

# Spatial Modeling

## Covid Mortality in South America

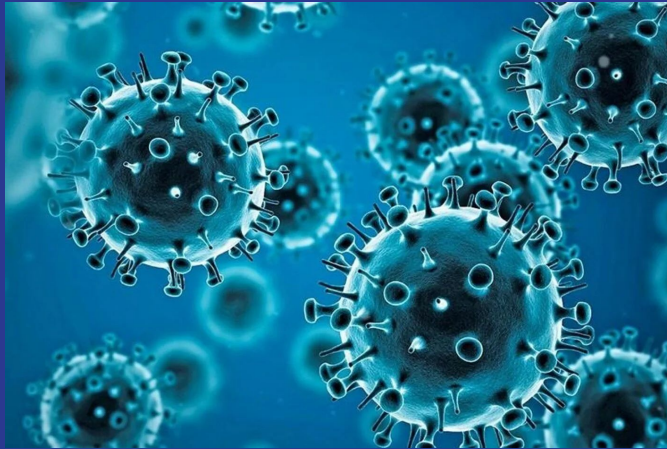
Miguel Calvo Valente, 203129

Nelson Alejandro Gil Vargas, 203058

Valeria Roberts Trujillo, 173120



# Descripción del problema



# Objetivos



# Datos

La base de datos contiene 611 datos y 36 variables. Las variables más interesantes para nuestro análisis son:

- Country
- Fatalities
- Continent
- Geometry
- Population
- Net Migration
- Death Rate



# Análisis Exploratorio de Datos

Country	$Y$ = Fatalities	$E$ = Expected Covid Deaths	$X$ = Net Migration
Argentina	25	15.1	0.61
Bolivia	0	3.38	-1.32
Brazil	139	58	-0.03
Chile	10	4.69	0
Colombia	13	12.2	-0.31
Ecuador	62	2.87	-8.58
Guyana	2	0.318	-2.07
Paraguay	6	1.46	-0.08
Perú	25	8.82	-1.05
Uruguay	0	1.55	-0.32
Venezuela	2	6.33	-0.04

# Modelado e implementación

- `n.iter = 10000`
  - `n.chains = 3`
- `n.burnin = 1000`
  - `n.thin = 1`

# Modelo intrínseco: ICAR

$$Y_i \sim \text{Po}(E_i \lambda_i)$$

$$\log(\lambda_i) = \beta_1 + \beta_2 X_i + \theta_i + \phi_i$$

# Pruebas

$$Y = Y/c, c = 1, 10, 100, 1000, 10000$$

$$Y' = \log(Y+1), E' = \log(E+1)$$

$$\log(Y+1) \sim N(\log(\lambda) + \log(E+1), \sigma_y^2)$$



# Modelo CAR propio

$$Y_i \sim \text{Po}(E_i \lambda_i)$$

$$\log(\lambda_i) = \beta_1 + \beta_2 X_i + \theta_i + \phi_i$$

$\rho$ : parámetro adicional que controla la dependencia entre vecinos

# $\rho$

$\rho$ : parámetro adicional que controla la dependencia entre vecinos

$$\rho \in (1/\lambda_{(1)}, 1/\lambda_{(n)})$$

Pruebas:

- $\rho$  al 70%
- $\rho$  al 80%
- $\rho$  al 90%

# Pruebas

$$Y = Y/c, c = 1000$$

$$Y' = \log(Y+1), E' = \log(E+1)$$

$$\log(Y+1) \sim N(\log(\lambda) + \log(E+1), \sigma_y^2)$$

# Modelo Jerárquico

$$Y_i \sim \text{Po}(E_i \lambda_i)$$

$$\log(\lambda_i) = \beta_1 + \beta_2 X_i + \theta_i$$

# Resultados

# Modelo Y, E

	Modelo	DIC
1	CAR Proper $\rho$ 90	-1438
2	CAR Proper $\rho$ 90 xsc	-393.1
3	CAR Proper $\rho$ 90 nox	-197.5
4	CAR Proper $\rho$ 80	-3.508
5	CAR Normal Normal	19.63
6	CAR Proper Normal $\rho$ 70	21.07
7	CAR Proper Normal $\rho$ 90	27.09
8	CAR Proper Normal $\rho$ 80	27.51
9	CAR Proper $\rho$ 70	39.64
10	Hierarchical	65.24

