Lab – Muestreo Jerárquico de Distancias

Seguimiento de la Diversidad Biológica

José Jiménez
CSIC-IREC

Muestreo de distancias

- Es uno de los métodos más antiguos de estima de abundancia de fauna (y flora). También resulta uno de los más útiles para trabajar con poblaciones en las cuales los individuos no son reconocibles.

- Se basa en una idea muy sencilla: que la probabilidad de detección de un individuo va a disminuir con la distancia desde el animal al transecto.

- Si podemos estimar la función que describe como p disminuye con la distancia x, podremos estimar la abundancia. . . si se cumplen ciertas premisas, como siempre.

Muestreo de distancias

- Es uno de los métodos más antiguos de estima de abundancia de fauna (y flora). También resulta uno de los más útiles para trabajar con poblaciones en las cuales los individuos no son reconocibles.

- Se basa en una idea muy sencilla: que la probabilidad de detección de un individuo va a disminuir con la distancia desde el animal al transecto.

- Si podemos estimar la función que describe como p disminuye con la distancia x, podremos estimar la abundancia...si se cumplen ciertas premisas, como siempre.

Muestreo de distancias

- Es uno de los métodos más antiguos de estima de abundancia de fauna (y flora). También resulta uno de los más útiles para trabajar con poblaciones en las cuales los individuos no son reconocibles.

- Se basa en una idea muy sencilla: que la probabilidad de detección de un individuo va a disminuir con la distancia desde el animal al transecto.

- Si podemos estimar la función que describe como p disminuye con la distancia x, podremos estimar la abundancia... si se cumplen ciertas premisas, como siempre.

Muestreo de distancias

- Es uno de los métodos más antiguos de estima de abundancia de fauna (y flora). También resulta uno de los más útiles para trabajar con poblaciones en las cuales los individuos no son reconocibles.

- Se basa en una idea muy sencilla: que la probabilidad de detección de un individuo va a disminuir con la distancia desde el animal al transecto.

- Si podemos estimar la función que describe como p disminuye con la distancia x, podremos estimar la abundancia... si se cumplen ciertas premisas, como siempre.

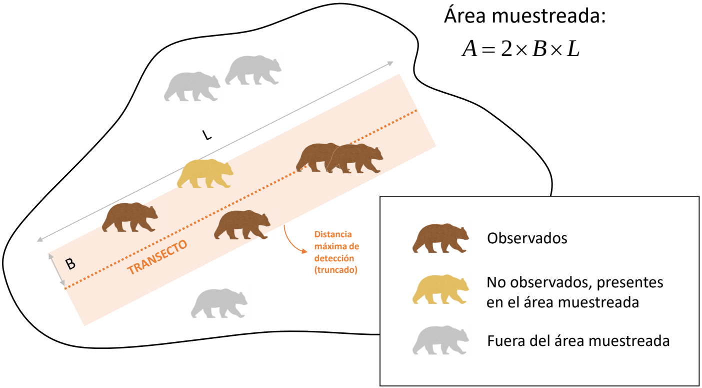


Figura: Muestreo de distancias

Estimar la abundancia

El estimador más simple de la abundancia para los métodos que consideran la probabilidad de detección es:

$$\hat{N} = \frac{n}{\hat{p}}$$

- N es la abundancia (tamaño poblacional)
- n es el número de individuos detectados
- $\hat{p}$ es la estima de probabilidad de detección: la probabilidad de detectar un individuo

Los métodos difieren en como se estima p

Estimar la abundancia

El estimador más simple de la abundancia para los métodos que consideran la probabilidad de detección es:

$$\hat{N} = \frac{n}{\hat{p}}$$

- N es la abundancia (tamaño poblacional)
- n es el número de individuos detectados
- $\hat{p}$ es la estima de probabilidad de detección: la probabilidad de detectar un individuo

Los métodos difieren en como se estima p

Muestreo de distancias

Retos que se afrontan:

- La probabilidad de detección raramente es constante
- Es una función de:
  - Edad
  - Sexo
  - Hábitat
  - Distancia

Muestreo de distancias

Retos que se afrontan:

- La probabilidad de detección raramente es constante
- Es una función de:
  - Edad
  - Sexo
  - Hábitat
  - Distancia

Muestreo de distancias

Idea básica

- Si p_i es la probabilidad de detectar un individuo i a una distancia x_i.
- Como cada individuo de la población tiene una probabilidad de detección diferente, reemplazamos p con la probabilidad de detección `media`: $\bar{p}$
- La ecuación entonces quedará:

$$\hat{N} = \frac{n}{\hat{\bar{p}}}$$

Ventajas del muestreo de distancias

- El tamaño poblacional se estima con un solo muestreo
- Hay un vínculo explícito entre tamaño poblacional y densidad

