Crecimiento denso-independiente

Carlos Iván Espinosa

Noviembre 2015

Modelando datos: Simulando la dinámica

Hasta ahora lo que hemos trabajado es con modelos deterministas usando Rpromedio. Otra aproximación es simular la dinámica de la población.

El proyectar el crecimiento de la población debería incluir alguna cuantificación de incertidumbre. Una forma para incluir esta incertidumbre es analizar los datos y utilizarlos para calcular parámetros del modelo de forma aleatoria.

Antes utilizamos una media geométrica de lamda pero esa media tenia una variación. Podriamos utilizar esa variación como una medida aleatoria y proyectar la población. Miremos los datos:

```
library(primer)
```

```
FALSE Loading required package: deSolve
FALSE Loading required package: lattice
```

```
data("sparrows")
names(sparrows)
```

```
FALSE [1] "Year"           "Count"
FALSE [3] "ObserverNumber"
```

```
attach(sparrows)
```

Podríamos graficar el tamaño de la población en los 36 años y la lamda para cada uno de ellos

```
par(mfcol = c(2, 1))
plot(Year, Count, type = "b", pch = 19)
obs.R <- Count[-1]/Count[-length(Count)]
plot(Year[-1], obs.R, pch = 19)
abline(h = 1, lty = 3)
```

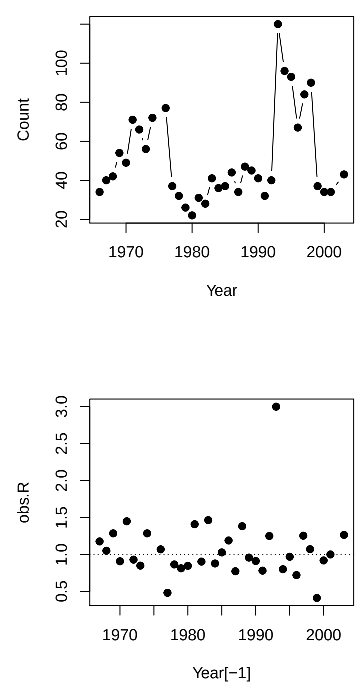

Figure 1: Crecimiento y lamda de Sparrows

¿Qué pasa con la tasa de crecimiento? Como se puede ver lambda es muy variable y acepción d un dato, esta varia entre 1.5 y 0.5. Podemos utilizar esta variación para construir nuestra simulación

Vamos a simular

Simularemos el crecimiento de la población a 50 años, pero no utilizaremos una media geométrica de lambda, sino obtendremos valores aleatorios de los datos observados de lambda.

```
years <- 50
set.seed(3)
sim.Rs <- sample(x = obs.R, size = years, replace = TRUE)
```

Ahora tenemos nuestra tasa de incremento aleatoria para cada año. Hemos incluido la función **set.seed** para que la simulación sea igual para todos.

Generamos un vector vacio para poder poner nuestra predicción.

```
output <- numeric(years + 1)
output[1] <- Count[Year == max(Year)]
for (t in 1:years) output[t + 1] <- {
    output[t] * sim.Rs[t]
}
```

Ahora podemos graficar la población simulada

```
plot(0:years, output, type = "l")
```

Repitamos el proceso pero ahora sin utilizar set.seed. ¿Qué pasó?

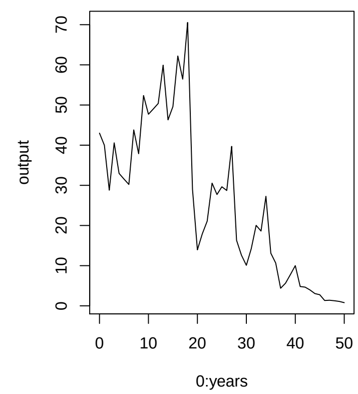

Figure 2: Población simulada con valores aleatorios de lambda

Simulaciones

Tenemos una población simulada, sin embargo, cada que ejecutamos la función tenemos nuevos datos, para que podamos obtener información de esta simulación debemos generar multiples corridas. Ahora vamos a realizar 10 simulaciones

```
sims <- 10
sim.RM <- matrix(sample(obs.R, sims * years, replace = TRUE),
    nrow = years, ncol = sims)

output[1] <- Count[Year == max(Year)]
outmat <- sapply(1:sims, function(i) {
    for (t in 1:years) output[t + 1] <- output[t] *
        sim.RM[t, i]
    output
})
```

```
matplot(0:years, outmat, type = "l", log = "y")
```

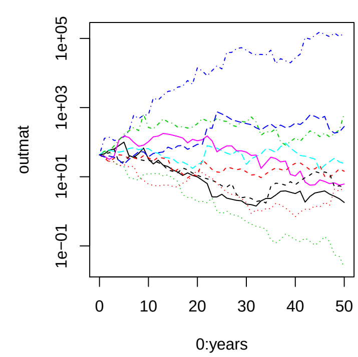

Figure 3: Crecimiento de sparrows en 10 simulaciones con valores aleatoreos de lambda

Aunque con estas diez simulaciones podemos ver los límites de como varia esta población, sigue siendo insuficiente, debemos hacer muchas simulaciones para poder ser consistentes en la información que obtenemos.