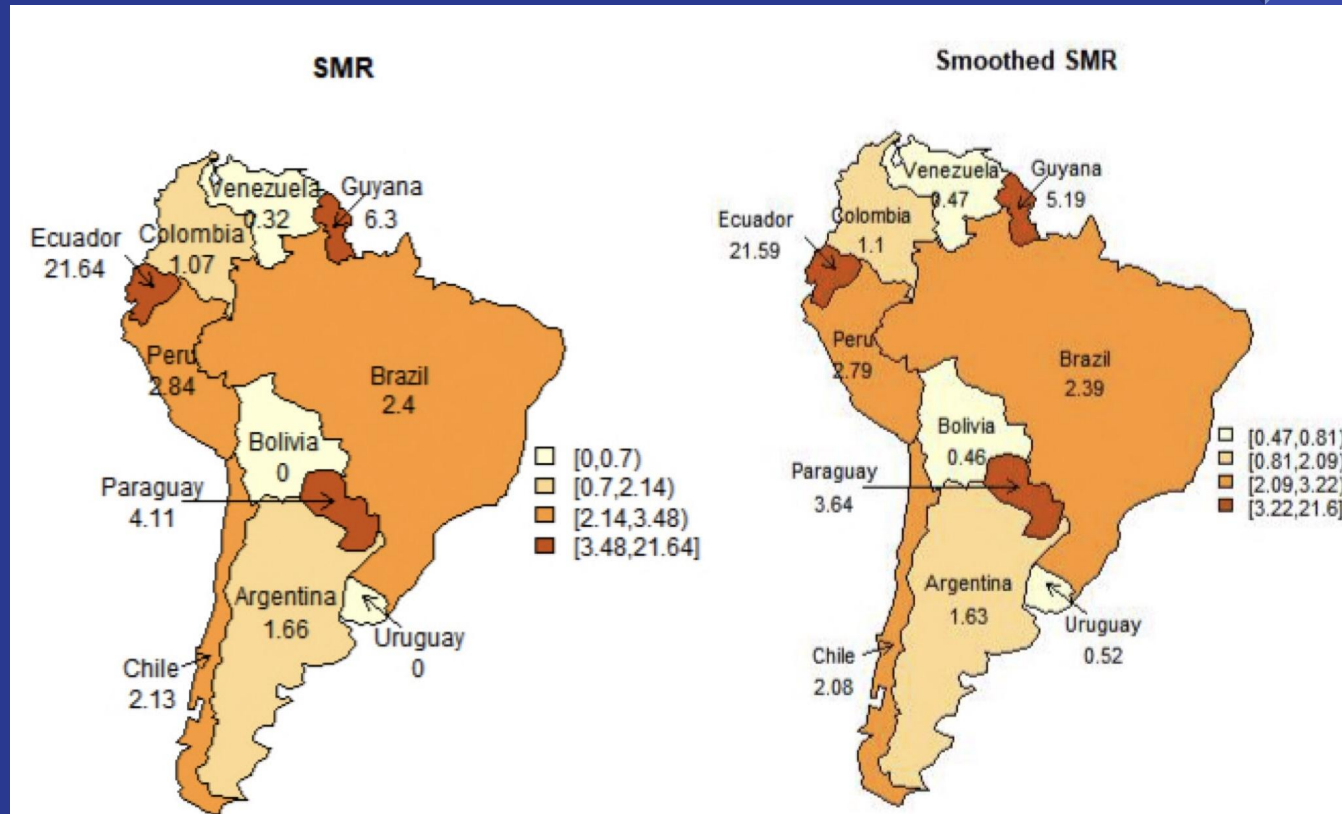
Modelo  $Y' = \log(Y+1)$ ,  $E' = \log(E+1)$