Muestreo de distancias

Idea básica

- Si p_i es la probabilidad de detectar un individuo i a una distancia x_i.
- Como cada individuo de la población tiene una probabilidad de detección diferente, reemplazamos p con la probabilidad de detección `media`: $\bar{p}$
- La ecuación entonces quedará:

$$\hat{N} = \frac{n}{\hat{\bar{p}}}$$

Ventajas del muestreo de distancias

- El tamaño poblacional se estima con un solo muestreo
- Hay un vínculo explícito entre tamaño poblacional y densidad

Muestreo de distancias

Idea básica

- Si p_i es la probabilidad de detectar un individuo i a una distancia x_i.
- Como cada individuo de la población tiene una probabilidad de detección diferente, reemplazamos p con la probabilidad de detección `media`: $\bar{p}$
- La ecuación entonces quedará:

$$\hat{N} = \frac{n}{\hat{\bar{p}}}$$

Ventajas del muestreo de distancias

- El tamaño poblacional se estima con un solo muestreo
- Hay un vínculo explícito entre tamaño poblacional y densidad

Muestreo de distancias

Idea básica

- Si p_i es la probabilidad de detectar un individuo i a una distancia x_i.
- Como cada individuo de la población tiene una probabilidad de detección diferente, reemplazamos p con la probabilidad de detección `media`: $\bar{p}$
- La ecuación entonces quedará:

$$\hat{N} = \frac{n}{\hat{\bar{p}}}$$

Ventajas del muestreo de distancias

- El tamaño poblacional se estima con un solo muestreo
- Hay un vínculo explícito entre tamaño poblacional y densidad

Muestreo de distancias

Idea básica

- Si p_i es la probabilidad de detectar un individuo i a una distancia x_i.
- Como cada individuo de la población tiene una probabilidad de detección diferente, reemplazamos p con la probabilidad de detección `media`: $\bar{p}$
- La ecuación entonces quedará:

$$\hat{N} = \frac{n}{\hat{\bar{p}}}$$

Ventajas del muestreo de distancias

- El tamaño poblacional se estima con un solo muestreo
- Hay un vínculo explícito entre tamaño poblacional y densidad

Muestreo de distancias

Idea básica

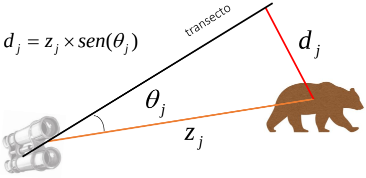
- Si p_i es la probabilidad de detectar un individuo i a una distancia x_i.
- Como cada individuo de la población tiene una probabilidad de detección diferente, reemplazamos p con la probabilidad de detección `media`: $\bar{p}$
- La ecuación entonces quedará:

$$\hat{N} = \frac{n}{\hat{\bar{p}}}$$

Ventajas del muestreo de distancias

- El tamaño poblacional se estima con un solo muestreo
- Hay un vínculo explícito entre tamaño poblacional y densidad

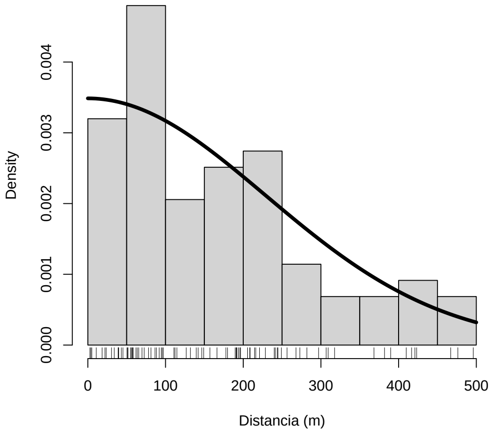
Transectos lineales



En los transectos lineales, es común registrar la distancia radial (z_i) y el ángulo (θ), en vez de la distancia perpendicular (d_j). Sin embargo, el análisis se hace con la distancia perpendicular.

Transecto lineal

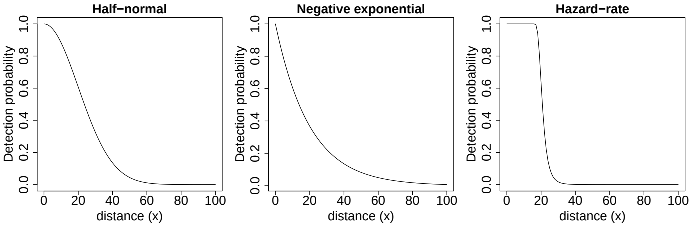
Datos	
Animal	Distancia (x)
1	4.4
2	25.3
3	41.8
4	3.1
5	78.5
$\vdots$	
n	4.4



Funciones de detección

Para estimar las probabilidades de detección medias ($\bar{p}$):

