

Algunos Aspectos de Depredación

Some Aspects of Predation

Badii, M.H., J. Landeros, H. Rodríguez, E. Cerna, J. Valenzuela & Y. Ochoa

Abstract. The notion of predation is outlined conceptually. Different classes of predators are noted. Functional responses of Type I, II and III as well as numerical responses are briefly discussed. Particular emphasis is placed upon predation strategies that predators have adopted in order to maximize their hunting success and thereby minimize prey escape.

Key words: Functional and numerical responses, prey-predator, searching image, threshold security density,

Resumen. En esta investigación, se consideran de forma conceptual la noción de la depredación. Se notan diferentes clases de depredadores. Se presentan y discuten las respuestas funcionales de Tipo I, II y III y también de manera breve se menciona la respuesta numérica. Se hacen particular énfasis sobre estrategias de depredación que los depredadores adoptan para maximizar la casería de su presa y minimizar el escape de las mismos.

Palabras claves: Densidad límite de seguridad, depredador-presa, imagen de búsqueda, respuesta funcional y numérica.

Introducción

Un depredador es aquel organismo que durante su desarrollo consume, remueve o mata más de un organismo de víctima o presa como fuente de energía y en hacer esto disminuye numéricamente la población de la presa

Los organismos de presa son aquellos individuos que sirven de alimento para otros organismos y de esta manera funcionan como alimento.

El fenómeno de la depredación incluye varios fenómenos, por ejemplo, aquí tenemos los **herbívoros**, en donde la presa es una planta o partes de la planta como semilla, hoja, etc.; **caníbales**, en donde tanto la presa como el depredador son miembros de la misma especies; **depredadores clásicos**, donde se encuentran la mayoría de los depredadores y contrario a la opinión común, la mayoría abrumadora de los actores o depredadores son organismos pequeños, semi-ocultos y difícil de

observar, por ejemplo los invertebrados , insectos, arañas, ácaros; **los parasitoides**, en donde un organismo denominado el parasitoide deposita su progenie dentro, encima, o cerca de su víctima u hospedero y la progenie durante su desarrollo consume y por ende destruye el hospedero (Badii et al., 2007).

Los depredadores frecuentemente, destruyen sus presas de forma no aleatoria; por ejemplo, ellos podan el exceso de los individuos de una población que de otro modo no está bajo la fuerza de mortalidad de tipo denso-dependiente. Algunos depredadores atacan y destruyen la presa en zonas marginales del hábitat. En caso de las especies territoriales, los depredadores, generalmente, remueven o destruyen los individuos no-territoriales en los hábitats sub-óptimas (Holling, 1959, Badii et al., 2007).

Los depredadores tienden a maximizar su éxito de ataque y captura de las presas por medio de seleccionar aquellos individuos de la población de la presa los cuales tienen mínima probabilidad de escape y por ende son fácil de capturar, como por ejemplo los individuos que pertenecen al grupo de jóvenes, o viejos o enfermos.

En las especies de presas que son no-territoriales, existe mayor probabilidad de capturar los individuos de la etapa reproductiva, ya que éstos individuos tienen menor capacidad de escaparse debido a: a) funciones parentales como cuidado, alimentación, etc., y b) intento de defender a sus crías en contra del depredador.

La depredación representa una transferencia de la energía de un nivel trófico a otro nivel superior y usualmente indica una interacción compleja entre dos o más especies.

Mecanismos de depredación

El nivel poblacional de la especie de la presa en un momento dado y en sitio específico es resultado de dos procesos siguientes (Fijii et al., 1986, Solomon, 1949, Holling, 1959, Badii & McMurtry, 1988, Badii et al., 1993, 2004).

