

Análisis de presencias con procesos de puntos

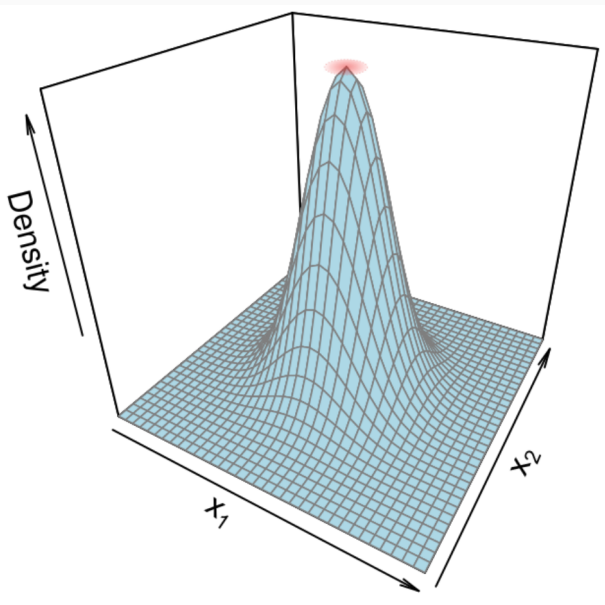
Tutorial intermedio de spatstat

Gerardo Martín

2022-06-29

Simulación de presencias

Especificación de un centroide



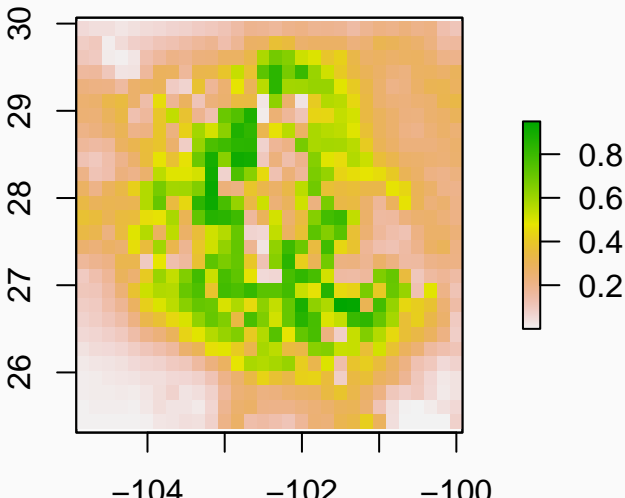
Código - generando favorabilidad “verdadera”

```
centroide <- cellStats(r, mean)
r.df <- data.frame(rasterToPoints(r))
covar <- cov(r.df[, 3:5])
md <- mahalanobis(r.df[, 3:5], center = centroide, cov = covar)
head(md)

## [1] 5.846738 6.383437 6.443874 7.296541 6.475630 6.066614
```

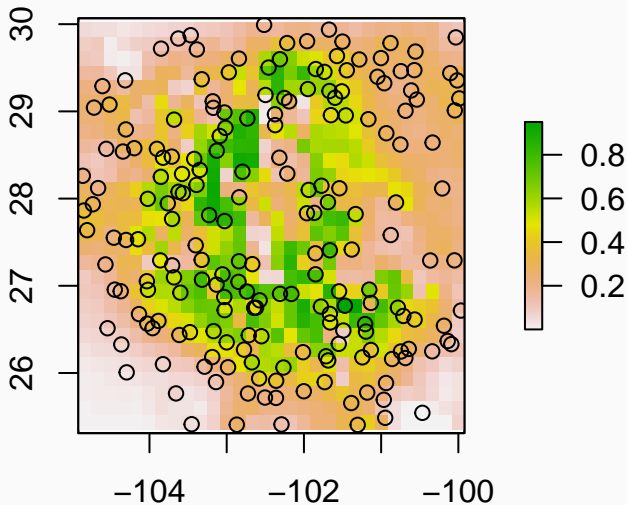
Código - viendo la favorabilidad

```
md.r <- rasterFromXYZ(data.frame(r.df[, 1:2], md))  
md.exp <- exp(-0.5*md.r)  
plot(md.exp)
```



```
set.seed(182)
puntos.2 <- dismo::randomPoints(mask = md.exp,
                                n = 200,
                                prob = T)
puntos.2 <- data.frame(puntos.2)
puntos.2$x <- puntos.2$x + rnorm(200, 0, 0.05)
puntos.2$y <- puntos.2$y + rnorm(200, 0, 0.05)
```

```
plot(md.exp); points(puntos.2)
```