	Modelo	DIC
1	CAR Proper $\rho$ 90	27.69
2	CAR Normal	30.29
3	CAR Proper $\rho$ 70	35.21
4	Hierarchical	35.57
5	CAR Proper $\rho$ 90 nox	35.99
6	CAR Proper $\rho$ 80	36.85
7	CAR Proper $\rho$ 90 xsc	37.55

CAR proper con  $\rho$  al 90%  
Y, E



# Maps suavizados

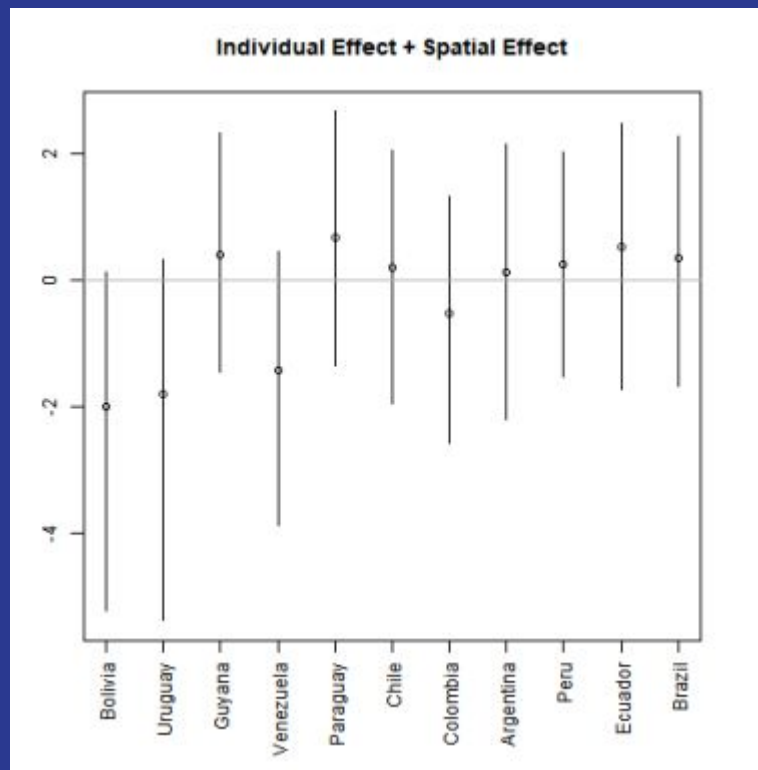


# Efecto Migración

	Media	2.5 %	97.5 %	Probabilidad de no significancia
$\beta_1$	0.492	-1.379	2.537	0.251
$\beta_2$	-0.239	-0.566	0.127	0.087

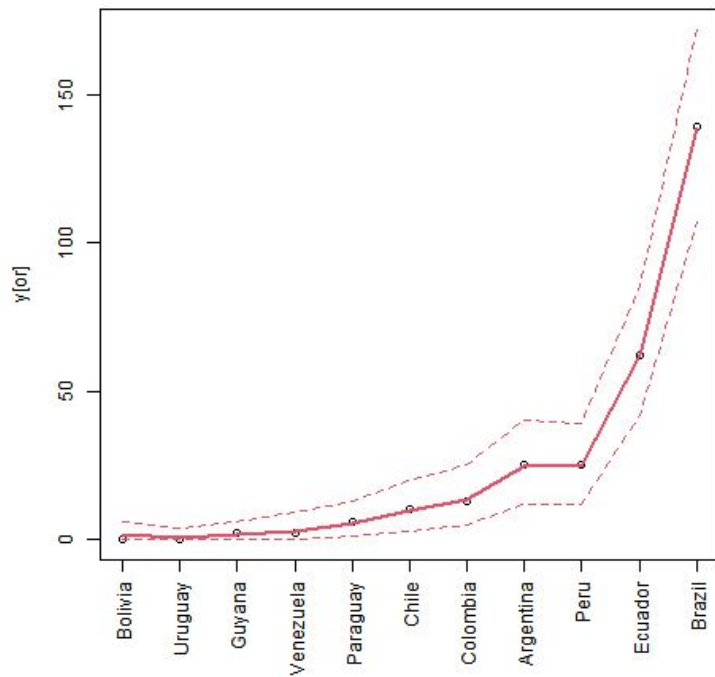
Al aumentar la proporción de migración neta en una misma región en 10 puntos porcentuales, entonces el riesgo disminuye en un 2.4%

