

Octavio M. Vilchis

Modelos nulos en interacciones biológicas, una propuesta: depredación en chirostoma riojai-zooplancton

Ciencia Ergo Sum, vol. 7, núm. 2, julio, 2000

Universidad Autónoma del Estado de México

México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10401809>



Ciencia Ergo Sum,

ISSN (Versión impresa): 1405-0269

ciencia.ergosum@yahoo.com.mx

Universidad Autónoma del Estado de México

México

¿Cómo citar?

Fascículo completo

Más información del artículo

Página de la revista

www.redalyc.org

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Modelos nulos en interacciones biológicas, una propuesta: depredación en *Chirostoma riojai*-zooplancton

OCTAVIO M. VILCHIS*

Recepción: 27 de abril de 1999

Aceptación: 20 de septiembre de 1999

A Proposal of Null Models in Biological Interactions: Predation (*Chirostoma riojai*-zooplankton)

Abstract. *The correct application of the null models in ecological studies is important since through of them we are able to know if random determines or influences the observed patterns, time and/or space. A proposal to make the construction of the models more rapid and reliable is also undertaken. A case study (predation between a fish and its preys) is analyzed. By applying the null model it is found that random does not influence or determine the observed pattern and that this probably responds to any ecological mechanism.*

Introducción

Tradicionalmente los ecólogos que trabajan con comunidades naturales han encontrado patrones temporales o espaciales en su estructura, los cuales han asociado automáticamente a la competencia intra o interespecífica (Galindo, 1986). Lo más recomendable en estos estudios es trabajar con hipótesis alternativas y cuestionar los mecanismos generadores de los patrones que se encuentran.

Una vía para trabajar con estas hipótesis es el uso de los modelos nulos (Strong, 1980; Gotelli y Graves, 1993). La falta de generación de hipótesis alternativas probablemente se debe a su relativa complejidad de construcción. En este sentido, es importante cuestionar los patrones obtenidos y no adjudicarlos inmediatamente a algún tipo de mecanismo, ya sea ecológico o evolutivo. En el presente trabajo se presenta la importancia de los modelos nulos y, además, se propone un método rápido y confiable para su construcción, a través de un estudio de caso.

I. Modelos nulos

Los modelos nulos sirven para saber si existe el azar en los procesos que generan algún patrón ecológico, lo cual se realiza mediante el criterio de azarosidad a partir de trabajar con datos ecológicos pertenecientes a una distribución desconocida o imaginada. De esta manera, los experimentos nulos no son reales, sino más bien experimentos hipotéticos que permiten explorar el rango de posibilidades del universo con que se trabaja; los modelos nulos, entonces, tienen como principal objetivo determinar si los patrones observados (emanados de un conjunto de datos reales) son causados por mecanismos ecológicos o evolutivos (conocidos o no), o tan sólo por el azar.

Al incorporar efectos estocásticos al experimento se permite prever una amplia variedad de resultados (incluyendo el de “no efecto”), con lo que existe posibilidad de que el proceso en que se piensa no ha ocurrido, es decir, que el mecanismo que interviene en el proceso no tiene relación con las causas que se adjudican. Los modelos nulos retan a la teoría ecológica predictiva para explicar cómo la naturaleza está estructurada, y fuerzan a los teóricos a probar aquellas predicciones con datos

*Laboratorio de Manejo y Conservación de Fauna Silvestre. Centro de Investigación en Recursos Bióticos. Facultad de Ciencias, UAEM. Instituto Literario 100 Ote. C. P. 50000. Col. Centro. Toluca, México. Correo electrónico: omv@coatepec.uaemex.mx

Quiero expresar mi agradecimiento a “Juan”, ya que sin su ayuda hubiera sido más complicado escribir sobre este tema; a Javier Manjarrez y dos revisores anónimos cuyos comentarios enriquecieron el presente trabajo; y a Adriana Ortega Urrieta por ser un bello motivo.

reales, para aclarar y distinguir patrones ecológicos desde los diferentes procesos que logran producirlos (Rathcke, 1984; Peters, 1991). El modelo nulo puede ser un agregado de diversos mecanismos posibles que está lleno de obstáculos en contra de las predicciones de una hipótesis alternativa simple; sin embargo, múltiples alternativas son probadas a partir de diferentes modelos nulos (Gotelli y Graves, *op. cit.*).