Formateo para spatstat

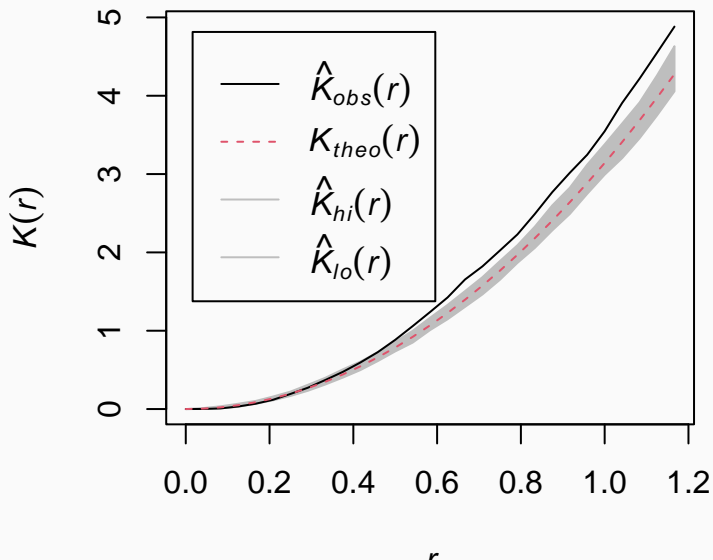
```
source("Funciones-spatstat/imFromStack.R")  
source("Funciones-spatstat/winFromRaster.R")  
source("Funciones-spatstat/plotQuantIntens.R")
```

```
r.im <- imFromStack(r)
w <- winFromRaster(r)
puntos.2.ppp <- ppp(x = puntos.2$x,
                    y = puntos.2$y,
                    window = w,
                    check = F)
Q <- pixelquad(X = puntos.2.ppp, W = as.owin(w))
```

Análisis exploratorio

```
K <- envelope(puntos.2.ppp, fun = Kest, nsim = 39)

## Generating 39 simulations of CSR ...
## 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 1
##
## Done.
```

K

1. Pareciera que el proceso está levemente autocorrelacionado
2. No sabemos de momento si afectará al modelo
3. Debemos poner atención al modelo ajustado

```
plotQuantIntens(imList = r.im,  
                noCuts = 5,  
                Quad = Q,  
                p.pp = puntos.2.ppp,  
                dir = "",  
                name = "Respuestas-centroide")
```

```
## pdf
```

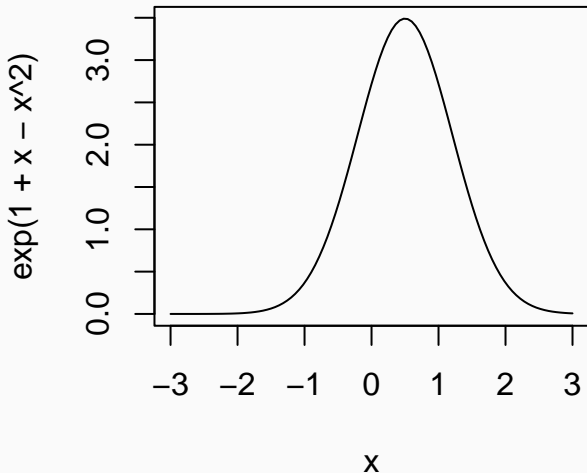
```
## 2
```

Ver archivo de gráficas

Consideraciones para proponer modelos

Curvas con forma de campana → fórmula cuadrática

```
curve(exp(1 + x - x^2), from = -3, 3)
```



Ecuación lineal:

$$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_n x_n$$

Ecuación polinomial de 2º grado

$$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta'_1 x_1^2 + \cdots + \beta_n x_n + \beta'_n x_n^2$$

Recordemos que $y = \log \lambda$

¿Qué variables podemos incluir en el mismo modelo?

