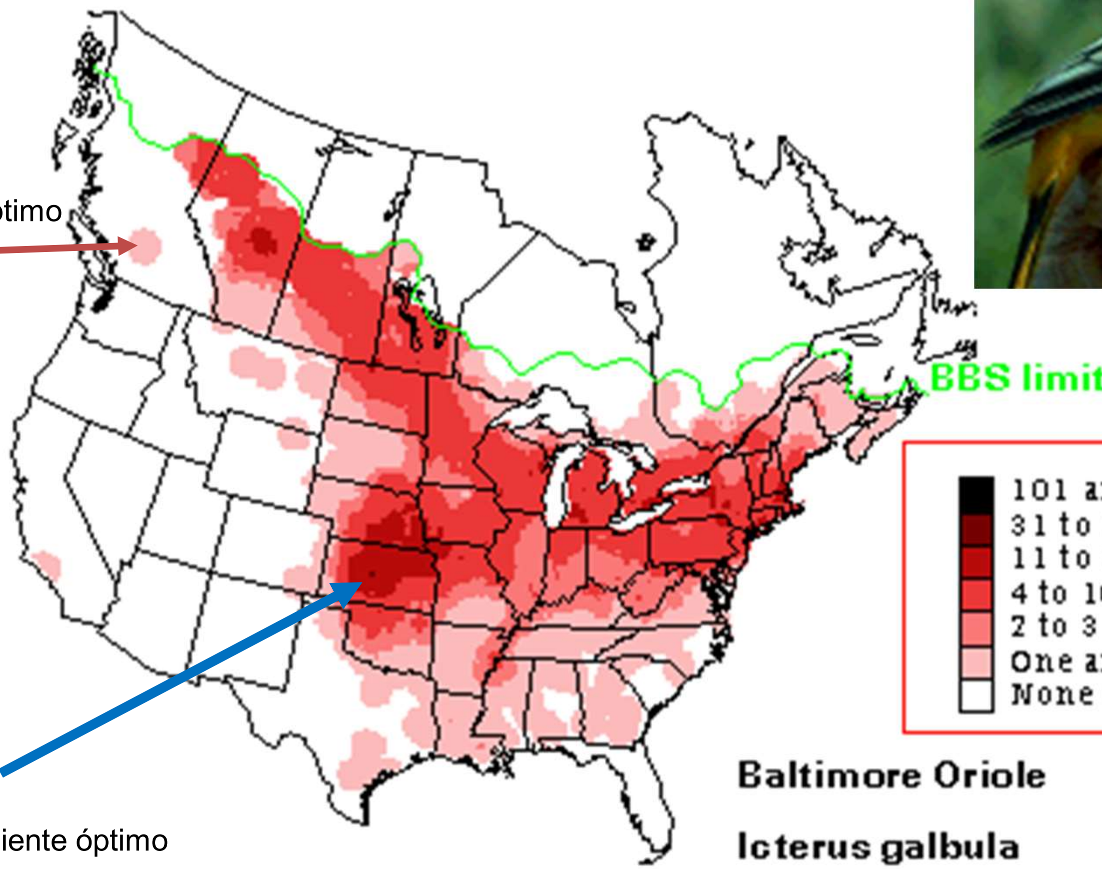
Patrones de distribución espacial de los organismos