# Efecto Individual + Espacial

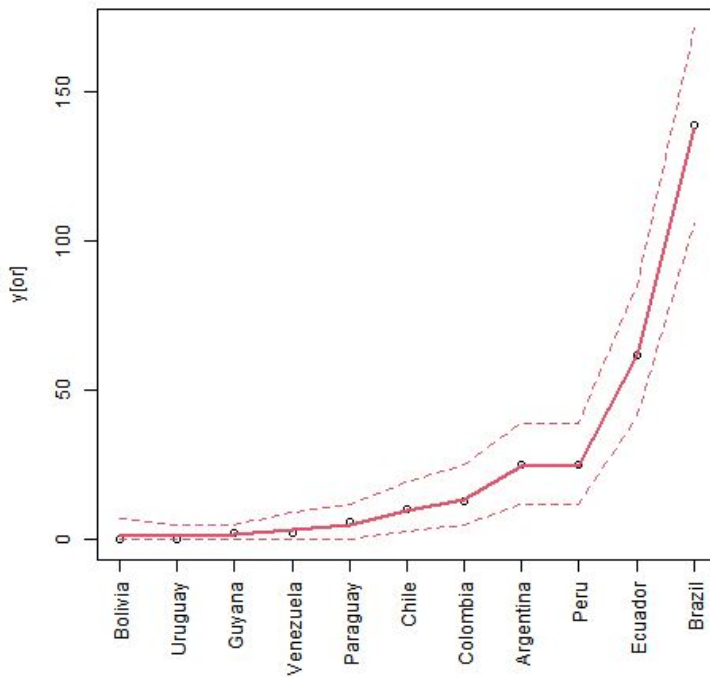


# Predicciones

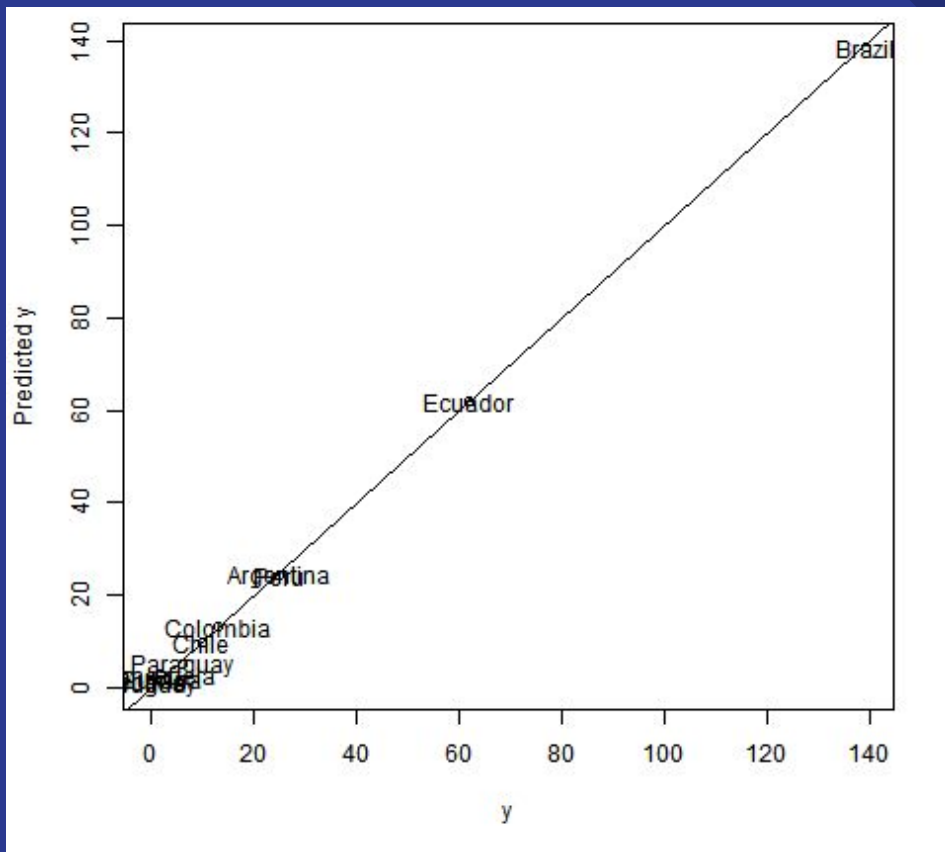
CAR proper rho 90



Hierarchical

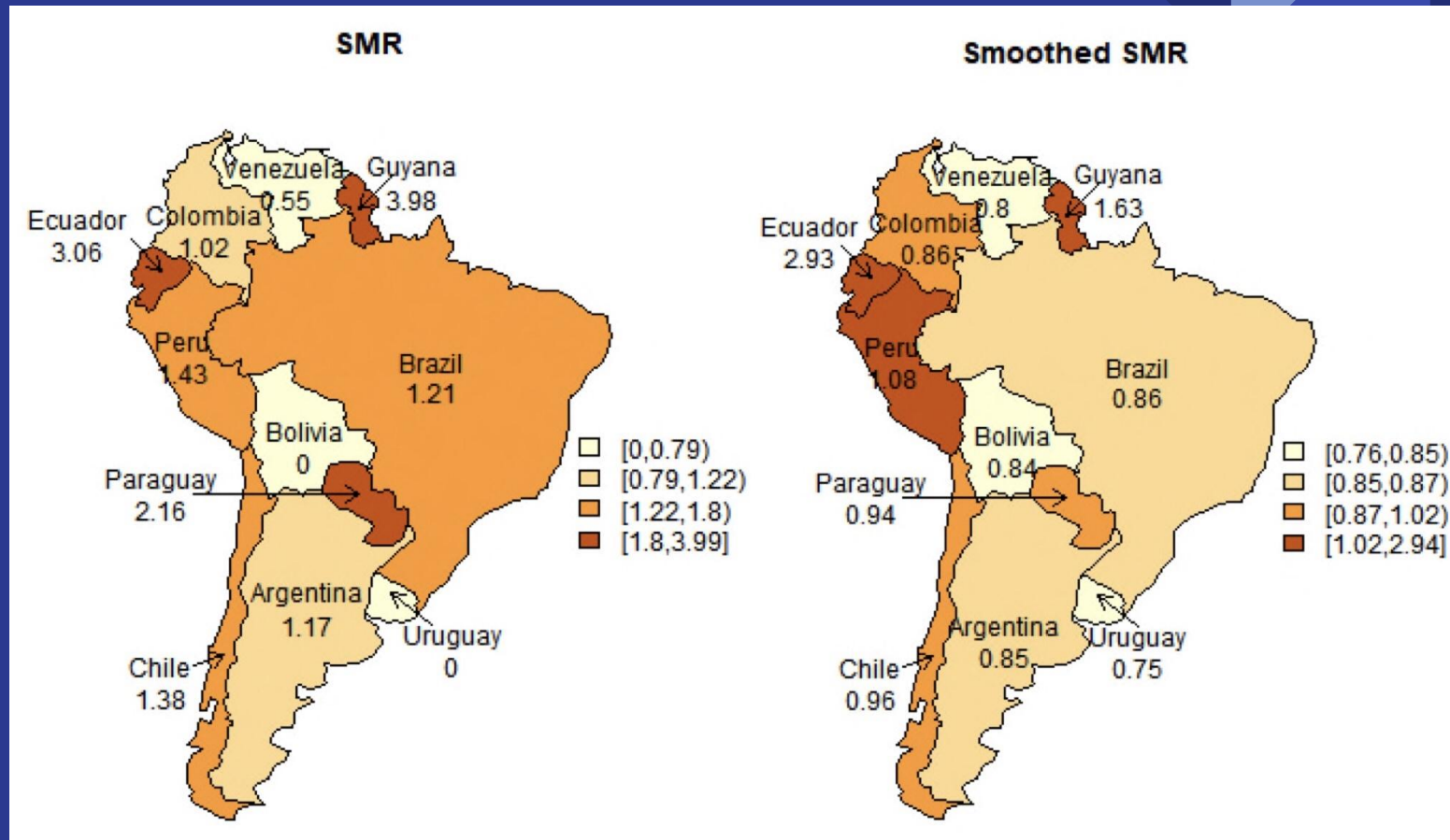