Regla de oro: Aquellas que no estén correlacionadas

- Que x_1 no sea predictor de x_2
- No se puede atribuir efecto de x_1 ó x_2 sobre λ
- Necesitamos medir correlación entre pares de variables (**pairs**)

Medición de correlación entre covariables

```
pairs(r)
```

```
## Warning in graphics::par(usr): argument 1 does not name a gra
```

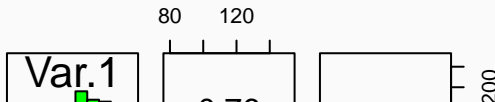
```
## Warning in graphics::par(usr): argument 1 does not name a gra
```

```
## Warning in graphics::par(usr): argument 1 does not name a gra
```

```
## Warning in graphics::par(usr): argument 1 does not name a gra
```

```
## Warning in graphics::par(usr): argument 1 does not name a gra
```

```
## Warning in graphics::par(usr): argument 1 does not name a gra
```



Podemos incluir en el mismo modelo:

1. Var.1 y Var.3
2. Var.2 y Var.3

Por lo tanto la fórmula polinomial

$$\log \lambda = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_1' x_1^2 + \beta_2 x_2 + \beta_2' x_2^2 +$$

En R:

1. `~ Var.1 + Var.3 + I(Var.1^2) + I(Var.3^2)`
2. `~ Var.2 + Var.3 + I(Var.2^2) + I(Var.3^2)`

```
m1 <- ppm(Q = puntos.2.ppp,  
          trend = ~ Var.1 + Var.3 + I(Var.1^2) + I(Var.3^2),  
          covariates = r.im)  
m2 <- ppm(Q = puntos.2.ppp,  
          trend = ~ Var.2 + Var.3 + I(Var.2^2) + I(Var.3^2),  
          covariates = r.im)
```

```
AIC(m1); AIC(m2)
```

```
## [1] -473.2666
```

```
## [1] -468.7745
```

Analizar los efectos estimados

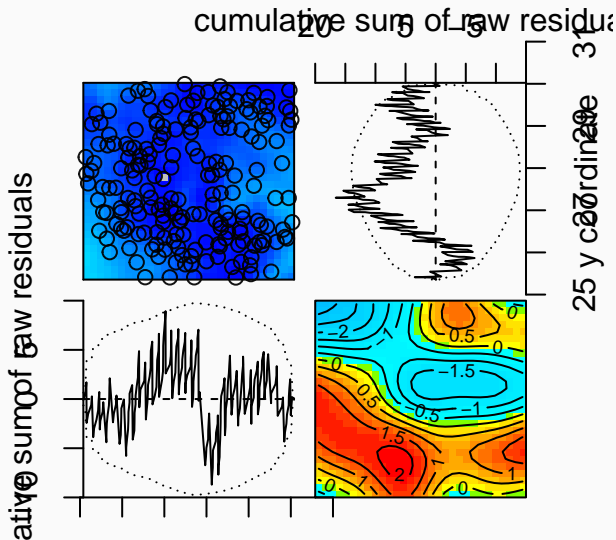
```
sum.m1 <- summary(m1)
knitr::kable(sum.m1$coefs.SE.CI[, 1:5])
```

	Estimate	S.E.	CI95.lo	CI95.hi	Ztest
(Intercept)	-57.0868149	16.1815344	-88.8020396	-25.3715903	***
Var.1	0.4649718	0.1498312	0.1713081	0.7586355	**
Var.3	0.1973027	0.0970164	0.0071541	0.3874513	*
I(Var.1^2)	-0.0011954	0.0003795	-0.0019391	-0.0004517	**
I(Var.3^2)	-0.0006754	0.0003126	-0.0012881	-0.0000626	*