Eduardo Chacón

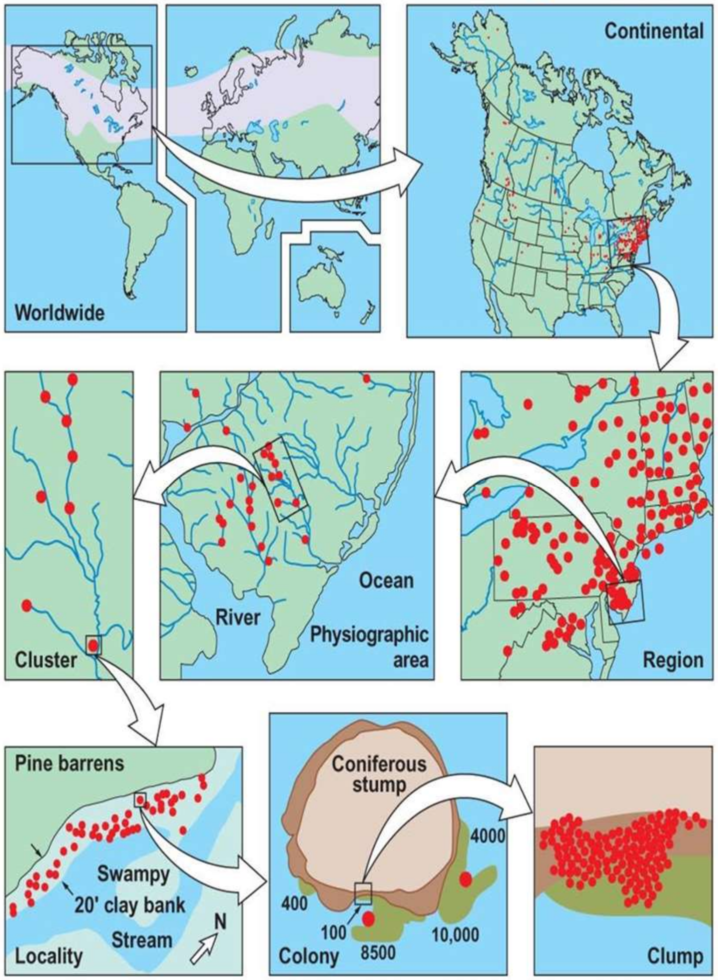
Distribución geográfica

Población en ambiente óptimo

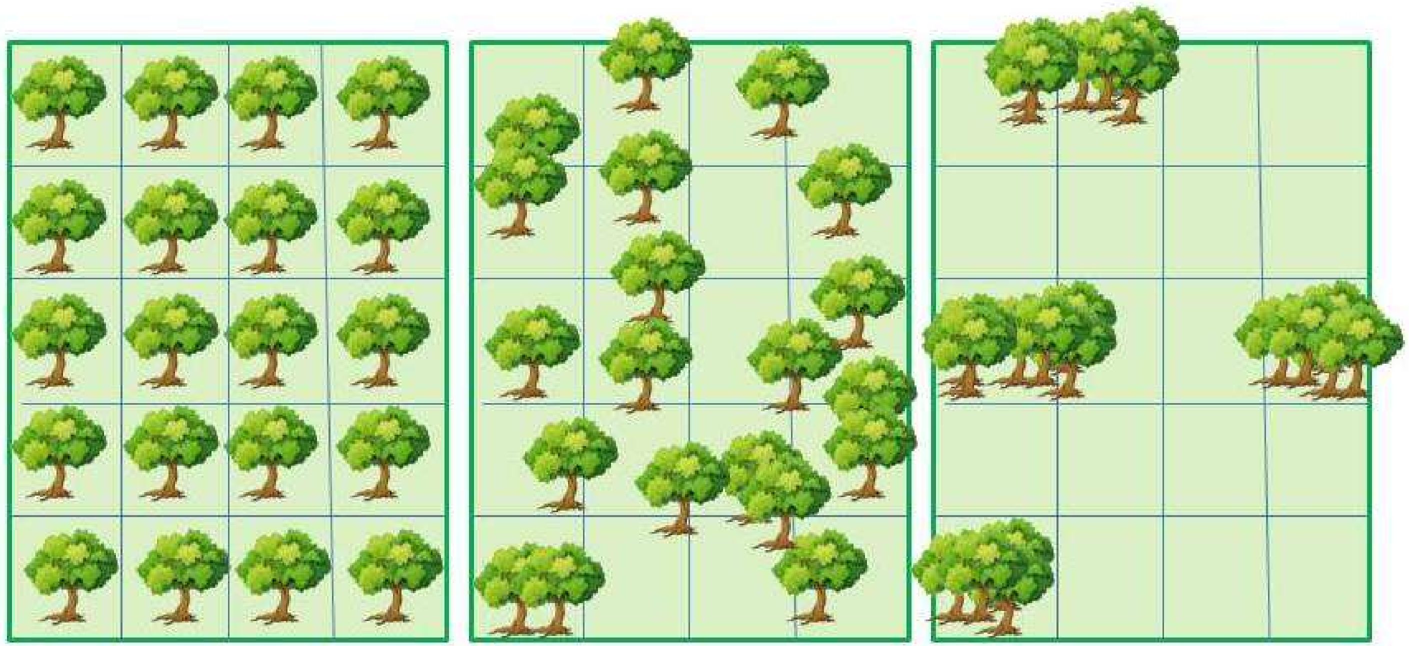


Población en ambiente óptimo

Patrón de distribución: Múltiples escalas



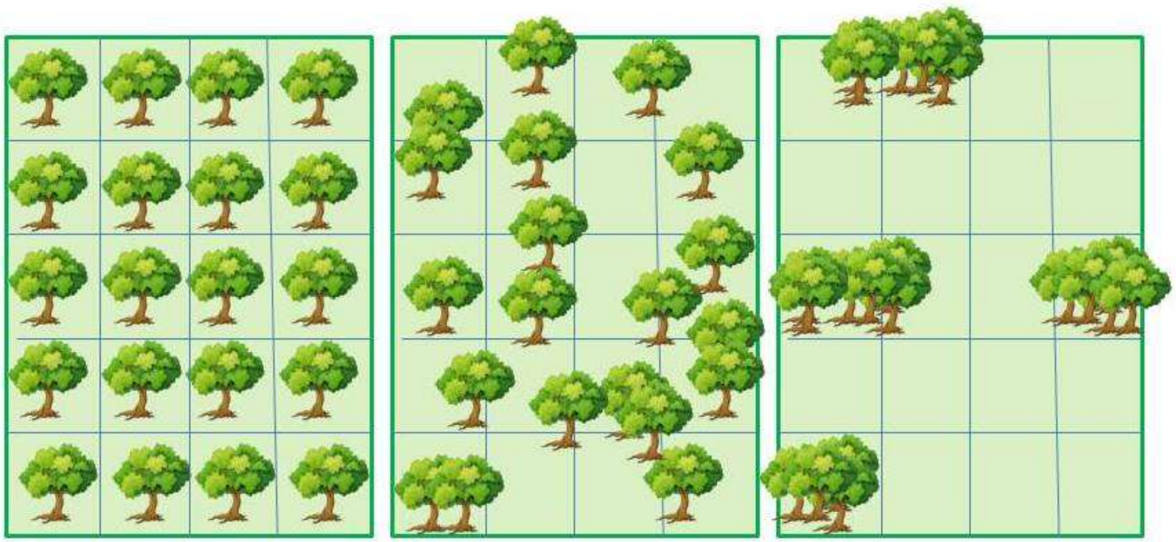
Tres patrones posibles



Uniforme Aleatoria Agregada

¿Para qué saber el patrón de distribución de los organismos?

