



---

## Práctica 11. Evaluación del esfuerzo de muestreo y comparación de la riqueza de especies

---

Garrido-Olvera, L. y Cabrera-Guzmán, E. (2013). Práctica 11. Evaluación del esfuerzo de muestreo y comparación de la riqueza de especies. En Martínez, A. L., Castañeda-Sortibrán, A., Morrone, J. J. y Llorente-Bousquets, J. (Coordinadores). *Manual de prácticas de biogeografía* (2ª ed., pp. 32-36). México: Las Prensas de Ciencias, UNAM.

# Práctica 11

## Evaluación del esfuerzo de muestreo y comparación de la riqueza de especies

Lorena Garrido-Olvera y  
Elisa Cabrera-Guzmán

32

Manual de prácticas de biogeografía | Práctica 11

### Objetivo

- Comprender la utilidad de las curvas de rarefacción en la evaluación del esfuerzo de muestreo y la comparación de la riqueza de especies entre áreas geográficas.

### Unidad de conocimiento

La cuantificación de la riqueza de especies (número de especies presentes en un área) es importante para la ecología y la biogeografía, ya que permite conocer uno de los principales componentes de la diversidad biológica.

En la práctica, el número de especies encontrado en un sitio depende entre otros factores, del esfuerzo de muestreo realizado. Dicho esfuerzo puede ser visualizado mediante una curva de acumulación de especies, la cual se define como el gráfico de la riqueza acumulativa contra el esfuerzo de muestreo (Figura 2). Cuando la curva alcanza la asíntota, el esfuerzo de muestreo puede ser considerado suficiente para conocer la riqueza total de especies en un sitio. De acuerdo con las características del grupo taxonómico y las áreas bajo estudio, el esfuerzo de muestreo puede estar basado en el número de muestras o en el número de individuos.

La riqueza puede ser comparada validamente sólo cuando las curvas de acumulación han alcanzado una asíntota clara y se han empleado las técnicas de registro de mayor capacidad de detección. No obstante, si una o más curvas de acumulación no alcanzan la asíntota, las curvas de rarefacción pueden ser obtenidas para una comparación apropiada.

El término rarefacción se refiere a curvas de “re-muestreo” basadas en individuos o en muestras. Estas curvas se producen realizando muestreos repetidos al azar con el conjunto total de individuos

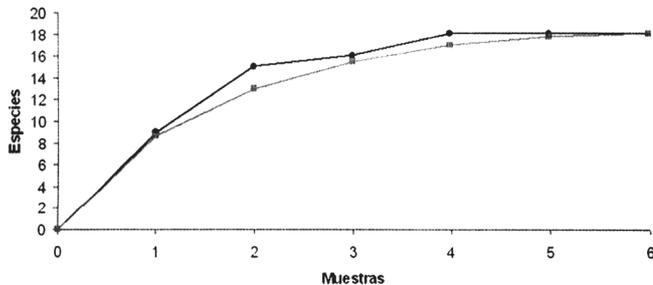


Figura 2. Comparación de una curva de acumulación (círculos) y una curva de rarefacción (cuadros) de especies basadas en muestras, ambas obtenidas con el mismo conjunto de datos.

o muestras; para ello se grafica el número promedio de especies acumulado contra cada muestra o individuo, de tal manera que la gráfica obtenida es “suavizada”, eliminando así el efecto del orden en que los muestreos se fueron realizando (Figura 2).

En las comparaciones de riqueza se recomienda utilizar las curvas de rarefacción basadas en muestras; sin embargo, en la mayoría de los estudios el número de individuos observado o coleccionado por cada muestra puede variar, así que para hacer esta comparación en niveles similares de esfuerzo de muestreo, la riqueza acumulativa deberá estar en función del número promedio de individuos por muestra (Figura 3).

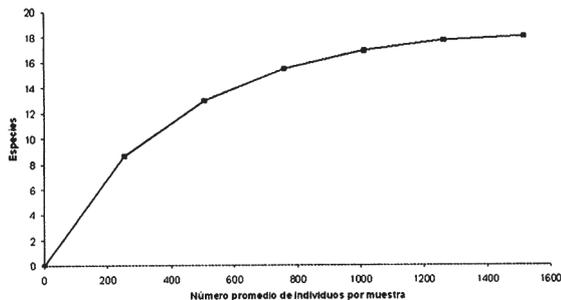
Recientemente se ha propuesto un modelo matemático (Mao Tau) para obtener las curvas de rarefacción de especies basadas en muestras, las cuales son prácticamente idénticas a las curvas de rarefacción antes mencionadas. Este método permite comparar la riqueza de especies entre sitios de modo estadístico, proporcionando intervalos de confianza del 95%. La superposición de estos intervalos indicará que no existen diferencias significativas entre la riqueza de los sitios.