1. **Respuesta funcional**, la cual indica la capacidad depredadora de un individuo del depredador en función del cambio de la densidad de la presa, es decir, se refiere al número de los individuos de la presa destruida por un individuo del depredador a la medida que la densidad poblacional de la presa se incrementa, o dicho de otra manera sencilla, la respuesta funcional es la capacidad de asesinar de la presa por una unidad del depredador.
2. **Respuesta numérica**, la cual indica cambio en densidad del depredador (por medio de la reproducción y/o inmigración) en función del cambio de la densidad de la presa.
3. **Respuesta total**, la cual es la suma de las respuestas funcionales y numéricas.

Con respecto a **respuesta funcional**, hay que notar que en función del cambio de la densidad de la presa, cada individuo del depredador puede destruir mayor número de individuos de la presa o remover con mayor rapidez los individuos de la presa, a estos dos aspectos se le denomina la respuesta funcional.

Las características relevantes que puedan afectar la respuesta funcional y en término general, el fenómeno de la depredación incluyen, la densidad de la presa, la densidad del depredador, las rasgos del medioambiente, los mecanismos de escape de la presa y los mecanismo de ataque del depredador (Holling, 1959).

De los rasgos arriba mencionados, los atributos que impactan la respuesta funcional de forma específica son, el valor calorífico de la presa (el contenido de energía de la presa), disponibilidad de la presa, la cual incluye la densidad de la presa en lugares accesibles, y el nivel de atracción de la presa, por ejemplo, la edad (más fácil los jóvenes y viejos), el vigor (más fácil los enfermos que los saludables).

Los ecólogos clasifican la respuesta funcional en tres clases distintos, denominados respuestas funcionales Tipo I, Tipo II y Tipo III.

1. Respuesta funcional Tipo I. En este tipo de respuesta funcional, el depredador destruye un porcentaje fijo de la densidad de la presa en función del incremento de densidad poblacional de la misma. Numéricamente hablando, a medida que la densidad de la presa aumente, el depredador mata más individuos de la presa proporcional a la densidad de la presa y en forma lineal hasta que el número de las presas atacadas llega a un nivel estable denominado asíntota. Por tanto, el número total de la presa destruida por el depredador por unidad de tiempo, se incrementa con el aumento de la densidad de la presa. La matanza y por ende la depredación cesa cuando el depredador llega a un nivel de saciedad. Este tipo de respuesta funcional es característica de los que alimenta sobre el fitoplancton y zooplancton, en donde el depredador abra su boca y sigue filtrando y alimentando hasta que llegue a un nivel de saciedad y entonces cierra su boca y deja de consumir presa. Un ejemplo de la respuesta funcional de Tipo I es la mojarra alimentado sobre las crías de insectos acuáticos o la langosta alimentando sobre algas que se encuentran en la vecindad. Este tipo de respuesta funcional produce mortalidad de tipo denso-independiente hasta el nivel de la saciedad del depredador ya que el depredador cuando está en contacto con la presa, toma o destruye un porcentaje fijo de la densidad de su presa. En

este momento sería útil describir el concepto de denso-independiente. Este concepto se refiere a la situación en donde el factor de la mortalidad es independiente de la densidad, es decir, el factor de mortandad (depredador, parasitoide, la competencia, etc.) destruye un porcentaje fijo de la población del organismo víctima (presa, hospedera, competidora) independiente del cambio de la densidad de la víctima. Estadísticamente, se puede comprobar la denso-independencia por medio del valor significativo de la pendiente de una línea de regresión, en donde se ubican diferentes valores crecientes de la densidad de la víctima en la eje horizontal a abscisa (x) y los valores creciente de número de individuos de la víctima destruida por el depredador en la eje vertical o la ordenada (y). Ahora bien, si el valor de coeficiente de regresión (b) o la pendiente de la línea, estadísticamente no difiere de valor de cero, esto indica que el factor de mortalidad funciona de forma denso-independiente (Fujii et al., 1986, Badii et al., 2007).

