

# 4. Muestreo de poblaciones artificiales

Ecología Metodológica y Cuantitativa (5C1)  
Departamento de Ecología e Hidrología

Curso 2008–09

## Índice

1. Introducción	1
2. Medidas de densidad y cobertura	1
3. Estrategias de muestreo: aspectos prácticos	2
4. Objetivos	3
5. Material	3
6. Procedimiento	3
6.1. Estimaciones de densidad	3
6.2. Estimaciones de cobertura	3
7. Discusión	4
8. Bibliografía	4
9. Funciones útiles en la sesión práctica	4

## 1. Introducción

Estimar la abundancia de los organismos es una labor fundamental en muchas investigaciones ecológicas. Sin embargo, salvo en algunos casos concretos, es imposible realizar un recuento completo de todos los individuos objeto de estudio (la **población**). Es necesario, por tanto, recurrir a técnicas de muestreo que permitan estimar la abundancia de los organismos dentro de unos márgenes de error aceptables. La consecución de los objetivos de cualquier estudio ecológico depende en gran medida del diseño de esquemas de muestreo apropiados.

Por otra parte, aunque existen diferencias importantes en el diseño de muestreos de poblaciones animales y vegetales, en esta práctica se tratará únicamente el muestreo de poblaciones vegetales. Una revisión de los métodos de muestreo para animales puede encontrarse en los trabajos de Southwood (1966), Montes y Ramírez-Díaz (1978) y Tellería (1986).

## 2. Medidas de densidad y cobertura

La densidad, la frecuencia y la cobertura son medidas descriptivas de las características una población.

La **densidad** se define como el número de individuos por unidad de superficie (por ejemplo: individuos/ha, individuos/m<sup>2</sup>, individuos/km<sup>2</sup>). Su estimación se realiza habitualmente contando el número de individuos contenidos en superficies de referencia llamadas **unidades de muestreo**, cuya forma y tamaño puede ser variada. La densidad del área de estudio es extrapolada a partir de los valores obtenidos para las unidades de muestreo. También se pueden utilizar medidas de distancia (sin unidad de muestreo).

**Tabla 1**

Clases	Domin-Krajina		Braun-Blanquet			van der Maarel		
+		1 ind	<	1	%			
1	1	– 2 ind	1	–	5 %			raros
2		< 1 %	6	–	25 %			pocos
3	1	– 4 %	26	–	50 %		< 1 %	
4	4	– 10 %	51	–	75 %	1	–	5 %
5	11	– 25 %	76	–	100 %	5	–	12,5 %
6	26	– 33 %				12,5	–	25 %
7	34	– 50 %				25	–	50 %
8	51	– 75 %				50	–	75 %
9	76	– 90 %					>	75 %
10	91	– 100 %						

La *cobertura* se define como el porcentaje de suelo ocupado por la proyección ortogonal de las partes aéreas de la vegetación. La cobertura puede estimarse mediante diversos métodos. La *cobertura visual* se obtiene estimando “a ojo” la cobertura de la especie, utilizando diversas escalas de referencia (Tabla 1).

Un método más objetivo es la *cobertura puntual*, obtenida mediante la intercepción de un individuo con una aguja (o una serie de agujas) que se desplaza verticalmente. La unidad de muestreo, por lo tanto, es puntual (sin dimensiones). La cobertura puntual se expresa como la relación entre las veces que un individuo es tocado y el número total de “pinchazos”, expresado en tanto por cien. Otro tipo de estima es la *cobertura lineal*, que se define como la intercepción lineal de la proyección vertical de los individuos sobre una cinta métrica. Se expresa como la relación entre el número de unidades (m, cm) “tocadas” por la especie y la longitud total considerada, en tanto por cien.

También es necesario mencionar (aunque no se consideran en esta práctica) las medidas de tipo destructivo, entre las que se encuentran las estimas de biomasa y producción.

La elección del tipo de medida depende de los objetivos de la investigación, pero también de la vegetación que se pretende estudiar.

### 3. Estrategias de muestreo: aspectos prácticos

El diseño de una estrategia de muestreo adecuada implica considerar la influencia de varios factores en la obtención de las medidas elegidas para cuantificar las poblaciones. Además del tipo de estima, estos factores son:

1. La *forma* y el *tamaño* de la unidad de muestreo, que están relacionadas con el tamaño y la distribución espacial de los organismos. En la mayoría de los casos se suelen utilizar unidades de muestreo cuadradas (*quadrats*).

2. El *tipo de muestreo*, que puede ser aleatorio, regular o sistemático, estratificado, transectos, etc.

El muestreo aleatorio es considerado como el método ideal, aunque en la práctica, su realización en el campo puede ser muy complicada.

El muestreo regular o sistemático es más fácil de llevar a la práctica y generalmente proporciona muy buenos resultados. Consiste en situar las unidades de muestreo a la misma distancia unas de otras.

El muestreo estratificado consiste en dividir el área de estudio en sectores homogéneos en cuanto a sus características ambientales. Dentro de cada sector se procede entonces a un muestreo aleatorio o sistemático, procurando que el número de unidades de muestreo dentro de cada sector sea proporcional a la superficie del mismo.