### Unidad de acción

1. Compara la riqueza de especies entre los sitios presentados en el Cuadro 4, obteniendo las curvas de rarefacción mediante la función analítica Mao Tau.
  - a) Transcribe en hojas de cálculo de *Excel* los datos proporcionados en el Cuadro 4, manejando los cinco sitios en archivos separados e indicando el nombre del sitio en la primera fila, así como el número de especies y el número de muestras en la segunda fila (ver ejemplo en la Figura 4).
  - b) Guarda cada archivo en formato de texto (delimitado por tabulaciones).
  - c) En el programa *EstimateS* 7.5 abre el archivo en formato de texto correspondiente al primer sitio dando clic en File-Load Input File.

**Nota:** Debido a que el programa considera informativos los nombres de las especies y de los diferentes muestreos, debes indicarle que salte la primera fila y la primera columna (Figura 5).

- d) En el menú Diversity elige la opción Diversity Settings e indica al programa que no realice aleatorizaciones, colocando el número “1” en el cuadro Runs (Figura 6).
- e) Nuevamente en el menú Diversity selecciona la opción Compute Diversity Stats para observar los estadísticos calculados por el programa (Figura 7).
- f) Selecciona la opción Export para guardar los datos en formato de texto (delimitado por tabulaciones).



**Figura 3.** Curva de rarefacción en muestras y re-escalada al número promedio de individuos por muestra (obtenida con el mismo conjunto de datos usado para la Figura 2).

**Cuadro 4.** Datos de la abundancia de especies de mamíferos en cinco localidades de la región de Los Tuxtlas, Veracruz

Especie	Potrero					Acahual "A"					Acahual "B"					Selva "A"					Selva "B"										
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
<i>Nasua narica</i>							1	1	1				1	1															3	1	
<i>Eira barbara</i>																									2						
<i>Alouatta palliata</i>									2						1				2	2					2			1			
<i>Philander opossum</i>																			3	5	17	13	7								
<i>Sciurus deppoi</i>								1	4		1		1	2	1	1	3								1						
<i>Agouti paca</i>																			2												
<i>Sigmodon hispidus</i>	13	9	16	2	4	20	10	10	27	23	4	28	17	7	8	11	4	24	23	7	13	16	9	19	7	1	4	9	2	6	
<i>Mormoops megalophylla</i>																			2	13	4	1	6	3							
<i>Desmodus rotundus</i>													1	1																	
<i>Glossophaga soricina</i>			2		3				2	1			1	1				4	2	2							3	10	3	2	12

g) Para construir la curva de rarefacción de especies abre en el programa Excel el archivo que contiene los estadísticos calculados por EstimateS 7.5.

h) Selecciona las columnas Individuals y Sobs (Mao Tau) y gráfica con la opción Dispersión XY, para obtener una curva como se muestra en la Figura 8.

i) Agrega a la curva obtenida los intervalos de confianza (Figura 9).

**Nota:** Para obtener el límite inferior de los intervalos resta a los valores de la columna Mao Tau los valores correspondientes de la columna límite inferior (Sobs (Mao Tau)-Sobs 95% CI Lower Bound). Realiza el procedimiento inverso para obtener los valores del límite superior, es decir, resta a cada valor del límite superior, el valor correspondiente de la Mao Tau (Sobs 95% CI Upper Bound-Sobs (Mao Tau)).

j) Repite el mismo procedimiento para los datos de los sitios restantes. Una vez obtenidas las curvas de rarefacción para cada uno de ellos, realiza una gráfica que presente las cinco curvas con sus respectivos intervalos de confianza.

2. Discute brevemente si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para conocer el número total de especies en cada sitio y si hay diferencias significativas entre la riqueza de estas localidades.

### Bibliografía recomendada

Colwell, R. K. 2006. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Versión 8. En: <http://purl.oclc.org/estimates>.

—, C. X. Mao y J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85(10): 2717-1727.

Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379-391.

Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford. 193 pp.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Acahual "A"									
2	5	6								
3		1	2	3	4	5	6			
4	<i>Nasua narica</i>		1	1	1					
5	<i>Alouatta palliata</i>				2					
6	<i>Sciurus deppei</i>			1	4	1				
7	<i>Sigmodon hispidus</i>	10	10	27	23	4	28			
8	<i>Glossophaga soricina</i>			2	1					
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										

Figura 4. Archivo de entrada en formato Excel. La primera fila es el título y la segunda el número de especies y muestras. Cada columna representa un muestreo y cada fila una especie.

