grupo bien alimentado, no se debe a diferencias de preferencia alimentar entre individuos. El hecho de encontrar, en esta especie, individuos que consistentemente seleccionan la presa más nutritiva (de origen animal), puede estar indicando que el sistema del cual *S. proximum* hace parte, ofrece una gran cantidad de recursos dentro de los cuales, los opiliones prefieren aquellos que son más nutritivos y que corresponden también a aquellos de origen animal. Eso es consistente con las observaciones realizadas por Gnaspini (1996), quien describe a los opiliones como organismos omnívoros con preferencia de dieta carnívora.

Los Opiliones son mayoritariamente forrajeadores nocturnos en una gran variedad de hábitats, siendo especialmente abundantes en hábitats húmedos (Edgar, 1990; Acosta *et al.*, 1995; Acosta & Machado, 2007). Uno de los principales factores que influencia la selección de hábitat de forrajeo es la calidad intrínseca del área como fuente de alimento (Stamps, 2009). *Serracutisoma proximum* co-habita con una gran variedad de organismos que le podrían servir de alimento, principalmente grillos y cucarachas que, además de tener una alta densidad poblacional, presentan una gran variedad de tamaños debido a los diferentes estadios del desarrollo hemimetábolo (Borrór & DeLong, 1969). Eso sería un indicio de que la calidad del hábitat de forrajeo (riachuelo y sus alrededores) de *S. proximum*, como área fuente de alimentos es alta. La amplia disponibilidad de recursos alimentares es una característica del

ambiente que podría haber favorecido, a través de selección natural, la selectividad de la dieta en *S. proximum*.

Tanto arroz como sardina son comúnmente aceptados por opiliones en cautividad (G. Machado, *com. pess.*), y a pesar de la poca aceptación de arroz encontrada, el evento de aceptación de arroz por parte de la hembra ovígera, es, primero, un indicativo de que realmente *S. proximum* puede consumir ese tipo de comida. Segundo, una posible explicación para la aceptación de un tipo de comida poco nutritivo, es que las necesidades nutricionales y la tasa respiratoria para producción de huevos son altas (Phillipson, 1962). Por ejemplo, para *Ilhaia cuspidata*, fue constatado que las hembras comen más frecuentemente que los machos (Pereira *et al.*, 2004) y para *Goniosoma spelaeum*, que las hembras ovígeras salen de la cueva a forrajear más frecuentemente que los machos (Gnaspini, 1996). El cambio fisiológico durante el desarrollo de los huevos probablemente necesita de un gran requerimiento de alimento (Gnaspini, 1996). Así, una hembra en estado de gravidez obtiene más beneficio comiendo lo que encuentre mientras está forrajear, que no comer y continuar forrajear.

Se sugiere la realización de futuros estudios para constatar si la disponibilidad de alimentos en los hábitats de distribución de los opiliones, está directamente relacionada con la estrategia de forrajeo de los mismos. Para el caso, un experimento similar debería ser realizado para dos poblaciones de hábitats con diferente oferta de alimentos. Un sistema interesante para testar esa cuestión son los ecosistemas subterráneos (cavernas), donde las poblaciones tienen límites claros y los recursos alimentares pueden ser fácilmente contabilizados.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los organizadores, coordinadores y profesores del curso, por compartir abiertamente sus conocimientos. A todos mis colegas, que me hicieron reír y sentir bienvenida, y mantuvieron siempre una actitud colaboradora. A todos, les agradezco los espacios compartidos, las charlas, la rumba, las caminatas, el mar, la luna roja, las madrugadas y las trasnochadas. Agradezco las sabias palabras de Sheina, Bianca y Samuel, los abrazos de Gabriel, Erika, Paula da Lage, Pipo, Glauco, Paula Capenga, Mary Jane, Mathias, Thiago y Marcia. Agradezco especialmente a mi Angel por todos los detalles recibidos. Agradezco a Leda por su colaboración con este trabajo, a Trops, a Glauco por el trabajo en campo. Agradezco también a todo el personal de la Estación Ecológica, a Yito, Adriana y Martinhos. Un

especial agradecimiento a Glauco, por el cambio que genera en nuestras vidas, por su buena e inagotable energía, por sus consejos, su paciencia y su alegría.