Diagnóstico - Residuales

```
par(mar = c(2,2,2,2))
```

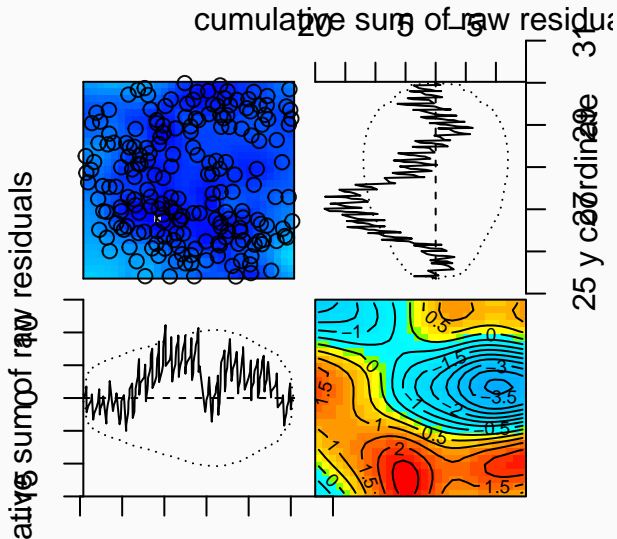
```
diagnose.ppm(m1, main = "", cex.axis = 0.25)
```



Diagnóstico - Residuales

```
par(mar = c(2,2,2,2))
```

```
diagnose.ppm(m2, main = "", cex.axis = 0.25)
```



```
K1 <- envelope(m1, fun = Kest, nsim = 39)
```

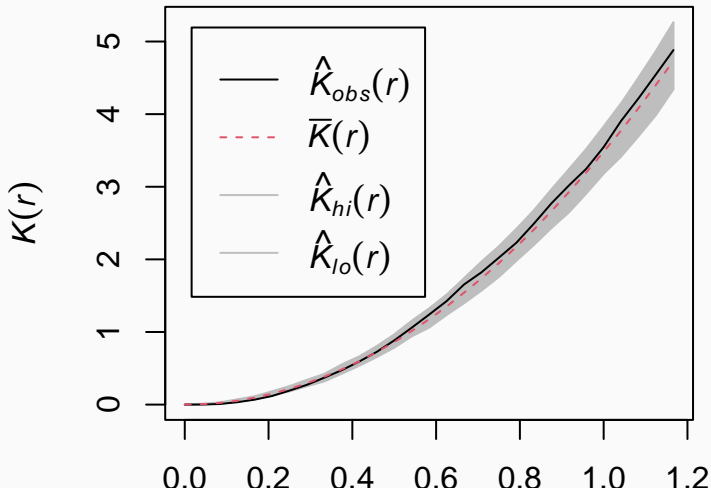
```
## Generating 39 simulated realisations of fitted Poisson model  
## 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19  
##  
## Done.
```

```
K2 <- envelope(m2, fun = Kest, nsim = 39)
```

```
## Generating 39 simulated realisations of fitted Poisson model  
## 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19  
##  
## Done.
```