Si el modelo nulo ha sido construido apropiadamente y es aceptado, existe azarosidad; por lo que se concluye que el mecanismo no está operando o que la teoría no genera predicciones únicas. Alternativamente, si el modelo nulo es rechazado y el patrón es consistente con predicciones teóricas, esto provee alguna evidencia positiva en favor del mecanismo. Sin embargo, la evidencia positiva no deberá ser construida como una prueba definitiva (Brady, 1979), porque diferentes mecanismos suelen generar patrones ecológicos similares. El modelo nulo también puede ser rechazado injustamente si éste no es construido apropiadamente.

II. Depredación (redes alimenticias)

La dieta de un animal es, entre otras cosas, el reflejo de su capacidad para obtener a sus presas, de sus necesidades energéticas o de la disponibilidad de las presas en el ambiente –ya que un animal toma el alimento de acuerdo con las proporciones en que éste se encuentre en el medio– (Wootton, 1990 y 1992). Si esto es cierto, al analizar correcta y acertadamente la dieta de una población de depredadores se observarán las tendencias en las abundancias relativas de las poblaciones de presas en el sistema, y de esta manera será posible sugerir características acerca de la estructura de las poblaciones de las presas.

Si se contara con más datos (como la estructura de edades de la población del depredador) sería posible realizar un análisis

más completo y detallado sobre su dieta, de tal forma que se podría determinar si existe variación por clases de edad; o si se contara con datos sobre la presencia de las poblaciones de presas en el medio, se sabría si el depredador es o no selectivo al buscar a sus presas (Navarrete *et al.*, 1996).

Como ya se ha dicho, los modelos nulos son una herramienta que permite determinar si el mecanismo mediante el cual se genera un patrón es el azar o alguno de tipo ecológico o evolutivo. Esta herramienta se ha usado con anterioridad en estudios de redes alimenticias, en los que se pone a prueba si la competencia es la fuerza mediante la cual se generan los patrones observados en dichas redes. Las matrices de las redes alimenticias son muy similares a las matrices de comunidades de presencia/ausencia, lo cual facilita su manejo para el empleo de los modelos nulos.

III. Estudio de caso: *Chirostoma riojai*-zooplancton

Chirostoma riojai (charal) es una especie endémica del Valle de Toluca (Chávez-Toledo, 1987); el constante y rápido deterioro de la calidad del agua, así como de la desecación de los cuerpos acuáticos han ocasionado que esta especie esté a punto de desaparecer de su área de distribución original. Los trabajos de investigación sobre *Chirostoma riojai* son escasos, y sólo tocan algunos aspectos sobre su distribución (Soto *et al.*, 1991); poco se conoce de su biología, lo que dificulta inferir más sobre sus poblaciones.

La población de *Chirostoma riojai* que se utilizó para la realización del presente estudio presenta un patrón definido de depredación sobre sus presas (Méndez, 1996). Después de procesar los peces y analizar la dieta por clases de talla, se encontró que *Chirostoma riojai* se alimenta de 10 tipos de presas diferentes. Al realizar el estudio de las presas consumidas por clase de talla, se observó la existencia de

TABLA 1

ABUNDANCIAS RELATIVAS DE PRESAS CONSUMIDAS POR CLASE DE TALLA (VALORES OBSERVADOS)

CLASES DE TALLA/PRESA	9	8	7	6	5	4	3	2	1
<i>D. CATAWBA</i>	43.52	40.90	38.70	32.90	36.0	17.0	9.92	8.67	2.70
<i>D. PARVULA</i>	12.31	6.06	11.30	19.0	21.0	29.0	15.0	31.2	3.90
<i>B. COREGONI</i>	9.59	5.98	16.30	11.30	6.79	28.0	41.60	44.0	48.50
<i>D. LEUCHTENBER</i>	1.79	1.90	3.57	1.98	2.52	5.30	0	13.70	7.73
<i>M. MICRURA</i>	0	0.24	0.12	3.75	0.19	0	0	0	0
<i>D. MONTEZUMAE</i>	2.11	5.96	13.50	14.50	24.40	7.50	1.0	0.07	3.70
<i>PARACYCLOPS</i> SP.	5.32	4.99	2.19	2.68	3.58	6.30	30.90	2.30	20.0
<i>CYCLOPS</i> SP.	2.22	2.58	0.52	1.89	4.29	4.90	0.08	0	13.20
INSECTOS	23.77	14.40	13.20	11.80	1.91	2.20	2.25	0	0
PECES	0	16.70	0	0	0	0	0	0	0