2. Respuesta funcional Tipo II. En este tipo de respuesta funcional, el número de individuos de la presa atacada y destruida por el depredador se incrementa pero con una tasa decreciente, en función del incremento de la densidad de la presa. Considerado en porcentajes, este por ciento de las presas destruidas por el individuo del depredador se disminuye en función del aumento de la densidad de la población de la presa. En la respuesta funcional Tipo II, el tiempo requerido para perseguir, dominar comer y digerir la presa se denomina el tiempo de manipuleo, lo cual es un limitante muy importante con respecto a la tasa al cual el depredador tomar y luego procesar las presas capturadas. Como consecuencia del tiempo de manipuleo, el incremento en el número de las presas atacados por el depredador desacelerará hasta llegar a nivel asintótica a pesar de que el número de las presas esta incrementándose. Este tipo de respuesta funcional

no remueve las presas en una manera denso-dependiente directa y por tanto, no pueda regular la densidad poblacional de la presa.

Es necesario en este momento describir e explicar el concepto de la regulación o el equilibrio o el balance natural. La regulación poblacional es una condición poblacional en donde las poblaciones fluctuantes se mantienen dentro ciertos niveles predecibles a lo largo de tiempo por la acción de factores bióticos y abióticos. La condición en este escenario es que las poblaciones (de la presa y el depredador, por ejemplo) pueden fluctuar entre dos niveles en donde el nivel inferior es diferente de cero ya que el cero significa la extinción poblacional, y el nivel superior es diferente de infinito, ya que a pesar de que las poblaciones en condiciones ideales (libre de situaciones adversas) intentan a realizar sus capacidades bióticas y alcanzar densidad muy altas, sin embargo, los factores naturales evitan este incremento y por tanto, el nivel infinito es un no-práctico en el concepto de regulación poblacional (Nicholson & Baily, 1935, Badii et al., 2007).

En este espacio hay que también describir la noción de denso-dependencia. Un factor de mortalidad denso-dependiente es aquel facto que destruye mayor porcentaje de la densidad de la presa a medida que la densidad de esta incrementa. En otras palabras, un factor denso-dependiente actúa dependiente de la densidad de la población de la especie víctima. Sin embargo, hay que aclarar que hay dos clases de denso-dependencia, el primero funciona proporcionalmente y directamente en función de la densidad lo cual se le denomina denso-dependiente directo (o directamente denso-dependiente), y el segundo funciona de forma negativa o inversa, es decir, a medida que la densidad poblacional de la presa se incrementa, el porcentaje de la mortalidad causada por el factor de mortalidad (depredador

en este caso) se disminuye, y por esta razón a este tipo de mortalidad se denomina denso-dependiente inversa (o inversamente denso-dependiente).

Además, estas denominaciones, es decir denso-independiente, denso-dependiente directo y denso-dependiente inverso, se aplican a las mortalidades que no regulan, regulan (producen estabilidad poblacional) o desestabilizan (ocasionan caos o brotes poblacionales), respectivamente. Por tanto, solamente, el factor denso-dependiente directo pueda generar regulación poblacional de la especie de la presa, mientras que, el factor denso-dependiente inversa por la virtud de ocasionar menor porcentaje de mortalidad a medida que la densidad de la presa incrementa, provee un desastre en el sentido de que produce una desestabilidad en el sistema depredador-presa. Y finalmente, el tipo de mortalidad denso-independiente, característica de la respuesta funcional Tipo I, no participa en regulación ni de manera positiva (como el caso de denso-dependiente directa) ni negativa (el caso de denso-dependiente inversa), y lo que ocasiona es una neutralidad en el sistema depredador-presa, es decir que el nivel de equilibrio al cual se encuentran las poblaciones de la presa y el depredador no van a estar afectados de una u otra manera, cuando tenemos la presencia de un factor de mortalidad de tipo denso-independiente (Badii & McMurtry, 1984a, 1984b).