# R<sup>2</sup>



CAR proper con  $\rho$  al 90%  
 $Y' = \log(Y+1)$ ,  $E' = \log(E+1)$

# Maps suavizado



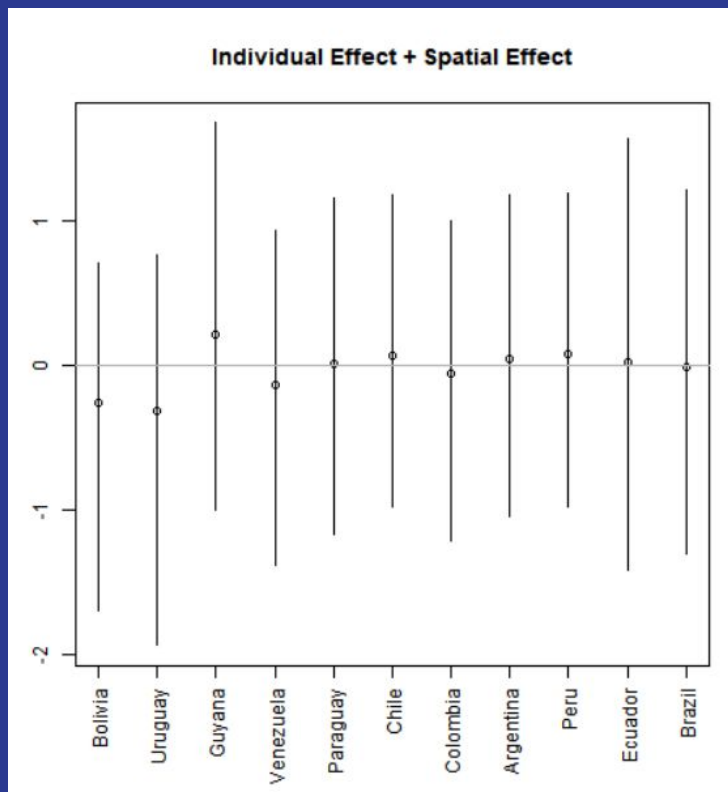
# Efecto Migración

	Media	2.5 %	97.5 %	Probabilidad de no significancia
$\beta_1$	-0.225	-1.208	0.676	0.299