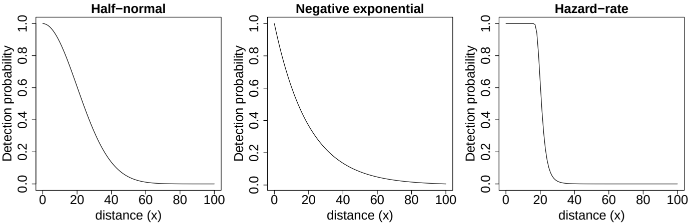
- Ajustamos una función de detección $g(x)$ a los datos
    - Asumimos que $\mathrm{g}(0) = 1$
    - Las funciones de detección son seminormal, exponencial negativa, hazard rate, etc...
- Asumimos que los individuos están uniformemente distribuidos respecto al transecto
- De esta forma, $\bar{p}$ es el área bajo la función de detección.



Funciones de detección

Para estimar las probabilidades de detección medias ($\bar{p}$):

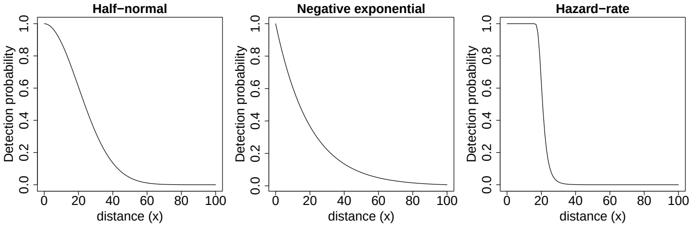
- Ajustamos una función de detección $g(x)$ a los datos
  - Asumimos que $\mathrm{g}(0) = 1$
  - Las funciones de detección son seminormal, exponencial negativa, hazard rate, etc...
- Asumimos que los individuos están uniformemente distribuidos respecto al transecto
- De esta forma, $\bar{p}$ es el área bajo la función de detección.



Funciones de detección

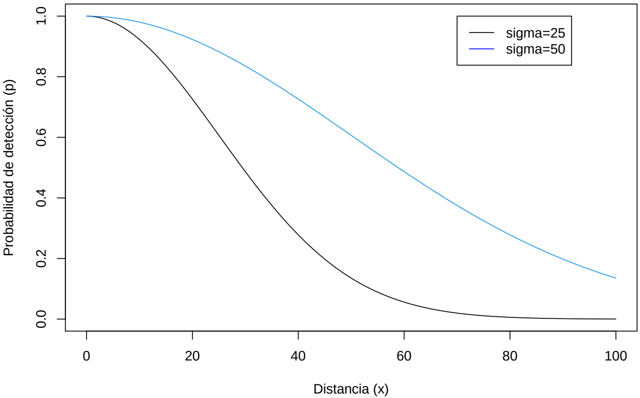
Para estimar las probabilidades de detección medias ($\bar{p}$):

- Ajustamos una función de detección $g(x)$ a los datos
  - Asumimos que $\mathrm{g}(0) = 1$
  - Las funciones de detección son seminormal, exponencial negativa, hazard rate, etc...
- Asumimos que los individuos están uniformemente distribuidos respecto al transecto
- De esta forma, $\bar{p}$ es el área bajo la función de detección.