- Decidir que método usar para determinar la densidad de la población.
- Tratar de explicar estos patrones biológicamente.
- Manejo de la población .



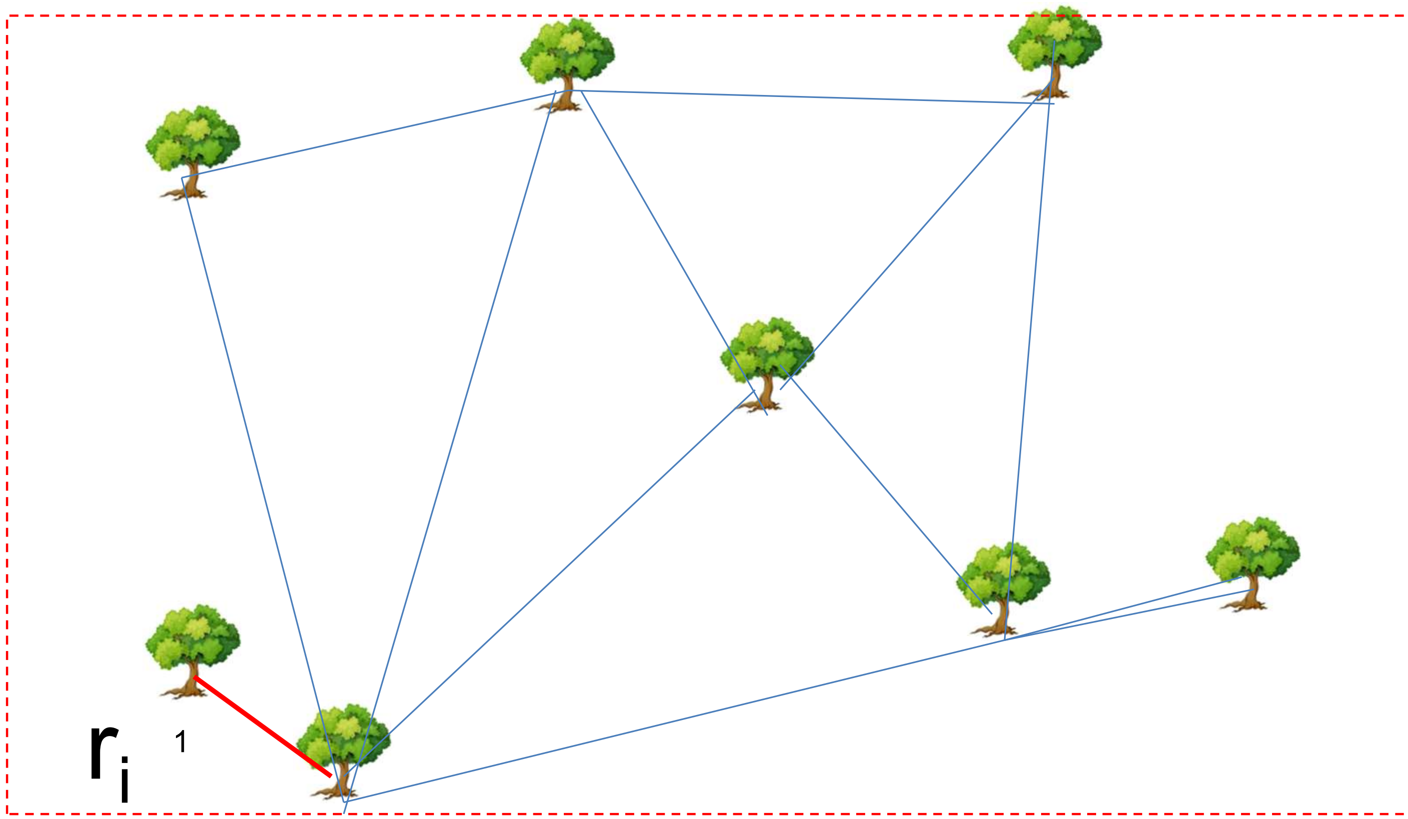
Un patrón uniforme sugiere interacciones de competencia