Correremos una función creada por Stvens (2009) que permite hacer la simulación de la población.

```
PopSim <- function(Rs, N0, years = 50, sims = 10) {
    sim.RM = matrix(sample(Rs, size = sims * years,
        replace = TRUE), nrow = years, ncol = sims)
    output <- numeric(years + 1)
    output[1] <- N0
    outmat <- sapply(1:sims, function(i) {
        for (t in 1:years) output[t + 1] <- round(output[t] *
            sim.RM[t, i], 0)
        output
    })
    return(outmat)
}
```

Ahora, podemos simular la población y solo debemos incluir los datos de lambda (obs.R), el tamaño inicial de la población (No) y la cantidad de simulaciones.

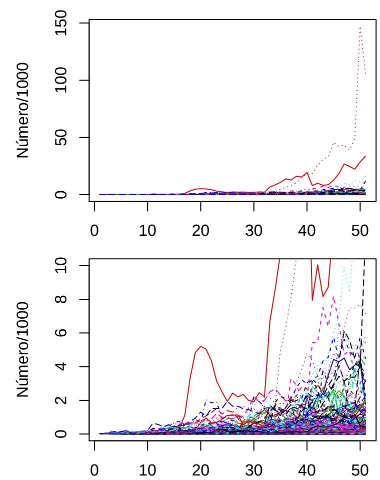

Figure 4: Crecimiento con 1000 simulaciones (arriba). Reducción de la escala de la población (abajo).

```
par(mfcol = c(2, 1), mar = c(2, 4, 1, 1))
output <- PopSim(Rs = obs.R, N0 = 13, sims = 1000)
matplot(output/1000, type = "l", ylab = "Número/1000")
matplot(output/1000, type = "l", ylim = c(0, 10),
    ylab = "Número/1000")
```

```
dim(output)
```

```
## [1]   51 1000
```

Extraemos el tamaño de la población en el último año2053, para poder analizar la proyección generada de la población.

```
N.2053 <- output[51, ]
summary(N.2053, digits = 6)
```

```
##      Min.   1st Qu.    Median      Mean
##      0.00      4.00     19.00    346.98
##   3rd Qu.      Max.
##     85.50 106000.00
```

Grafiquemos los datos y veamos su ditribución. Adicionamos además los limites de un intervalo de confianza del 95%.

```
par(mfcol = c(2, 1), mar = c(2, 4, 1, 1))
hist(N.2053, main = "N")
hist(log10(N.2053 + 1), main = "log(N+1)")
abline(v = log10(quantile(N.2053, prob = c(0.0275,
    0.975)) + 1), lty = 3)
```

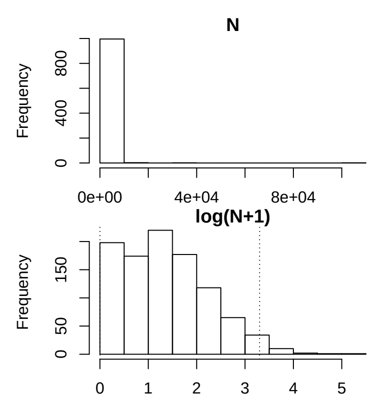

Figure 5: Distribución de las simulaciones de la población en el año 2053

Problemas

A. Crecimiento geométrico

Analizar los siguientes datos, basándose en los siguientes datos.

a. En los años 1996 a 2005, los tamaños de población de lirio son N = 150, 100, 125, 200, 225, 150, 100, 175, 100, 150. Haz una gráfica del tamaño de la población en función del tiempo.

b. Calcular lambda para cada año; gráficar lambda frente al tiempo.

c. Calcular la media aritmética y las medias geométricas de las tasas de crecimiento de esta población.

d. Sobre la base de la tasa media de crecimiento (la que usted considere apropiada) responda las siguientes preguntas:

¿cuál sería el tamaño de la población se espera en 2025? ¿Cuál sería el tamaño estimado de la población, si ha utilizado la media inapropiada?

e. Teniendo en cuenta estos datos, desarrollar 1000 simulacione utilizando la función PopSim.

Describir la distribución de los tamaños de población proyectados para 2010.

B. Crecimiento de la población Humana

a. En 1700 la población de personas en el planeta era de cerca de 630 millones y en el 2003 esta población llego a 6300 millones. ¿Cuál fue la tasa intrínseca de crecimiento, r?

b. Representa gráficamente el modelo del tamaño de la población humana de 1700 a 2020.

c. Añadir puntos en el gráfico que indica las duplicaciones de la población desde 1700 en adelante.

d. Responde las siguentes preguntas: ¿Qué va a impedir que los humanos de que prevalezca el planeta a finales de este siglo? ¿Qué controla el crecimiento de la población humana? ¿Estos controles varían espacialmente en todo el planeta?