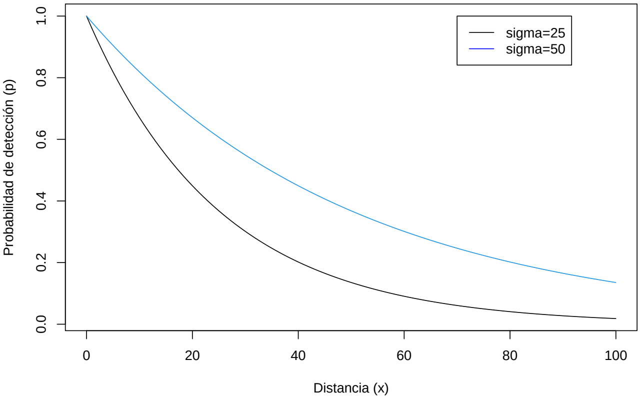
Seminormal

$$g(x, \sigma) = \exp(-x^2/(2\sigma^2))$$



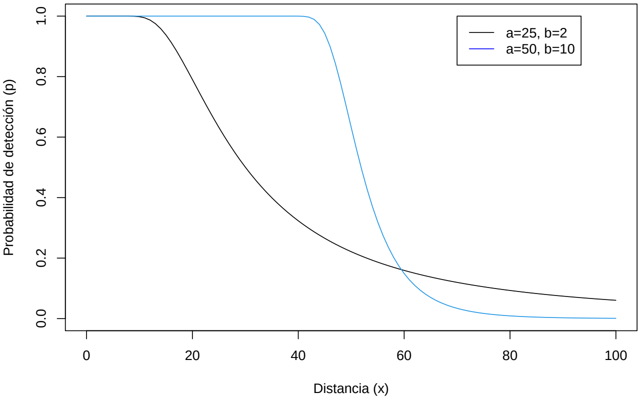
Exponencial negativa

$$g(x, \sigma) = \exp(-x/\sigma)$$



Hazard rate

$$g(x, a, b) = 1 - \exp(-(x/a)^{-b})$$



Muestreo de distancias convencional vs jerárquico

Muestreo de distancias convencional

- Enfocado a la estima de los parámetros de la función de detección y densidad
- No hay modelos para la variación espacial en densidad
- Los datos son distancias a nivel individual

Muestreo de distancias jerárquico

- Enfocado a la estima de parámetros de funciones de detección y variación espacial de la abundancia/densidad
- Los datos son conteos de individuos agrupados por clases de distancia
- Modelo multinomial N-mixto con funciones únicas para calcular las probabilidades multinomiales de las celdas

Muestreo de distancias convencional vs jerárquico

Muestreo de distancias convencional

- Enfocado a la estima de los parámetros de la función de detección y densidad
- No hay modelos para la variación espacial en densidad
- Los datos son distancias a nivel individual

Muestreo de distancias jerárquico

- Enfocado a la estima de parámetros de funciones de detección y variación espacial de la abundancia/densidad
- Los datos son conteos de individuos agrupados por clases de distancia
- Modelo multinomial N-mixto con funciones únicas para calcular las probabilidades multinomiales de las celdas

Muestreo de distancias jerárquico

Modelo de estado (con asunción de Poisson)

$$\log(\lambda_i) = \beta_0 + \beta_1 w_{i1} + \beta_2 w_{i2} + \cdots$$
$$N_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i)$$

Modelo de Observación

$$\log(\sigma_i) = \alpha_0 + \alpha_1 w_{i1} + \alpha_2 w_{i3} + \cdots$$
$$\{y_{i1}, \ldots, y_{iK}\} \sim \text{Multinomial}(N_i, \pi(b_1, \ldots, b_{J+1}, x, \sigma_i))$$

Definiciones
λ_i – Valor esperado de abundancia en el sitio i
N_i – Valor encontrado de abundancia en el sitio i
σ_i – Parámetro de escala de la función de detección $g(x)$ en el sitio i
$\pi(x, b, \sigma_i)$ – Función para calcular la función multinomial de las celdas
y_{ij} – conteo para las clases de distancia j (conteo final no observado)
w_1, w_2, w_3 – covariables de sitio

Muestreo de distancias jerárquico

Modelo de estado (con asunción de Poisson)

$$\log(\lambda_i) = \beta_0 + \beta_1 w_{i1} + \beta_2 w_{i2} + \cdots$$
$$N_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i)$$

Modelo de Observación

$$\log(\sigma_i) = \alpha_0 + \alpha_1 w_{i1} + \alpha_2 w_{i3} + \cdots$$
$$\{y_{i1}, \ldots, y_{iK}\} \sim \text{Multinomial}(N_i, \pi(b_1, \ldots, b_{J+1}, x, \sigma_i))$$

Definiciones

λ_i – Valor esperado de abundancia en el sitio i

N_i – Valor encontrado de abundancia en el sitio i

σ_i – Parámetro de escala de la función de detección $g(x)$ en el sitio i

$\pi(x, b, \sigma_i)$ – Función para calcular la función multinomial de las celdas

y_{ij} – conteo para las clases de distancia j (conteo final no observado)

w_1, w_2, w_3 – covariables de sitio

Muestreo de distancias jerárquico

Modelo de estado (con asunción de Poisson)

$$\log(\lambda_i) = \beta_0 + \beta_1 w_{i1} + \beta_2 w_{i2} + \cdots$$
$$N_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i)$$

Modelo de Observación

$$\log(\sigma_i) = \alpha_0 + \alpha_1 w_{i1} + \alpha_2 w_{i3} + \cdots$$
$$\{y_{i1}, \ldots, y_{iK}\} \sim \text{Multinomial}(N_i, \pi(b_1, \ldots, b_{J+1}, x, \sigma_i))$$

Definiciones
λ_i – Valor esperado de abundancia en el sitio i
N_i – Valor encontrado de abundancia en el sitio i
σ_i – Parámetro de escala de la función de detección $g(x)$ en el sitio i
$\pi(x, b, \sigma_i)$ – Función para calcular la función multinomial de las celdas
y_{ij} – conteo para las clases de distancia j (conteo final no observado)
w_1, w_2, w_3 – covariables de sitio