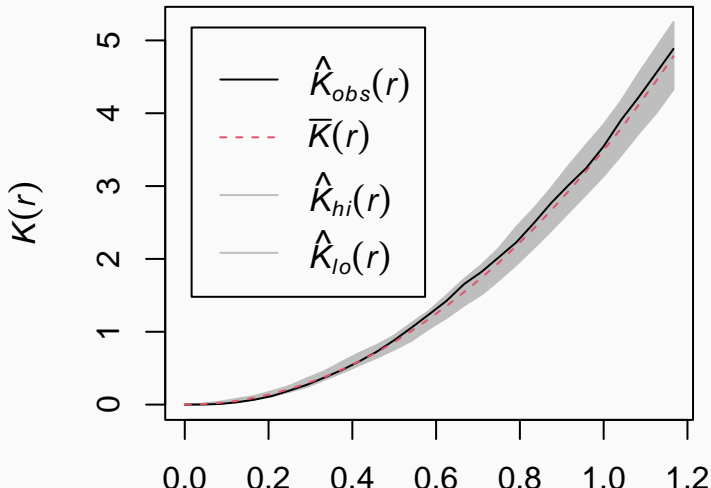
```
plot(K1, cex = 0.5)
```

K1



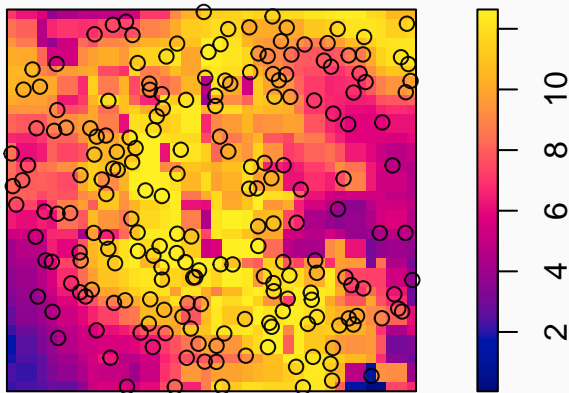
```
plot(K2, cex = 0.5)
```

K2



- AIC menor para **m1**
- Residuales dentro de tolerancia para **m1**
- Prueba de ripley correcta para ambos modelos
 - No parece necesario modelar autocorrelación (lo haremos a continuación)
- Evidencia *favorece* a **m1**

```
plot(m1, se = F, main = "")
```

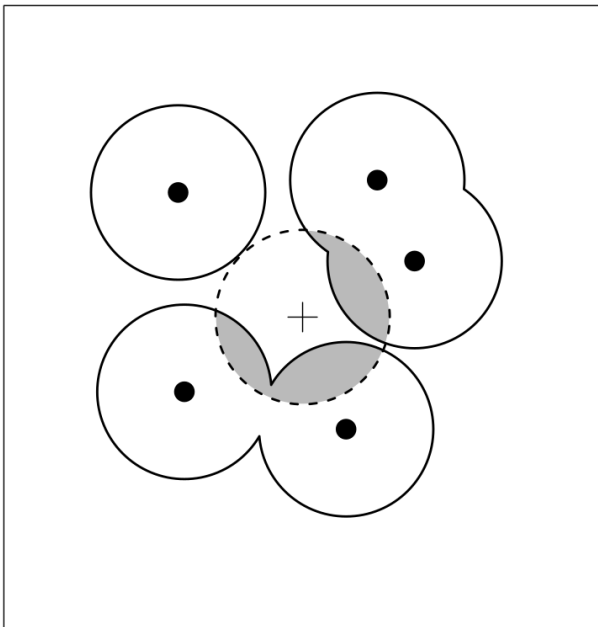


```
pred <- predict(m1)
pred.r <- raster(pred)
writeRaster(pred.r, "Predicción-m1", "GTiff",
            overwrite = T)
```

Modelando los efectos espaciales

- Estiman efecto aleatorio para puntos cercanos
- Sirven para procesos de exclusión o agregación moderada
- Hay varios tipos de interacciones entre puntos

¿Qué es interacción?