3. Respuesta funcional Tipo III. En este tipo de respuesta funcional, el depredador aprende a concentrarse sobre la presa cuando la población de la presa se incrementa. Este tipo de respuesta funcional es generalmente, característica de los vertebrados, sin embargo, también se encuentra en algunas especies de invertebrados. La respuesta funcional de Tipo III, usualmente involucra dos o más especies de presas, y el depredador destruye aquella presa la cual tiene su densidad poblacional por encima de un nivel

mínimo y cambio del depredador de una presa a otra ocurre con el cambio en las densidades de las presas. En la respuesta funcional de Tipo III, el número de los individuos de la presa destruida por depredador se incrementa en forma sigmoideal (letra “S”) para llegar finalmente a un nivel asíntota, es decir, en este tipo de respuesta funcional hay dos niveles asíntotas, una a nivel baja de densidad de la presa (es cuando depredador aprende a concentrarse sobre la densidad baja de la presa la cual se está incrementándose), y el otro a nivel alta de densidad poblacional de la presa (tal como ocurre con las respuestas funcionales Tipo I y Tipo II) debido a factor de la saciedad del depredador y también debido a que hay un límite de número de las presas que un depredador puede consumir dentro una cierta duración de tiempo de manipuleo. Hay que acordar que el nivel de asíntota en cualquier tipo de respuesta funcional (I, II o III) indica una disminución en el cociente de los individuos de la presa destruidas por el depredador sobre las presas disponibles. Por tanto, en término de porcentaje, en el caso de la respuesta funcional de Tipo III, con el aumento de la densidad poblacional de la presa, el % de la mortalidad ocasionada por el depredador, se incrementa y llega a nivel máximo (lo cual coincide con el punto de inflexión de respuesta funcional en término numérico), y luego este porcentaje disminuye. Por tanto en el caso de la respuesta funcional de Tipo III, el factor de mortalidad provocada por el individuo del depredador, función de forma denso-dependiente directo hasta el punto de inflexión, y luego, después de este pico de %, la mortalidad disminuye. Por tanto debido a este fenómeno de denso-dependencia directa, este tipo de respuesta funcional contribuye a la regulación poblacional de la densidad de la presa.

En la presencia de varias especies de presa, el depredador puede distribuir su consumo entre diferentes presas en respuesta a la densidad relativa de las

especies de presas. El depredador puede destruir casi la totalidad de la población de una presa en exceso de una densidad o un número mínimo a lo cual se refiere como *nivel límite de seguridad* o *densidad límite de seguridad* (DLS). Esta densidad límite de seguridad depende en a) disponibilidad de la presa, b) lugares de refugio en donde la presa se esconde, c) el comportamiento social de la presa. A las densidades por debajo de este nivel (DLS), el depredador decide a que no es costeable (en término de costo-beneficio energético o temporal) la casería y por tanto cambia su atención y su búsqueda hacia otra especie de presa que provee mayor cantidad de beneficio. En este acto de cambiar de una especie hacia la otra, el depredador concentra de manera desproporcional su casería sobre una especie de la presa y pone poca atención a las especies raras de presa.

Los depredadores con respuesta funcional de Tipo III, utilizan una serie de especies de presas en relación directa a sus abundancias, cambiando a las especies más abundantes y por tanto, permitir que las especies con menor densidad poblacional tengan oportunidad de incrementar sus poblaciones de nuevo. Las especies de depredadores con respuesta funcional de Tipo III, adquieren una *imagen de búsqueda* la cual indica la capacidad de percibir y detectar especies crípticas de presa, es decir, una vez que el depredador encuentre una especie palatable (o comestible), será más fácil para este depredador encontrar especies con similar características. La *imagen de búsqueda* significa ni solamente especialización sobre ciertas especies de presas, sino también, especialización sobre sitios en donde existe mayor probabilidad de encontrar especies blancos, lo cual incrementa la eficiencia de captura de la presa por el depredador. Cuando se establece la *imagen de búsqueda* el depredador entra en un estado de cierta inercia, lo cual indica que el depredador continúa perseguir la presa blanco hasta incluso por

debajo de cierto nivel de densidad de la presa donde uno predice que sería mejor para el depredador cambia su estrategia de búsqueda en base a nivel de encuentro con la población de la presa (Arditi & Ginzburg, 1989).