Un patrón agrupado sugiere interacciones sociales o recursos agregados

Métodos para determinar patrón de distribución

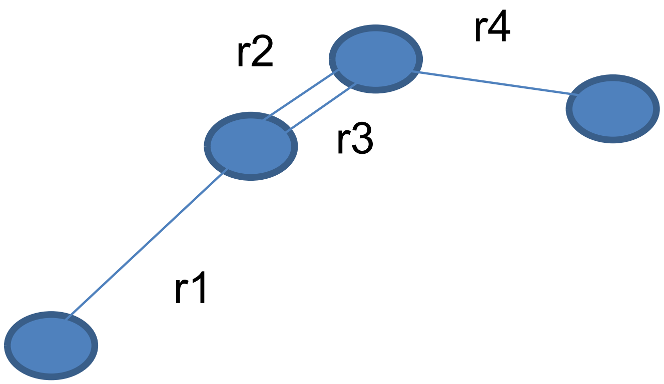
- Conteo en cuadrantes
- Mapeos espaciales
- Métodos de distancia

Mapeos espaciales



Métodos para mapeos espaciales

- Individuo más cercano



$$\overline{r_A} = \frac{\sum r_i}{n}$$

- rA=Promedio de distancia al individuo más cercano
- ri:=distancia al individuo más cercano del individuo i
- n = número de individuos en el área de estudio

Distancia esperada

- ρ= densidad de organismos= n/área de estudio

$$\overline{r_E} = \frac{1}{2\sqrt{\rho}}$$

- rE =Distancia esperada al individuo más cercano de acuerdo a la densidad ρ

Indice de agregación,

$$R = \frac{\overline{r}_A}{\overline{r_E}}$$

si R=1=azar

si R→0=agregado

si R >2.1.15 es uniforme

Prueba de significancia

Z= desviación normal estandar

$$z = \frac{\bar{r}_A - \bar{r}_E}{s_r}$$

Sr= error estándar esperado =

$$s_r = \frac{0.26136}{\sqrt{np}}$$

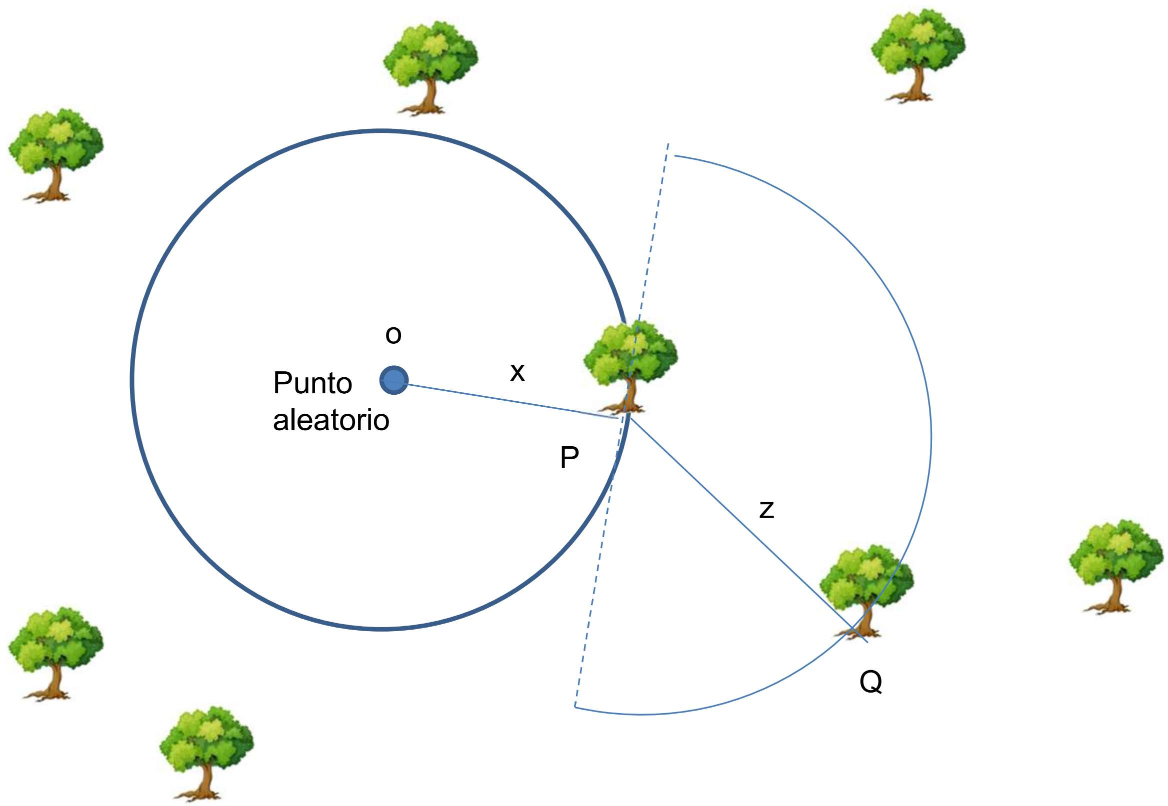
N: número de individuos

P = densidad en el área

H0:R=1

Si valor absoluto de z es menor que 1.96 se rechaza H0 con una probabilidad menor a 0.05