Tipos de interacciones

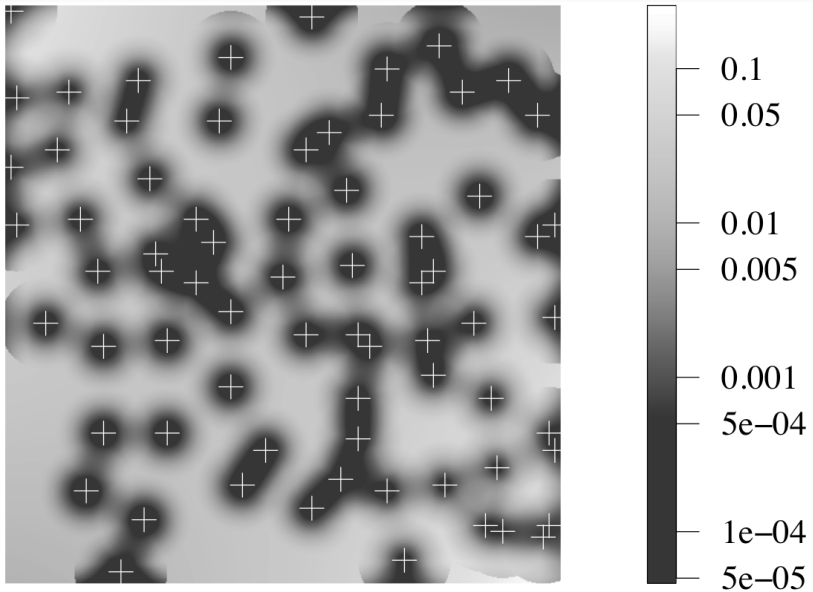


Figure 1: Crédito a Baddeley et al (2016)

FUNCTION	MODEL
AreaInter	area-interaction process
BadGey	multiscale Geyer saturation process
Concom	connected component interaction
Geyer	Geyer saturation process
Hybrid	hybrid of several interactions
Ord	Ord model, user-supplied potential
OrdThresh	Ord model, threshold potential
Saturated	saturated model, user-supplied potential
SatPiece	multiscale saturation process
Triplets	Geyer triplet interaction process

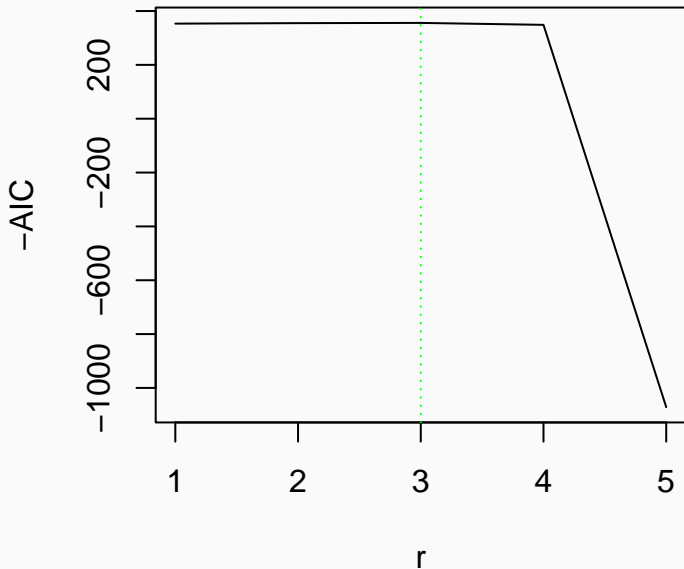
Para generar un modelo de interacción

1. Establecer tamaño del búfer

```
rr <- data.frame(r=seq(1,5,by=1))  
p <- profilepl(rr, Strauss,  
               puntos.2.ppp ~ Var.1 + Var.3 + I(Var.1^2) + I(  
               covariates = r.im, aic=T, rbord = 0.5)  
  
## comparing 5 models...  
  
## 1, 2, 3, 4, 5.  
  
## fitting optimal model...  
  
## done.
```

Para generar un modelo de interacción

```
plot(p, main = "")
```



Para generar un modelo de interacción

Un radio de tamaño 2 minimiza la pseudo-verosimilitud, de modo que el modelo de interacción con la fórmula de m1 es:

```
m1.int <- ppm(Q = puntos.2.ppp,  
             trend = ~ Var.2 + Var.3 + I(Var.2^2) + I(Var.3^2),  
             covariates = r.im,  
             Strauss(p$iopt), rbold = 1) #Interacción
```

```
sum.int <- summary(m1.int)
knitr::kable(sum.int$coefs.SE.CI[, 1:4])
```