TABLA 2

ABUNDANCIAS RELATIVAS DE PRESAS CONSUMIDAS POR CLASE DE TALLA (VALORES ESPERADOS DESPUÉS DE APLICAR LA PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE)									
CLASES DE TALLA	9	8	7	6	5	4	3	2	1
<i>D. CATAWBA</i>	3.22	20.03	50.20	56.80	32.20	12.2	15.40	22.30	16.50
<i>D. PARVULA</i>	2.08	12.90	32.40	36.70	20.80	7.88	9.96	14.40	10.70
<i>B. COREGONI</i>	2.96	18.44	46.22	52.30	29.60	11.2	14.20	20.50	15.20
<i>D. LEUCHTENBER</i>	0.53	3.34	8.39	9.50	5.38	2.04	2.57	3.73	2.77
<i>M. MICRURA</i>	0.06	0.37	0.93	1.06	0.60	0.22	0.28	0.41	0.30
<i>D. MONTEZUMAE</i>	1.01	6.32	15.85	17.90	10.10	3.85	4.87	7.05	5.23
<i>PARACYCLOPS SP.</i>	1.09	6.80	17.06	19.30	10.90	4.14	5.24	7.59	5.63
<i>CYCLOPS SP.</i>	0.41	2.58	6.47	7.33	4.15	1.57	1.98	2.87	2.13
INSECTOS	0.97	6.04	15.15	17.10	9.73	3.68	4.65	6.74	5.00
PECES	0.23	1.45	3.64	4.12	2.33	8.85	1.11	1.61	1.20

una aparente relación entre el tipo y cantidad de presa consumida y las diferentes tallas del pez en el cuerpo de agua (tabla 1). Las variaciones ontogénicas en la dieta del charal, según esta investigación, se pueden dar por competencia intraespecífica; además, en otros trabajos similares se afirma la injerencia de la competencia en los patrones observados (Navarrete *et al.*, *op. cit.*).

Los valores de abundancias relativas de las presas consumidas por clase de tallas obtenidos se muestran en la tabla 1 (valores observados). Posteriormente, en el estudio de Méndez (1996) se comenta que este patrón puede estar determinado por la competencia intraespecífica; ello resulta verdadero si se prueba la hipótesis de que la competencia es el principal mecanismo estructurador de las poblaciones.

Ahora bien, de considerar al azar como único factor generador de patrones, vale la pena cuestionarse sobre que tan válida es la probabilidad de que cada clase de talla esté precisamente en la posición en la que se encuentra, es decir, cuál es la probabilidad de obtener, sólo del azar, los valores observados. Para esto se requiere conocer la cantidad de maneras en que se pueden arreglar los valores de las nueve clases de talla; una de ellas es el orden en el cual se encuentran, pero el total de maneras posibles es $9! = 362,880$ posibilidades. Entonces la probabilidad de haber obtenido por azar precisamente los valores observados es de 3×10^{-6} (casi cero).

Pero debido a que algún patrón pudo haberse obtenido, podría decirse que el que se muestra en la tabla 1 fue favorecido por el azar. Esto no puede saberse mientras se carezca de un número suficientemente grande de muestreos en campo, aunque por medio del marco teórico de los modelos nulos es posible analizar si el azar interviene en la generación del patrón observado.

IV. La propuesta

Para obtener los valores esperados respecto a los patrones ecológicos observados considerando sólo el azar, se tendrían que tomar en cuenta y conjugar cada una de las celdas, con un total de 362,880 posibilidades, lo cual resultaría muy complicado y laborioso. En el presente estudio se propone una forma rápida y confiable de construir el modelo nulo para obtener los valores esperados más probables, mostrados en la tabla 2, a partir de los valores observados. El método estadístico utilizado para ello fue una prueba de bondad de ajuste, con el fin de que, además de obtener los valores esperados, puedan evaluarse estadísticamente los resultados y conocer si existen diferencias significativas entre los valores observados y los estadísticamente esperados (modelo nulo, tabla 2), esto mediante la prueba de "G" (Zar, 1984; Velázquez y Hail, 1996).

La comparación estadística de los valores (observados y esperados) se realizó entre cada una de las presas (renglón contra renglón), de tal forma que la única presa que no presentó diferencias significativas entre ambos tipos de valores fue *M. micrura* ($G = 8.36$; g.l. = 8; $p > 0.05$) y, obviamente, las restantes sí presentaron diferencias significativas; todas fueron trabajadas con 8 grados de libertad y una probabilidad < 0.005 (ver tabla 3).