Métodos de distancia



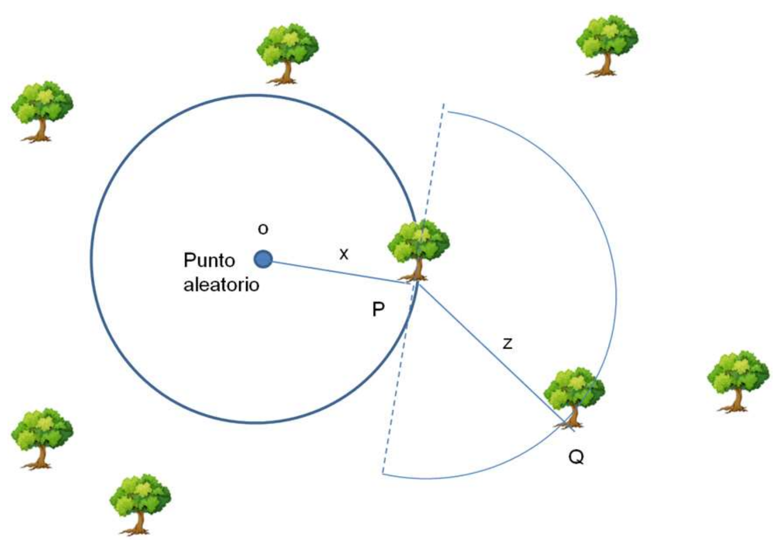
$$h_t = \frac{2n[2\sum(x_i^2) + \sum(z_i^2)]}{[(\sqrt{2}\sum x_i) + \sum z_i]^2}$$

Ht es el estadístico para aleatoridad de datos de muestreo en T.

n= tamaño de muestra (número de puntos).

xi=distancias a los puntos.

zi= distancias entre los organismos.

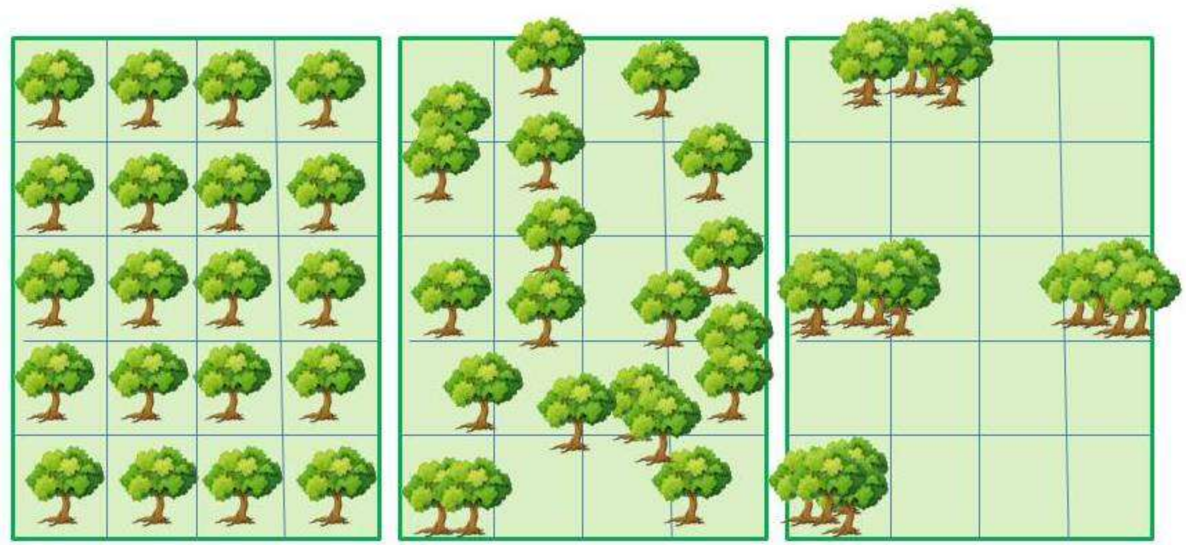


Se compara el valor obtenido con valores tabulares.
Si el valor obtenido está dentro de la cola menor el patrón es uniforme pero si es mayor el patrón es agregado

TABLE 6.2 Critical values for the Hines test statistic h_T (eq. 6.13) which test the null hypothesis that spatial pattern is random in a population sampled with the T-square sampling procedure illustrated in Figure 5.7[a]