	Estimate	S.E.	CI95.lo	CI95.hi
(Intercept)	-68.4382995	38.7998381	-144.4845847	7.6079858
Var.2	0.5668834	0.2965100	-0.0142655	1.1480322
Var.3	0.5331550	0.4226373	-0.2951989	1.3615089
I(Var.2^2)	-0.0024765	0.0012598	-0.0049457	-0.0000074
I(Var.3^2)	-0.0017398	0.0014341	-0.0045507	0.0010710
Interaction	-0.0127375	0.0102314	-0.0327907	0.0073157


```
coef(m1)
```

```
## (Intercept)      Var.1      Var.3  I(Var.1^2)  I(Var.3^2)
## -5.708681e+01  4.649718e-01  1.973027e-01 -1.195420e-
03 -6.753759e-04
```

```
coef(m1.int)
```

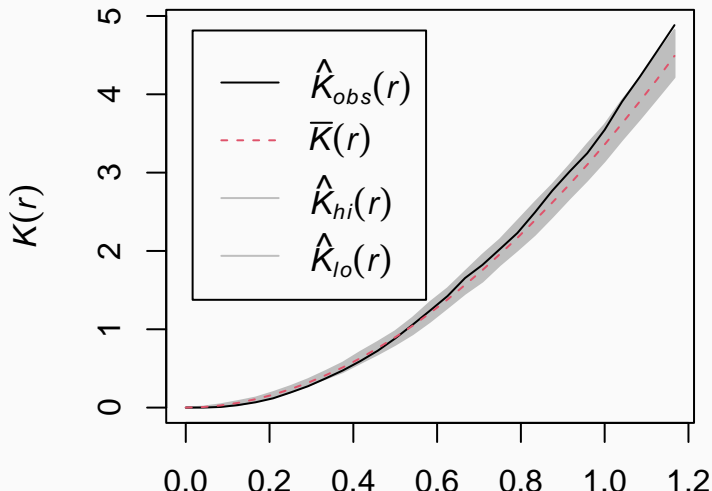
```
## (Intercept)      Var.2      Var.3  I(Var.2^2)  I(Var.3^2)
## -68.438299459      0.566883377      0.533154977      -
0.002476525  -0.001739840
## Interaction
## -0.012737533
```

```
K.int <- envelope(m1.int, Kest, nsim = 39)

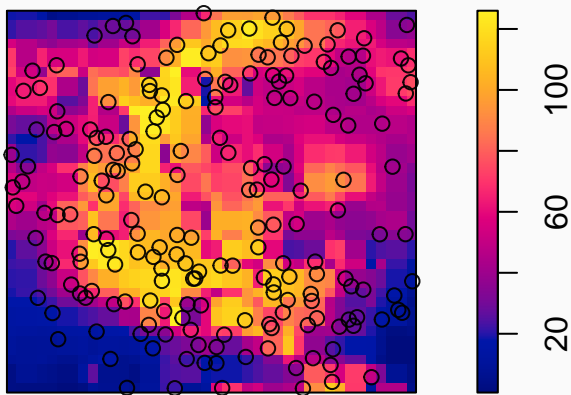
## Generating 39 simulated realisations of fitted Gibbs model
## 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
##
## Done.
```

`plot(K.int)`

K.int



Fitted trend



Proceso Cox log-Gaussiano

- En MPPs
 - Intensidad es explicada por covariables si
 - Covariables rara vez explican puntos agregados
- Gaussiano = Distribución normal
 - Efecto aleatorio con distribución normal multivariada

$$\log \lambda_i = \alpha + \beta_1 x_{1,i} + \cdots + G(u_i, v_i)$$

- α es el intercepto global - $G(u_i)$ es el intercepto aleatorio para cada píxel
- Cuando todas las $x = 0$, la intensidad en el píxel i es $\exp(\alpha + G(u_i))$

¿Con qué se ajusta un LGCP en R?