Debido a que los valores observados y los esperados (de considerar tan sólo el azar) son significativamente diferentes, se sugiere que el azar no es el mecanismo que determina el patrón en los datos observados, pues los valores más probables si sólo se toma en cuenta el azar, son significativamente diferentes de los observados. Entonces, los valores pueden estar determinados por otros mecanismos, ya sean ecológicos o evolutivos.

TABLA 3

VALORES DE LAS PRUEBAS DE G, AL COMPARAR LOS VALORES OBSERVADOS Y LOS VALORES ESTADÍSTICAMENTE ESPERADOS, APLICADOS A CADA UNA DE LAS PRESAS

PRESAS	VALOR DE LA PRUEBA DE G
D. CATAWBA	213.08
D. PARVULA	114.16
B. COREGONI	361.66
D. LEUCHTENBER	47.72
M. MICRURA	8.36*
D. MONTEZUMAE	40.08
PARACYCLOPS SP.	146.38
CYCLOPS SP.	153.08
INSECTOS	0.97
PECES	81.62

*NO PRESENT DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.
 NOTA: TODAS SE TRABAJARON CON UN P < 0.005 Y G. L. = 8

Conclusiones

En el presente trabajo se evidencia la ventaja que da utilizar los modelos nulos para conocer si el azar está involucrado en el proceso generador del patrón observado, en contraste con la alternativa de realizar repeticiones lo suficientemente numerosas en campo con el mismo objetivo. Sin embargo, no por ello debe evitarse el mayor número posible de experimentos en campo, ya que la teoría es tan sólo una aproximación a lo que sucede en la naturaleza.

Con respecto al estudio de caso, donde se sugiere que el mecanismo que propicia el patrón observado puede ser la competencia intraespecífica, esto no necesariamente tiene que ser el único mecanismo que genere el patrón observado. Otras causas podrían ser la abundancia temporal de las presas, un uso diferencial del espacio según clases de talla, las diferencias en requerimientos energéticos, etcétera. Se requiere conocer más aspectos sobre la historia, biología y ecología del sistema para determinar de manera más efectiva el patrón presentado. ☺



BIBLIOGRAFÍA

Brady, H. (1979). "Natural Selection and the Criteria by which a Theory is Judged", en *Systematic Zoology*. Núm. 28.

Chávez-Toledo, C. (1987). *Ictiofauna del Alto Lerma: aspectos sistemáticos, zoogeográficos y ecológicos*. Tesis profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México, D. F.

Galindo, C. (1986). "La teoría de la competencia y la estructura de las revoluciones científicas", en *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie). Núm. 19.

Gotelli, N. J. y Graves, G. R. (1993). *Null Models in Ecology*. Smithsonian Institution Press, Washington.

Méndez, F. (1996). *Contribución al conocimiento biológico de Chirostoma riojai Solórzano y López, 1965 (charal del alto Lerma) en el embalse Ignacio Ramírez, Almoloya de Juárez, México*. Tesis profesional. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

Navarrete, N; Sánchez, R. y Rojas, M. (1996). "Selección del zooplankton por el charal *Chirostoma jordani* (Atheriniformes: Atherinidae)", en *Rev. Biol. Trop.* 44 (2).

Peters, R. H. (1991). *A Critique for Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.

Rathcke, B. J. (1984). "Patterns of Flowering Phenologies: Testability and Causal Inference Using a Random Model", en Strong, D. R.; Simberloff, D.; Abele, L. G. y Thistle, A. B. (eds.). *Ecological Communities. Conceptual Issues and Evidence*. Princeton University Press, Princeton.

Sokal, R. y Rohlf, J. (1981). *Biometry*. 2a. ed. W. H. Freeman & Co., San Francisco.

Soto, E.; Barragán, J. y López, E. (1991). "Efectos del deterioro ambiental en la distribución de la ictiofauna lermense", en *Universidad: Ciencia y Tecnología*, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 1(4).

Strong, D. R. (1980). "Null Hypotheses in Ecology", en *Synthese*. Núm. 43.

Velázquez, A. y Hail, H. (1996). "Habitat Analysis of the Volcano Rabbit (*Romerolagus diazi*) by Different Statistical Methods", en *Journal of Applied Ecology*. Núm. 33.

Wootton, R.

_____ (1990). *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman and Hall, London.

_____ (1992). *Fish Ecology*. Blackie, London.

Zar, H. (1984). *Biostatistical Analysis*. 2a. ed. Prentice Hall Inc., New Jersey.