Los transectos o bandas son variantes del muestreo sistemático, y tienen gran utilidad cuando se pretende estudiar la influencia de gradientes ambientales (como, por ejemplo, la altitud o la orientación).

3. El *tamaño muestral* o número de unidades de muestreo necesarias, que puede estimarse recurriendo a distintos métodos gráficos o analíticos. La elección del tamaño muestral requiere considerar la disponibilidad de tiempo, dinero y personal, llegando a un compromiso entre la calidad del muestreo y el esfuerzo posible.

4. La *distribución espacial* de los organismos afecta notablemente a los aspectos mencionados anteriormente, y ha de ser considerada para realizar una planificación adecuada de la estrategia de muestreo.

## 4. Objetivos

Esta práctica tiene como objetivo familiarizar a los estudiantes con los diferentes aspectos que han de tenerse en cuenta en un diseño de muestreo. Dado que la práctica se realiza en la microaula con poblaciones artificiales obtenidas por simulación (de las cuales se conoce su densidad, cobertura, etc.), se puede evaluar la eficacia de diferentes estrategias de muestreo y la influencia de los diferentes aspectos mencionados en la estimación de la abundancia de los organismos.

## 5. Material

Para la realización de la práctica debe disponerse de un programa informático (`muestreador.R`) en el que se simulen poblaciones de varias especies (usualmente cada individuo es un círculo y cada especie se distingue por un color distinto) (Schultz *et al*, 1961). Las funciones del programa se describen en la página 5.

Para descargar de la página web de la asignatura el fichero se utiliza:

```
source ("http://www.um.es/docencia/emc/datos/muestreador.R")
```

## 6. Procedimiento

Las posibilidades que ofrece esta práctica son muy amplias, ya que pueden ensayarse diferentes combinaciones en el diseño de los muestreos. Como orientación, puede seguirse un esquema en el que se consideren por separado dos tipos de medidas: densidad y cobertura.

Para ver las láminas de trabajo y sus leyendas se emplean las funciones: `v.lamina()` y `l.especies()`.

### 6.1. Estimaciones de densidad

Siguiendo las indicaciones de la Tabla adjunta se analizará el efecto de:

1. tamaño de la unidad de muestreo (5x5, 10x10 y 20x20), usando la función `md.cuadrado()`
2. abundancia y tipo de distribución de la especie, usando la función `md.cuadrado()` o `md.circular()`
3. forma de la unidad de muestreo (cuadrada o circular), usando la función `md.cuadrado()` o `md.circular()`
4. tipo de muestreo (aleatorio o sistemático), usando la función `md.cuadrado()` o `md.circular()`. Para realizar un muestreo regular debe indicarse el tamaño muestral mediante la opción `n=c(5, 5)`
5. medidas de distancia, usando la función `md.cuadrado()`

Se realizarán los muestreos especificados en la tabla. Es conveniente asignar un nombre a cada muestreo realizado (p. ej.: `md.cuadrado()->mdc1`). Expresar los resultados como número total de individuos en la lámina (100x100). Posteriormente se evaluará la eficacia de cada estima con los datos reales de densidad proporcionados por el profesor. Para ello se calculará en cada caso el error relativo cometido en la estimación:

$$D = \frac{|\text{Valor real} - \text{Valor estimado}|}{\text{Valor real}}$$

### 6.2. Estimaciones de cobertura

Se realizará una primera estima visual de la cobertura para las especies 1, 3 y 5 de la lámina 1:

1. sobre toda la lámina

2. eligiendo 9 cuadrículas de la rejilla y calculando la media

Se utilizarán las escala de Braun-Blanquet van der Maarel.

Por último, las estimas de cobertura puntual, series y lineal se realizarán siguiendo las indicaciones de la tabla.

## 7. Discusión

- ¿En qué medida afecta la forma de la unidad de muestreo a las estimas de densidad?
- ¿Qué ventajas e inconvenientes presenta la utilización de unidades de muestreo circulares?
- Señalar algunos casos en los que sería adecuado utilizar unidades de muestreo rectangulares.
- ¿Qué diferencias existen entre los errores cometidos en la estima de la cobertura mediante los diferentes métodos empleados?
- ¿Qué problemas presentan las estimas obtenidas mediante el método de cobertura visual? ¿Qué inconvenientes tiene la utilización de series de agujas?
- ¿Se podrían obtener valores de densidad a partir de los métodos de estima de la cobertura?
- ¿Existen diferencias entre los muestreos aleatorio y sistemático para el cálculo de densidades y coberturas?
- ¿Cómo afecta el tipo de distribución de las especies en la estima de su densidad y cobertura?
- ¿Cómo afecta la abundancia de las especies en las estimas de su densidad y cobertura? ¿Con cuáles se cometen menores errores?
- ¿Como influye la abundancia y el tipo de distribución de las especies en la determinación del tamaño de la muestra?
- Discutir las posibles estrategias de muestreo que podrían diseñarse para diferentes tipos de vegetación.