REFERENCIAS

- Acosta, L.E.; E. Pereyra & R.A., Pizzi. 1995. Field observations on *Pachyloidellus goliath* (Opiliones, Gonyleptidae) in Pampa de Achala, province of Cordoba, Argentina. *Bulletin of the British Arachnological Society*, 10:23-28.
- Acosta, L.E. & G. Machado. 2007. Diet and Foraging, pp. 309-338 Em: *The harvestmen. The biology de opiliones* (P. Pinto-da-Rocha, G. Machado & G. Giribert, eds). Harvard University press, Massachussets.
- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Borrór, D.J. & D.M. DeLong. 1969. *Introdução ao estudo dos insetos*. Editora Edgard Blücher Ltda & Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Edgar, A.L. 1990. Opiliones (Phalangida), pp. 529-581. Em: *Soil biology guide*. (D.L. Dindal, ed). John Wiley and Sons, New York.
- Elpino-Campos, A.; W. Pereira; K. Del-Claro & G. Machado. 2001. Behavioral repertory and notes on natural history of the neotropical harvestman *Discocyrtus oliverioi* (Opiliones: Gonyleptidae). *Bulletin of the British Arachnological Society*, 12:44-150.
- Phillipson, J. 1962. Respirometry and the study of energy turnover in natural systems with particular reference to harvestspiders (Phalangida). *Oikos*, 13:311-322.
- Gnaspini, P. 1996. Population ecology of *Goniosoma spelaeum*, a cavernicolous harvestman from south-eastern Brazil (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae). *Journal of Zoology*, 239:417-435.
- Gray, R.D. 1987. Faith and Foraging: A critique of the "Paradigm arguet from desing", pp. 69-140. Em: *Foraging Behavior* (A.C. Kamil, J.R. Krebs & H.R. Pulliam, eds). Plenum Press, New York.
- MacArthur, R.H. & E.R. Pianka. 1966. On optimal use of a patchy environment. *The American Naturalist*, 100:603-609.
- Machado, G. & P.S. Oliveira. 1998. Reproductive biology of the neotropical harvestman *Goniosoma longipes* (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae): mating and oviposition behaviour, brood

- mortality, and parental care. *Journal of Zoology*, 246:359-367.
- Machado, G. & M.A. Pizo. 2000. The use of fruits by the Neotropical harvestman *Neosadocus variabilis* (Opiliones, Laniatores, Gonyleptidae). *The Journal of Arachnology*, 28:357-360.
- Manly, B.F.J. 1998. *Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology*. University of Otago, New Zealand.
- Nyffeler, M. & Symondson, W.O.C. 2001. Spiders and harvestmen as gastropod predators. *Ecological Entomology*, 26:617-628.
- Pereira, W.; A. Elpino-Campos; K. Del-Claro & G. Machado. 2004. Behavioral repertory of the neotropical harvestman *Ilhaia cuspidata* (Opiliones, Gonyleptidae). *The Journal of Arachnology*, 32:22-30.
- Phillipson, J. 1962. Respirometry and the study of energy turnover in natural systems with particular reference to harvestspiders (Phalangida). *Oikos*, 13:311-322.
- Santos, F.H. & G. Gnaspini, 2002. Notes on the foraging behavior of the brazilian cave harvestman *Goniosoma spelaeum* (Opiliones, Gonyleptidae). *The Journal of Arachnology*, 30: 177-180.
- Shoener, T.W. 1987. A brief history of Optimal Foraging Ecology, pp. 5-67 Em: *Foraging Behavior* (A.C. Kamil, J.R. Krebs & H.R. Pulliam, eds). Plenum Press, New York.
- Stamps, J. 2009. Habitat selection, pp. 38-44. Em: *The Princeton guide of ecology* (S.A. Levin, ed.). Princeton University Press, New Jersey.