Conclusiones

Depredación junto con parasitismo, y competencia son interacciones entre especies que en donde existe daño al menos a un miembro involucrado. Los depredadores por la virtud de su capacidad depredadora individual o respuesta funcional, y colectiva o respuesta numérica y la combinaciones de éstos dos procesos, pueden regular las poblaciones de sus presas y de esta manera tiene la potencial de contribuir al control de las especies plagas las cuales mayormente son herbívoros. Durante la evolución, los depredadores han adoptado estrategias adaptativas para maximizar su impacto sobre la densidad poblacional de sus presas. Algunos depredadores tienen un efecto neutralizante sobre la dinámica del sistema depredador-presa, otros por su forma de estrategia depredativa, desestabilizan el nivel equilibrio del sistema depredador-presa, y finalmente, algunos son capaces de regular las densidades poblacionales de su presa y por ende apoyar a estabilización del sistema depredador-presa, lo cual es benigno para la continuidad del fenómeno de la regulación y control natural de las plagas en distintos ecosistemas.

Referencias

- Arditi, R. & L.R. Ginzburg. 1989. Coupling in predator-prey dynamics: ratio-dependence. *J. Theoretical Biology*, 9: 311-326.
- Badii, M.H. & J.A. McMurtry. 1984a. Feeding behavior of some phytoseiid predators on the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Phytoseiidae, Tarsonemidae). *Entomophaga*, 29: 49-53.
- Badii, M.H. & J.A. McMurtry. 1984b. Life history of and life parameters for *Phytoseiulus longipes* with comparative studies on *P. persimilis* and *Typhlodromus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). *Acarologia*, 25: 111-123.

- Badii, M.H. & J.A. McMurtry. 1988. Effect of prey density on functional and reproductive responses of the predatory mite *Phytoseiulus longipes* (Acari: Phytoseiidae). *Internat. J. Acarol.*, 14: 61-69.
- Badii, M.H., E. Hernández & S. Flores. 1993. Respuesta funcional de *Euseius mesembrinus* (Dean) en función de la densidad de *Brevipalpus californicus* (Banks) (Acari: Phytoseiidae, Tenuipalpidae). *Southwestern Ent.*, 18: 301-304.
- Badii, M.H., E. Hernández-Ortiz, A.E. Flores & J. Landeros. 2004. Prey stage preference and functional response of *Euseius hibisci* to *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Experimental & Applied Acarology*, 34: 263-273.
- Badii, M.H., J. Landeros, E. Cerna & S. Varela. 2007. Depredación entre artrópodos. Pp. 75-89. In: L.A. Rodríguez del Bosque & H. Arredonodo (eds). *Teoría y Aplicación del Control Biológico*. AMCB, Prometeo Editores. 303 pp.
- Fujii, K., C.S. Holling & P.M. Mace. 1986. A simple model of attack by predators and parasites. *Ecol. Res.* 1: 141-156.
- Holling, C.S. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Can. Ent.* 91: 386-398.
- Nicholson, A.J. y V.A. Bailey. 1935. The balance of animal populations. Part I. *Proc. Zool. Soc. London*, p. 551-598.
- Solomon, M.E. 1949. The natural control of animal populations. *J. Anim. Ecol.* 18: 1-35.

***Acerca de los Autores**

Badii, M.H., J. ¹Landeros, H. ²Rodríguez, E. ¹Cerna, J. ¹Valenzuela & Y. ¹Ochoa

UANL, San Nicolás, N.L., México, ¹UAAAN, Saltillo Coah. México & ²Universidad Agraria de la Habana, Habana, Cuba