- Frecuentista - `spatstat` (rápido poco preciso)
- Bayesiano
 - `RINLA` (moderadamente rápido, moderadamente preciso)
 - `lgcp` (muuuuy lento, bastante preciso)
- Frecuentista son aproximaciones, y Bayesiano son estimaciones *verdaderas*


```
m1.lgcp <- kppm(puntos.2.ppp,  
  trend = ~ Var.2 + Var.3 + I(Var.2^2) + I(Var.  
  covariates = r.im,  
  clusters = "Thomas",  
  statistic = "K", # K de Ripley  
  method = "clik2", # Contraste con K  
  model = "exp") # Modelo de varianza
```

Ajustando un LGCP con spatstat

```
sum.lgcp <- summary(m1.lgcp)
knitr::kable(sum.lgcp$coefs.SE.CI[, 1:4])
```

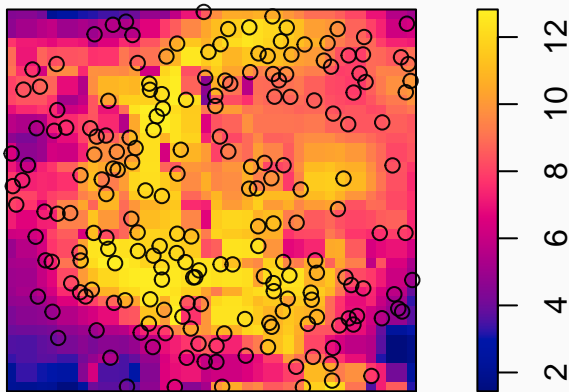
	Estimate	S.E.	CI95.lo	CI95.hi
(Intercept)	-32.6841705	10.0403861	-52.3629657	-13.0053753
Var.2	0.2686269	0.0933978	0.0855706	0.4516833
Var.3	0.2552085	0.0994261	0.0603370	0.4500800
l(Var.2^2)	-0.0011466	0.0003974	-0.0019254	-0.0003678
l(Var.3^2)	-0.0008349	0.0003187	-0.0014595	-0.0002102

```
knitr::kable(sum.m1$coefs.SE.CI[, c(1, 2, 3, 4)])
```

	Estimate	S.E.	CI95.lo	CI95.hi
(Intercept)	-57.0868149	16.1815344	-88.8020396	-25.3715903
Var.1	0.4649718	0.1498312	0.1713081	0.7586355
Var.3	0.1973027	0.0970164	0.0071541	0.3874513
I(Var.1^2)	-0.0011954	0.0003795	-0.0019391	-0.0004517
I(Var.3^2)	-0.0006754	0.0003126	-0.0012881	-0.0000626

```
plot(m1.lgcp, what = "intensity")
```

m1.lgcp
Intensity

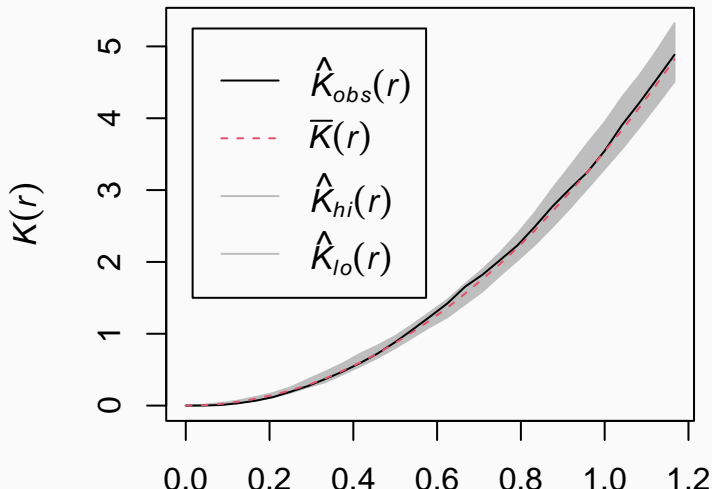


```
K.lgcp <- envelope(m1.lgcp, Kest, nsim = 39)

## Generating 39 simulated realisations of fitted cluster model
## 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 1
##
## Done.
```

`plot(K.lgcp)`

K.lgcp



Conclusiones

- Modelo Poisson
 - Más simple, y no parece tener problemas
 - IC de estimaciones más amplios que LGCP
- Interacción
 - IC más amplios que MPP
- LGCP
 - Función K más cercana a expectativa teórica ### Alternativas de modelación
- Respuestas bisagra: Regresión por partes
- Respuestas no lineales: Suavizadores GAM
- Interacciones entre variables