

Estimación del índice de abundancia relativa como regresión lineal generalizada tipo Poisson

SMandujanoR

23/7/2020

Modelo clásico del IAR

$$IAR_{ij} = \frac{n_j}{dias_j} \times 100$$

donde: n_{tot} es el número total de registros fotográficos independientes de la i -especie en la j -cámara, $dias_{tot}$ es el esfuerzo de muestreo o número total de días, y 100 es el factor de corrección estándar.

GLM regresión Poisson

Otra manera completamente distinta de analizar los datos del foto-trampeo y calcular el IAR, es visualizarlo como un modelo lineal generalizado (GLM por sus siglas en inglés).

$$n_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i)$$

$$\log(\lambda_i) = \alpha_i + \beta * x$$

donde: n_i es el número de conteos en la i -cámara, λ (Lambda) es número promedio esperado de conteos; α y β son los coeficientes de la regresión, específicamente la ordenada al origen y la pendiente respectivamente; mientras que x son la o las covariables o variables predictivas. El símbolo “ \sim ” se lee “*distribuido como*”.

Incluyendo los “offsets”

Una situación común es que los conteos obtenidos en las unidades de muestreo (cuadrantes, transectos, redes, cámaras, u otro), no siempre provienen de unidades espacial o temporalmente homogéneas; es decir, del mismo tamaño. Por ejemplo:

- ▶ si se tuviera un conteo de 10 y 5 animales en cuadrantes de 500 y 100 m², respectivamente, entonces no se puede concluir que la abundancia es mayor en el primer cuadrante.
- ▶ En estos casos se puede obtener la densidad de individuos como $10/500 = 0.02 \text{ ind/m}^2$ y $5/100 = 0.05 \text{ ind/m}^2$; es decir, la conclusión cambia radicalmente.
- ▶ De similar forma, si se obtiene un conteo 20 y 8 individuos de la misma especie de ave en parcelas de similar tamaño, pero en una el conteo se hizo en 10 minutos y en la segunda en 5 minutos, no se puede concluir que en la primera parcela hay más aves.
- ▶ Se tiene que calcular la tasa de observación como $20/10 = 2 \text{ ind/min}$, y $8/5 = 1.6 \text{ ind/min}$.

Caso cámaras-trampa

- ▶ En el caso del IAR la tasa de observación se expresa como número de fotos “promedio” por cámara por 100 días.
- ▶ Sin embargo, cuando se tiene distinto número de días, se pueden incluir directamente en el análisis.
- ▶ Una manera apropiada para incorporar en los GLMs conteos provenientes de unidades de muestreo con diferente tamaño o esfuerzo de muestreo (días), es considerar lo que se conoce como “offsets” que pudiera ser traducido como “calibración”.

GLM Poisson con *offsets*

Se incorpora esta heterogeneidad en los días de muestreo en la i -cámara puede escribirse como:

$$n_{ij} \sim \text{Poisson}(\text{Dias}_i * \lambda_i)$$

$$\log(\text{Dias}_i * \lambda_i) = \alpha_j + 1 * \log(\text{Dias}_i) + \beta * x$$

donde j representa cada especie animal. Además, x podría ser cualquier característica o covariable que se considere afecta o se relaciona con el IAR de cada especie.

- ▶ Un aspecto a destacar del modelo es que el coeficiente α es el IAR cuando $\beta * x = 0$, es decir cuando no se incluyen covariables.
- ▶ Esto permite calcular el IAR de una manera alternativa y sencilla especificado como GLM.

Paquete RAI

- ▶ Modelo GLM tipo Poisson:

`RAIglm()`

- ▶ Además, cuando se consideran covariables el IAR se calcula para cada factor (por ejemplo tipo de hábitat) y/o su relación con variables continuas (por ejemplo pensiente, distancia a fuentes de agua, etc.).
- ▶ Modelo GLM tipo Poisson con covariables:

`RAIglmCov()`

Procedimiento

Cargar el paquete y los datos

```
source("pkgRAI_1.R")  
wildlife.data <- read.csv("mamiferos.csv", header = T)  
habitat.data <- read.csv("habitat.csv", header = T)
```


IAR clásico

El cálculo del IAR clásico se obtiene con la función `RAIgral()` como:

```
Tot_cameras <- with(new.mat, length(unique(Camera)))  
cameras <- with(new.mat, tapply(Camera, Species, length))  
days <- with(new.mat, tapply(Effort, Species, sum))  
n <- with(new.mat, tapply(Events, Species, sum))  
RAIgral <- round(n/days*100, 2)  
table.1 <- cbind(cameras, days, n, RAIgral)  
table.1 <- table.1[order(RAIgral),]
```

IAR clásico

##	cameras	days	n	RAIgral
## Leo_wie	9	2409	1	0.04
## Mep_mac	9	2409	1	0.04
## Pro_lot	9	2409	1	0.04
## Pec_taj	9	2409	5	0.21
## Nas_nar	9	2409	6	0.25
## Syl_flo	9	2409	8	0.33
## Bas_ast	9	2409	9	0.37
## Lyn_ruf	9	2409	12	0.50
## Did_vir	9	2409	15	0.62
## Con_leu	9	2409	22	0.91
## Can_lat	9	2409	87	3.61
## Odo_vir	9	2409	158	6.56
## Uro_cin	9	2409	191	7.93

Regresión Poisson

##

Call:

glm(formula = Events ~ Species - 1, family = quasipoisso

offset = log(Effort))

##

Deviance Residuals:

##	Min	1Q	Median	3Q	Max
----	-----	----	--------	----	-----

##	-4.5052	-1.6732	-1.0800	-0.4556	13.0509
----	---------	---------	---------	---------	---------

##

Coefficients:

##		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
----	--	----------	------------	---------	----------

##	SpeciesBas_ast	-5.5897	1.0950	-5.105	1.50e-06 ***
----	----------------	---------	--------	--------	--------------

##	SpeciesCan_lat	-3.3211	0.3522	-9.430	1.26e-15 ***
----	----------------	---------	--------	--------	--------------

##	SpeciesCon_leu	-4.6959	0.7004	-6.705	1.07e-09 ***
----	----------------	---------	--------	--------	--------------

##	SpeciesDid_vir	-5.0789	0.8482	-5.988	3.07e-08 ***
----	----------------	---------	--------	--------	--------------

##	SpeciesLeo_wie	-7.7870	3.2849	-2.371	0.0196 *
----	----------------	---------	--------	--------	----------

##	SpeciesLyn_ruf	-5.3021	0.9483	-5.591	1.83e-07 ***
----	----------------	---------	--------	--------	--------------

##	SpeciesMep_mac	-7.7870	3.2849	-2.371	0.0196 *
----	----------------	---------	--------	--------	----------

Los coeficientes de la regresión se “linealizan” y son el IAR...!

##	RAIpoisson
## SpeciesBas_ast	0.37
## SpeciesCan_lat	3.61
## SpeciesCon_leu	0.91
## SpeciesDid_vir	0.62
## SpeciesLeo_wie	0.04
## SpeciesLyn_ruf	0.50
## SpeciesMep_mac	0.04
## SpeciesNas_nar	0.25
## SpeciesOdo_vir	6.56
## SpeciesPec_taj	0.21
## SpeciesPro_lot	0.04
## SpeciesSyl_flo	0.33
## SpeciesUro_cin	7.93

Es decir, empleando un GLM Poisson se puede calcular de manera muy sencilla y más rápida los IAR.

Regresión Poisson con covariables

Por ejemplo, en el siguiente GLM se analizan los datos específicos de la especie *U. cinereoargentus*:

##	Camera	Species	Events	Effort	X	Y	Loc_dist
## 2	C1	Uro_cin	68	281	758937	2167945	4718
## 15	C2	Uro_cin	20	250	758648	2168425	4655
## 28	C3	Uro_cin	9	281	759275	2168699	4187
## 41	C4	Uro_cin	13	220	758766	2167304	4233
## 54	C5	Uro_cin	43	281	757761	2162127	3838
## 67	C6	Uro_cin	9	281	758282	2162556	3991
## 80	C7	Uro_cin	10	281	757714	2163266	3133
## 93	C8	Uro_cin	4	253	756970	2163804	2223
## 106	C9	Uro_cin	15	281	755365	2160480	4302

##	scrub	grass	RAIalt
## 2	971	29	24.20
## 15	999	0	8.00
## 28	982	17	3.20
## 41	580	419	5.91
## 54	0	289	15.30

Pruebo la covariable vegetación con GLM tipo prueba de ANOVA de una vía pero tipo Poisson...!

```
##
```

```
## Call:
```

```
## glm(formula = Events ~ Veg_type - 1, family = quasipoiss
```

```
##       offset = log(Effort))
```

```
##
```

```
## Deviance Residuals:
```

```
##      Min        1Q    Median        3Q        Max
```

```
## -4.9235  -1.7943   0.0000   0.7061   5.3735
```

```
##
```

```
## Coefficients:
```

```
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
```

```
## Veg_typeAgricultura  -2.9303     0.8791  -3.333 0.015739
```

```
## Veg_typePastizal     -3.5677     0.7099  -5.026 0.002391
```

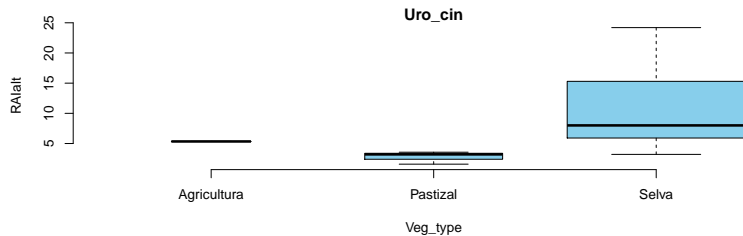
```
## Veg_typeSelva        -2.1496     0.2752  -7.810 0.000232
```

```
## ---
```

```
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1
```

```
##
```

Gráficamente

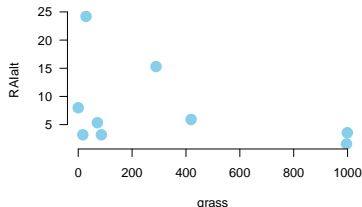
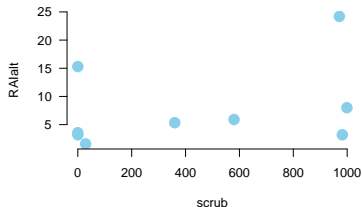


5.3380783, 2.8220859, 11.6527037

Otra hipótesis podría ser:

si el IAR de la especie está relacionada con la superficie del tipo de hábitat dominado por arbustivas o el de pastos:

```
'RAIglm3 <- glm(Events ~ scrub + grass, data =  
especie_sel, offset = log(Effort), family =  
quasipoisson)
```



Conclusiones

- ▶ El IAR se puede estimar empleando como marco conceptual y metodológico a los modelos lineales generalizados (GLMs).
- ▶ Esta aproximación resulta en estimaciones similares a la forma clásica de estimar el IAR, pero con la ventaja de hacerlo como un modelo GLM tipo regresión Poisson al tratarse de datos de conteos.
- ▶ En este caso, se debe especificar el número de días, los cuales habitualmente difieren entre las cámaras, como un *offset* lo cual es muy sencillo de especificar en el GLM.