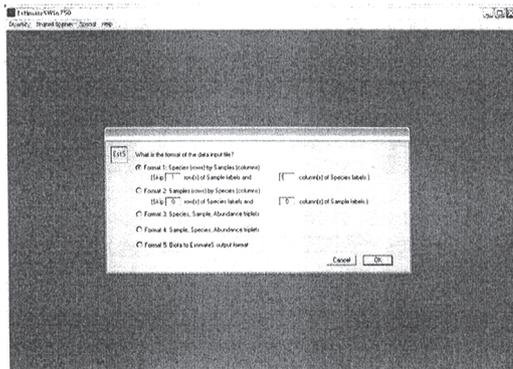


Figura 5. Carga del archivo de entrada en EstimateS seleccionando el formato 1.

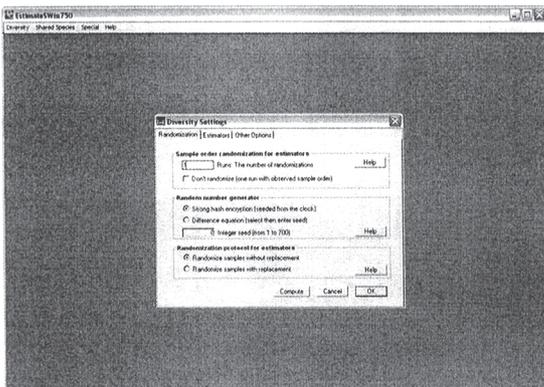


Figura 6. Indicación para evitar que los datos sean aleatorizados en EstimateS.

EstimateSWin750						
File Edit Diversity Shared Species Special Help						
AcAactual A						
Samples	Individuals (computed)	Sobs (Mao Tau)	Sobs 95% CI Lower bound	Sobs 95% CI Upper bound	Sobs SD (Mao Tau)	Sobs Mean (runs)
1	19.33	2.5	1.13	3.86	0.66	1
2	38.66	3.63	2.22	4.84	0.66	2
3	58	4.2	2.90	5.40	0.66	3
4	77.33	4.6	3.34	5.85	0.63	5
5	96.66	4.83	3.62	6.04	0.61	5
6	116	5	3.78	6.21	0.62	5

Figura 7. Archivo de salida de *EstimateS*. Se incluye el esfuerzo de muestreo (Samples), número promedio de individuos por muestra (Individuals), valores de riqueza para la curva de rarefacción (Sobs Mao Tau), intervalos de confianza inferior y superior (95% Lower bound y 95% Upper bound) y número acumulado de especies (Sobs Mean).

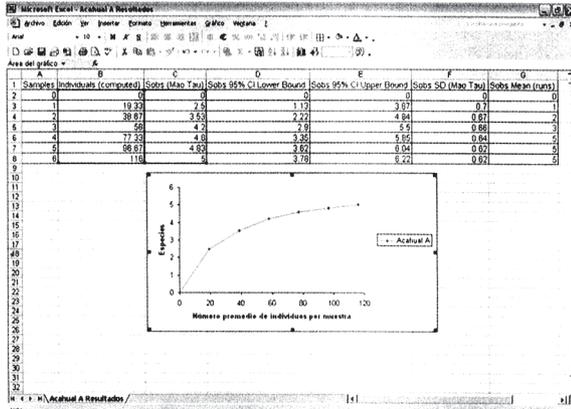


Figura 8. Curva de rarefacción de especies. El eje "x" representa el esfuerzo de muestreo y el eje "y" el número promedio acumulado de especies.

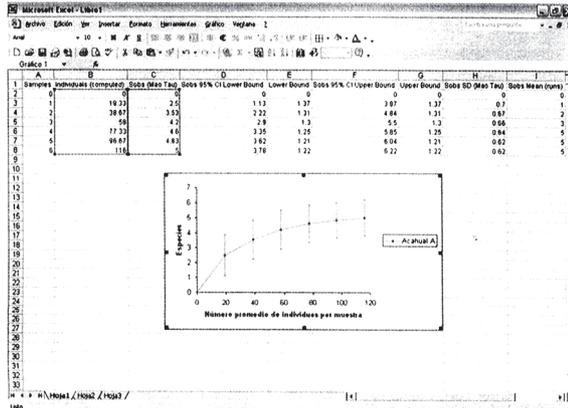


Figura 9. Curva de rarefacción de especies con sus intervalos de confianza.