## 8. Bibliografía

- Cochran, W.G. 1977. *Técnicas de muestreo*. Compañía Editorial Continental, México.
- Garrido López, J. 1984. *Ecología descriptiva y estadística aplicada: estudio de casos con poblaciones artificiales*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.
- Montes, C. y Ramírez-Díaz, L. 1978. *Descripción y muestreo de poblaciones y comunidades vegetales y animales*. Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Schultz, A.M.; Gibbens, R.P. y DeBano, L. 1961. Artificial populations for teaching and testing range techniques. *Journal of Range Management*, 14: 236-242.
- Southwood, T.R.E. 1966. *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. Methuen, London.
- Tellería, J.L. 1986. *Manual para el censo de los vertebrados terrestres*. Raíces, Madrid.

## 9. Funciones útiles en la sesión práctica

### Visualización de láminas

`v.lamina()` : Representación de la lámina seleccionada. Valores por defecto:  
`v.lamina(loc=lam1)`

`l.especies()` : Relación de especies y colores. Valores por defecto:

```
l.especies(loc=lam1)
```

### Medidas de densidad con unidad de muestreo

`md.cuadrado()` : Densidad con unidades de muestreo cuadradas. Valores por defecto:  
`md.cuadrado(n=10,tam=10,loc=lam1,matdat=F)`

`md.circular()` : Densidad con unidades de muestreo circulares. Valores por defecto:  
`md.circular(n=10,tam=100,loc=lam1,matdat=F)`

### Medidas de cobertura

`mc.visual()` : Cobertura visual. Valores por defecto:  
`mc.visual(sep=10,loc=lam1)`

`mc.lineal()` : Cobertura lineal. Valores por defecto:  
`mc.lineal(n=5,loc=lam1,azar=T,matdat=F)`

`mc.puntos()` : Cobertura puntual. Valores por defecto:  
`mc.puntos(n=10,loc=lam1,matdat=F,tvp=3)`

### Medidas de densidad sin unidad de muestreo

`mdist.ind()` : Método del individuo más próximo. Valores por defecto:  
`mdist.ind(n=10,loc=lam1,matdat=F,lines=T,tvp=2)`

`mdist.vec()` : Método del vecino más próximo. Valores por defecto:  
`mdist.vec(n=10,loc=lam1,matdat=F,lines=T,tvp=2)`

`mdist.4()` : Método de los cuadrantes. Valores por defecto:  
`mdist.4(n=10,loc=lam1,matdat=F,lines=T,tvp=12)`

### Argumentos:

`azar`: Ubicación de las muestras al azar, en oposición a regular  
`lines`: Representación de las líneas  
`loc`: Localidad a utilizar. Opciones:(`lam1` y `lam2`).  
`matdat`: Presentación en pantalla de la matriz de datos  
`n`: Tamaño de la muestra, un vector con dos valores indica regularidad  
`sep`: Separación entre líneas  
`tam`: Tamaño de la unidad de muestreo (cuadrados: longitud lado; círculos: superficie)  
`tvp`: Tamaño de visualización de los puntos de muestreo

### Estimas de densidad

Forma	Tamaño	Tipo	Núm.	Lám.	Especie 1		Especie 2		Especie 3		Especie 4		Especie 5	
					<i>N</i>	<i>D</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>N</i>	<i>D</i>
Cuad.	5x5	Azar	25	1										
Cuad.	10x10	Azar	25	1										
Cuad.	20x20	Azar	25	1										
Cuad.	5x5	Azar	25	2										
Cuad.	10x10	Azar	25	2										
Cuad.	20x20	Azar	25	2										
Cuad.	5x5	Azar		1										
Cuad.	10x10	Azar		1										
Cuad.	20x20	Azar		1										
Circ.	100 u <sup>2</sup>	Azar	25	1										
Circ.	100 u <sup>2</sup>	Azar	25	2										
Cuad.	10x10	Reg.	25	1										
Cuad.	10x10	Reg.	25	2										
Circ.	100 u <sup>2</sup>	Reg.	25	1										
Circ.	100 u <sup>2</sup>	Reg.	25	2										
Dist. al ind. más próx.			15	1										
Dist. al vec. más próx.			15	1										
Cuadrantes			15	1										
Dist. al ind. más próx.			15	2										
Dist. al vec. más próx.			15	2										
Cuadrantes			15	2										

### Estimas de cobertura

				Especie 1		Especie 2		Especie 3		Especie 4		Especie 5		
				Lám.	<i>p</i>	<i>D</i>	<i>p</i>	<i>D</i>	<i>p</i>	<i>D</i>	<i>p</i>	<i>D</i>	<i>p</i>	<i>D</i>
Cob. visual (Braun-Bl.)				1										
Cob. visual-rejilla (Braun-Bl.)				1										
Método	Tipo	Núm.	Lám.	<i>p</i>	<i>D</i>	<i>p</i>	<i>D</i>	<i>p</i>	<i>D</i>	<i>p</i>	<i>D</i>	<i>p</i>	<i>D</i>	
Cob. puntual	Azar	200	1											
Cob. lineal	Azar	10	1											
Cob. puntual	Azar	200	2											
Cob. lineal	Azar	10	2											
Cob. puntual	Reg.	200	1											
Cob. lineal	Reg.	10	1											