$\beta_2$	-0.134	-0.339	0.083	0.101

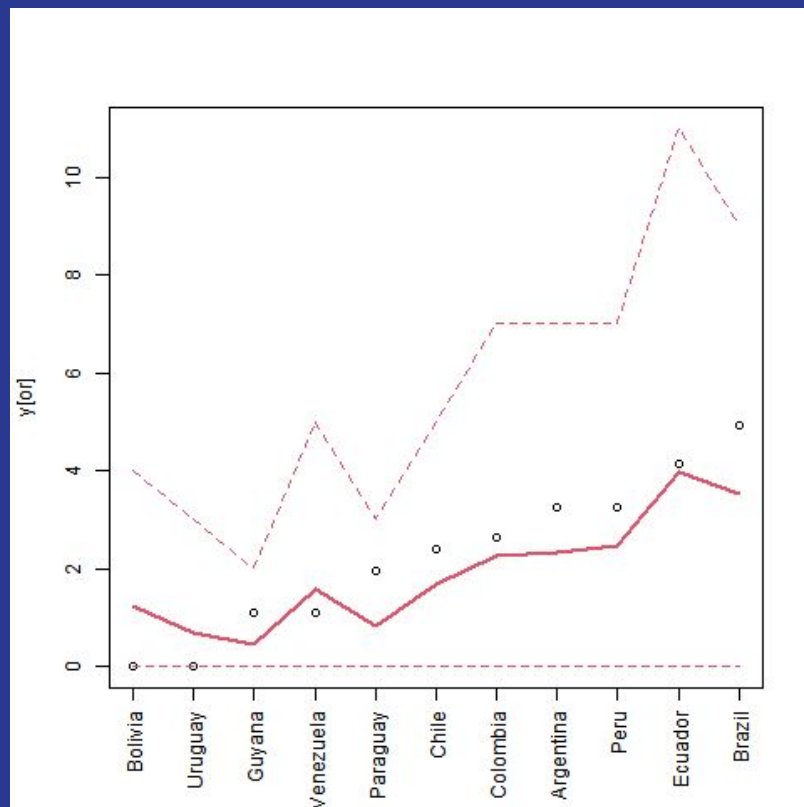
Al aumentar la proporción de migración neta en una misma región en 10 puntos porcentuales, entonces el riesgo disminuye en un 1.3%