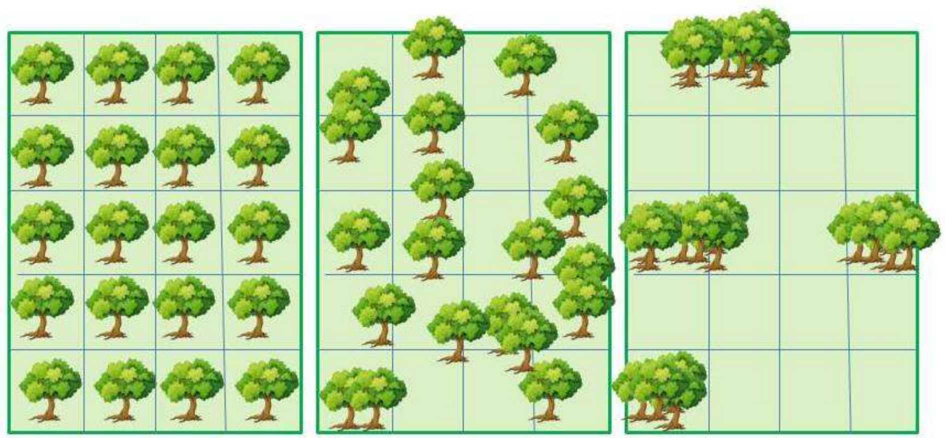
	Regular alternative				Aggregated alternative			
n / □	0.005	0.01	0.025	0.05	0.05	0.025	0.01	0.005
5	1.0340	1.0488	1.0719	1.0932	1.4593	1.5211	1.6054	1.6727
6	1.0501	1.0644	1.0865	1.1069	1.4472	1.5025	1.5769	1.6354
7	1.0632	1.0769	1.0983	1.1178	1.4368	1.4872	1.5540	1.6060
8	1.0740	1.0873	1.1080	1.1268	1.4280	1.4743	1.4743	1.5821
9	1.0832	1.0962	1.1162	1.1344	1.4203	1.4633	1.4539	1.5623
10	1.0912	1.1038	1.1232	1.1409	1.4136	1.4539	1.4456	1.5456
11	1.0982	1.1105	1.1293	1.1465	1.4078	1.4456	1.4384	1.5313
12	1.1044	1.1164	1.1348	1.1515	1.4025	1.4384	1.4319	1.5189
13	1.1099	1.1216	1.1396	1.1559	1.3978	1.4319	1.4261	1.5080
14	1.1149	1.1264	1.1439	1.1598	1.3936	1.4261	1.4209	1.4983
15	1.1195	1.1307	1.1479	1.1634	1.3898	1.4209	1.4098	1.4897
17	1.1292	1.1399	1.1563	1.1710	1.3815	1.4098	1.4008	1.4715
20	1.1372	1.1475	1.1631	1.1772	1.3748	1.4008	1.3870	1.4571

Métodos de cuadrantes



Promedio	$x = 1$	$\bar{x} = 1$	$\bar{x} = 1$
Variancia	$s^2 \to 0$	$s^2 = x$	$s^2 > x$
Coeficiente de dispersión	$s^2 / x < 1$	$s^2 / x = 1$	$s^2 / x > 1$

Encontré un individuo, ¿Cómo es la probabilidad de encontrar otro cerca?



Uniforme	Aleatoria	Agregada
Más baja → la presencia de un individuo reduce la probabilidad de encontrar otro	Varía → la presencia de un individuo no afecta la probabilidad de encontrar otro	Más alta → la presencia de un individuo aumenta la probabilidad de encontrar otro

Índice de Dispersión

$$I = \frac{s^2}{\bar{x}}$$

El valor esperado de I siempre es 1.

Para saber si I es realmente 1 entonces se calcula un Chi cuadrado

$$X^2 = I(n-1)$$

n = número de parcelas

X^2 = valor de cuadrado con (n-1) g.l.

H_0 no se rechaza con p>0.05 si :

$$X^2_{0.975} \leq chi - cuadrado\ observado \leq X^2_{0.025}$$

- Es un chi-cuadrado con dos colas porque hay dos desviaciones posibles: uniforme I→0 y agregado I>>1
- Entonces se rechaza H0 si la probabilidad de chi cuadrado es menor a 0.025 o mayor a 0.975
- Solo para n ≤ 101
- Si n > 101 → aproximación normal

$$z = \sqrt{2\chi^2} - \sqrt{(2\upsilon - 1)}$$

Si Z es mayor a 1.96 o menor a -1.96 entonces se rechaza H0 con una probabilidad menor a 0.05
=DISTR.NORM.ESTAND()

Críticas al Índice de dispersión

- Es el más sencillo de todos los índices de dispersión pero no es el mejor debido a que hay patrones de distribución que pueden producir Indices iguales a 1 pero con tendencia a ser agregados

(a)

2	6	6	$n = 9$
2	6	6	$\overline{x} = 4$
2	2	4	$s^2 = 4$

Variance/mean ratio = 1.0

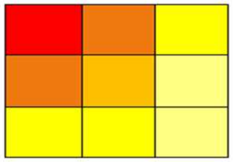
(b)

8	6	3	$n = 9$
5	4	2	$\overline{x} = 4$
3	3	2	$s^2 = 4$

Variance/mean ratio = 1.0

Agregado y bimodal (2 ó 6)

Gradiente fuerte

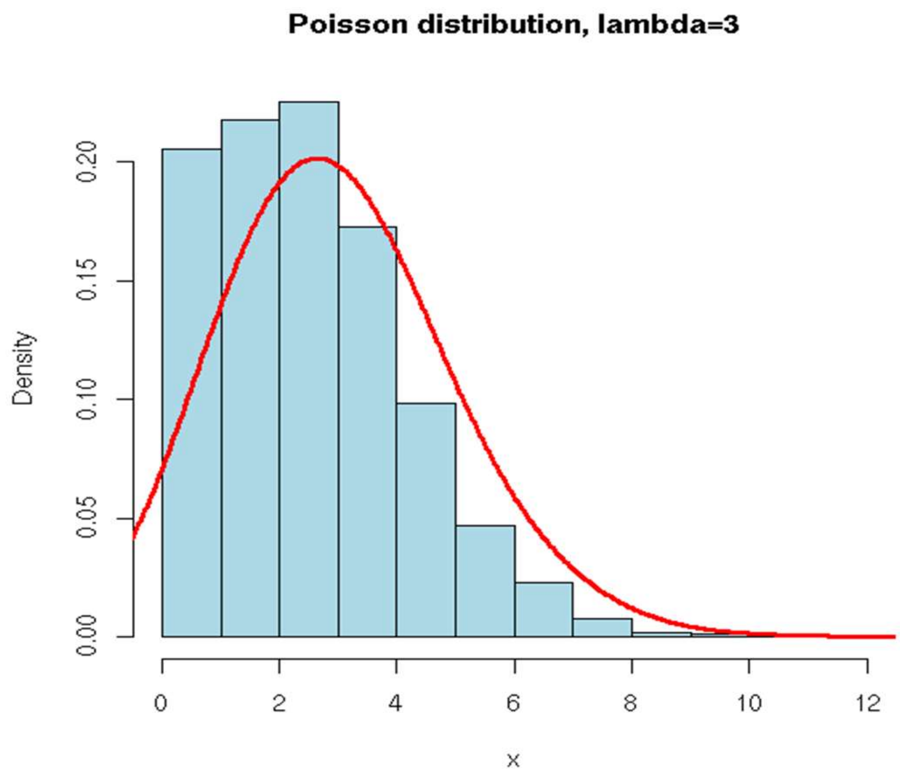


Otros índices de dispersión

- Coeficiente de Green
- Indice de dispersión de Morisita
- Indice de Morisita Estandarizado

- ¿Qué otra manera se puede utilizar para saber si el patrón de distribución es realmente el que el índice de dispersión me está diciendo?
- Comparar la distribución de frecuencias observada con una distribución de frecuencias teórica de acuerdo a una función de probabilidad.

Distribución de frecuencias



Con qué frecuencia se da un valor en el conjunto de datos

¿Cuántos cuadrantes con x cantidad de individuos debería esperar de acuerdo a cada patrón de distribución, si la densidad promedio por cuadrante es conocida (1)?

Número de ind./cuadrante (X)	Número de cuadrantes Aleatoria	Número de cuadrantes uniforme	Número de cuadrantes agregada
0	11	10	17
1	11	13	6
2	5	6	3
3	2	1	2
4	1	0	1
5	0	0	1
Distribución	Poisson	Binomial	Binomial Negativa

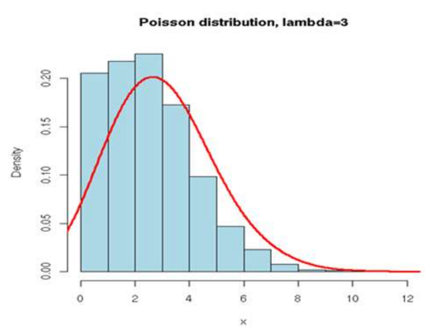
¿Cómo comparo con los datos que se obtienen en el campo?

- Se deben generar el número de cuadrantes que se tienen que esperar con cada x número de individuos de acuerdo a cada distribución de probabilidades y a los parámetros de promedio y variancia observados.
- Ej:

Ind. / cuadrante	N cuadrantes obs.	N cuadrantes según distrib. teórica
0	13	17
1	8	6
2	5	3
3	2	2
4	1	1
5	1	1

Las distribuciones de probabilidades

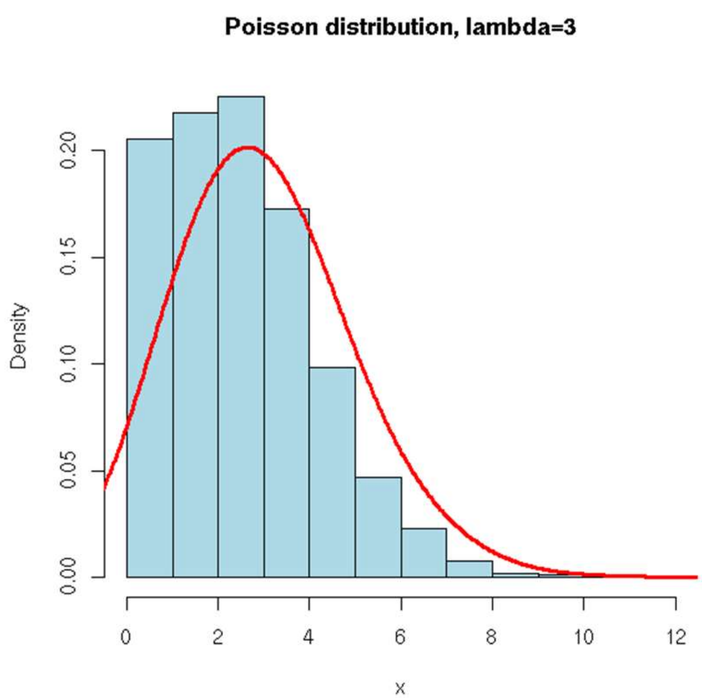
- Son funciones matemáticas que describen las probabilidades de que ocurra un determinado resultado dentro de un espacio muestral en un experimento.
- Por ejemplo, la probabilidad de que salgan 2 veces 4 en un experimento de tirar un dado.
- Esa funciones tienen parámetros que las describen.