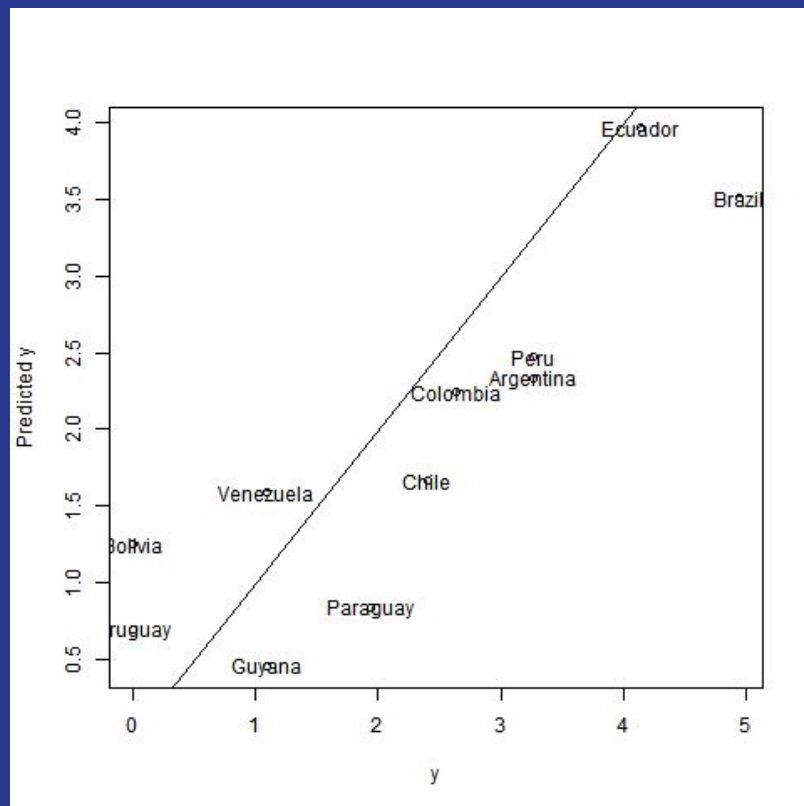
# Efecto Individual + Espacial



# Predicciones



# R<sup>2</sup>



# Conclusiones

# Referencias

1. Thomas, A., Best, N., Lunn, D., Arnold, R., & Spiegelhalter, D. (2004).  
GeoBugs user manual. Cambridge: Medical Research Council Biostatistics  
Unit.
2. CSSE at Johns Hopkins University, (2022). CSSE Covid 19 Dataset.
3. MARCUSINTHESKY, (2020). COVID-19: Global Spatial Regression Model.
4. Kaggle, (2020). COVID19 Global Forecasting.
5. Fernando Lasso, (2018). Countries of the World.
6. Nieto-Barajas, L. E., (2022). Regresión Avanzada. Modelos Espaciales. ITAM.  
[http://allman.rhon.itam.mx/~lnieto/index\\_archivos/NotasRA7.pdf](http://allman.rhon.itam.mx/~lnieto/index_archivos/NotasRA7.pdf)



Gracias