Parámetros

Aleatorio	Poisson	$f(k;\lambda) = \Pr(X{=}k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!},$
Uniforme	Binomial	$f(k,n,p) = \Pr(k;n,p) = \Pr(X = k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$
Agregada	Binomial Negativa	$f(k;r,p) \equiv \Pr(X = k) = \binom{k+r-1}{r-1} (1-p)^k p^r$

Ahora necesitamos una técnica estadística para probar la hipótesis nula de que los datos observados se ajustan a la distribución de probabilidades respectiva



Esta hipótesis estadística queda inferida al probar la hipótesis ecológica de que el patrón espacial observado corresponde a uno teórico.

O sea, podemos probar si los datos siguen una patrón aleatorio, uniforme o agregado.

Pruebas de Bondad de Ajuste

$$X^2 = \sum_{i=1}^{c} \frac{(Observado - Esperado)^2}{Esperado}$$

g.l.=c -1-m

c = número de categorías de la distribución de frecuencias,

m= es el número de parámetros calculados, Poisson (m=1), Binomial y Binomial Negativa (m=2)

Limitación del X^2

Las frecuencias esperadas no deben ser pequeñas

Pequeño ≈ 3-5

$$G = 2\sum_{i=1}^{c}(Observado)\ln\left(\frac{Observado}{Esperado}\right)$$

G = estadístico de prueba para la tasa de verosimilitud (likelihood ratio)

G sigue aproximadamente una distribución X^2 con los mismos g.l.

Imp → frecuencias esperadas menores a 5 en la prueba X^2 o menores a 1 en la G → deben agruparse categorías cercanas

El Criterio de Información de Akaike

- Es una medida de la calidad relativa de un modelo estadístico, para un conjunto dado de datos.
- AIC maneja un trade-off entre la bondad de ajuste del modelo y la complejidad del modelo.
- AIC no proporciona una prueba de un modelo en el sentido de probar una hipótesis nula, es decir AIC no puede decir nada acerca de la calidad del modelo en un sentido absoluto.

El tamaño de la cuadrícula

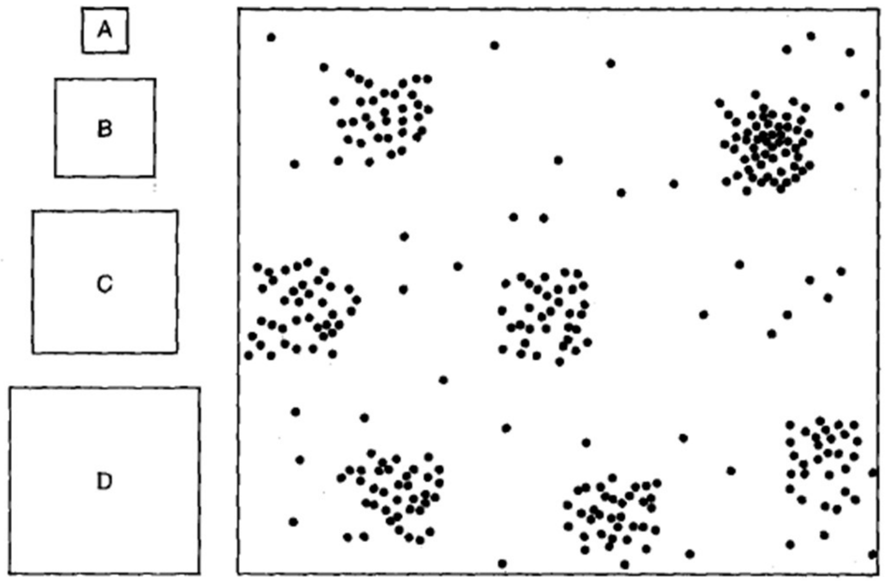


Figure 6.7 A hypothetical clumped population with regularly distributed clumps. If four quadrat sizes are used to sample this population, the index of dispersion obtained will show apparent randomness with quadrat size *A*, a clumped pattern with quadrat size *B*, apparent randomness with quadrat size *C*, and finally a uniform pattern with quadrat size *D*. (*Source:* Elliott 1977.)

Otras aplicaciones de los índices de dispersión

- Conteo en unidades discretas
- No solo se pueden usar cuadrantes. Algunos organismos están asociados a unidades discretas en el espacio. Ej. Hojas, flores, frutos, plantas, hospederos, anémonas, plantas (bromelias), charcos.
- Algunos fenómenos están asociados a individuos o a unidades temporales

Informe individual

- Usar cuadrículas, unidades discretas (flores, frutos) o lapsos de tiempo para poner a prueba la distribución espacial o temporal de un evento (presencia de organismos, comportamiento).
- Ejemplo:
- ¿A todas las flores les llega la misma cantidad de visitas?
- ¿Todas las guayabas tienen la misma cantidad de larvas de mosca?
- ¿Cuál es el patrón de distribución de una araña?
- ¿Todos los grillos cantan la misma cantidad de veces?
- ¿Todas las gallinas del gallinero interaccionan igual cantidad de veces con el gallo?
- ¿Se distribuyen igual las agallas entre las hojas?
- ¿Llegan homogéneamente las abejas o las hormigas a la miel?