

Valores de la Tierra Urbana

Equipo de Modelización





Hoja de Ruta

- > Actualización de la Muestra
- > Homogeneización de los Valores de la Tierra
- > Predicción del Valor Unitario de la Tierra (VUT)

Actualización

Modelización: Cálculo de elasticidad por cuantiles

$$\log(\text{valor_m}^2) = a + b \log(TC)$$

$$b = \frac{d(\text{valor_m}^2)}{d(TC)} \frac{\text{valor_m}^2}{TC}$$

$$\text{Elasticidad} = \frac{\Delta\% \text{valor_m}^2}{\Delta\% TC}$$

Actualización



Modelización: Cálculo de elasticidad por cuantiles

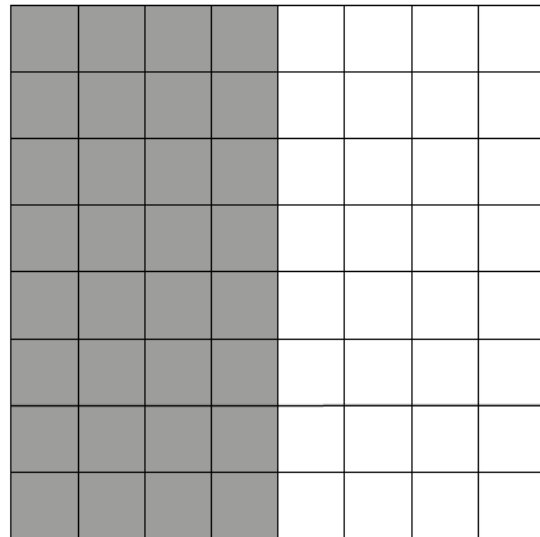
$$\ln(\text{valor}_{m^2}) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(tc) + \alpha_{2,Q_i} \ln(tc) : Q_i + \alpha_3 \ln(sup) + \alpha_4 \ln(frente) + \alpha_5 tv + \alpha_6 \text{delta} + \alpha_7 \text{dbaja} + \alpha_8 \text{dviasprinc} + \alpha_9 \text{percedif} + \varepsilon$$

Actualización

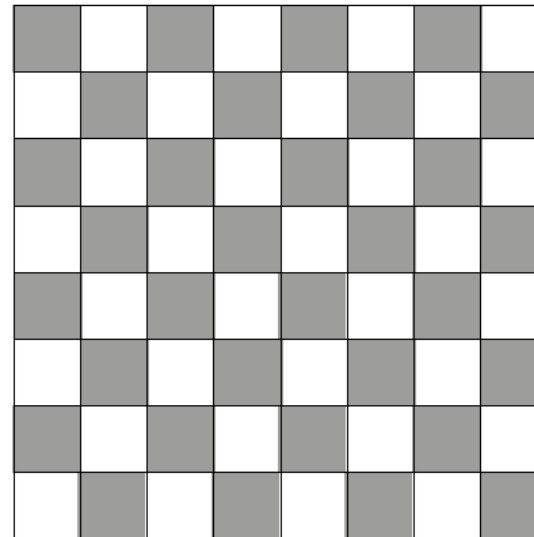
Autocorrelación Espacial

“Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things.” (Tobler, 1970)

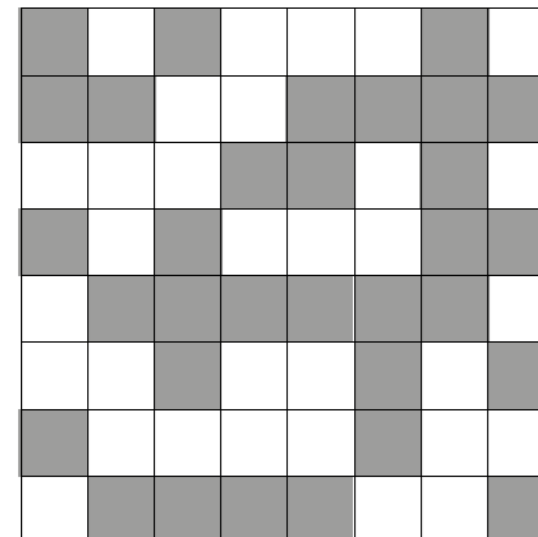
Autocorrelación espacial **positiva**



Autocorrelación espacial **negativa**

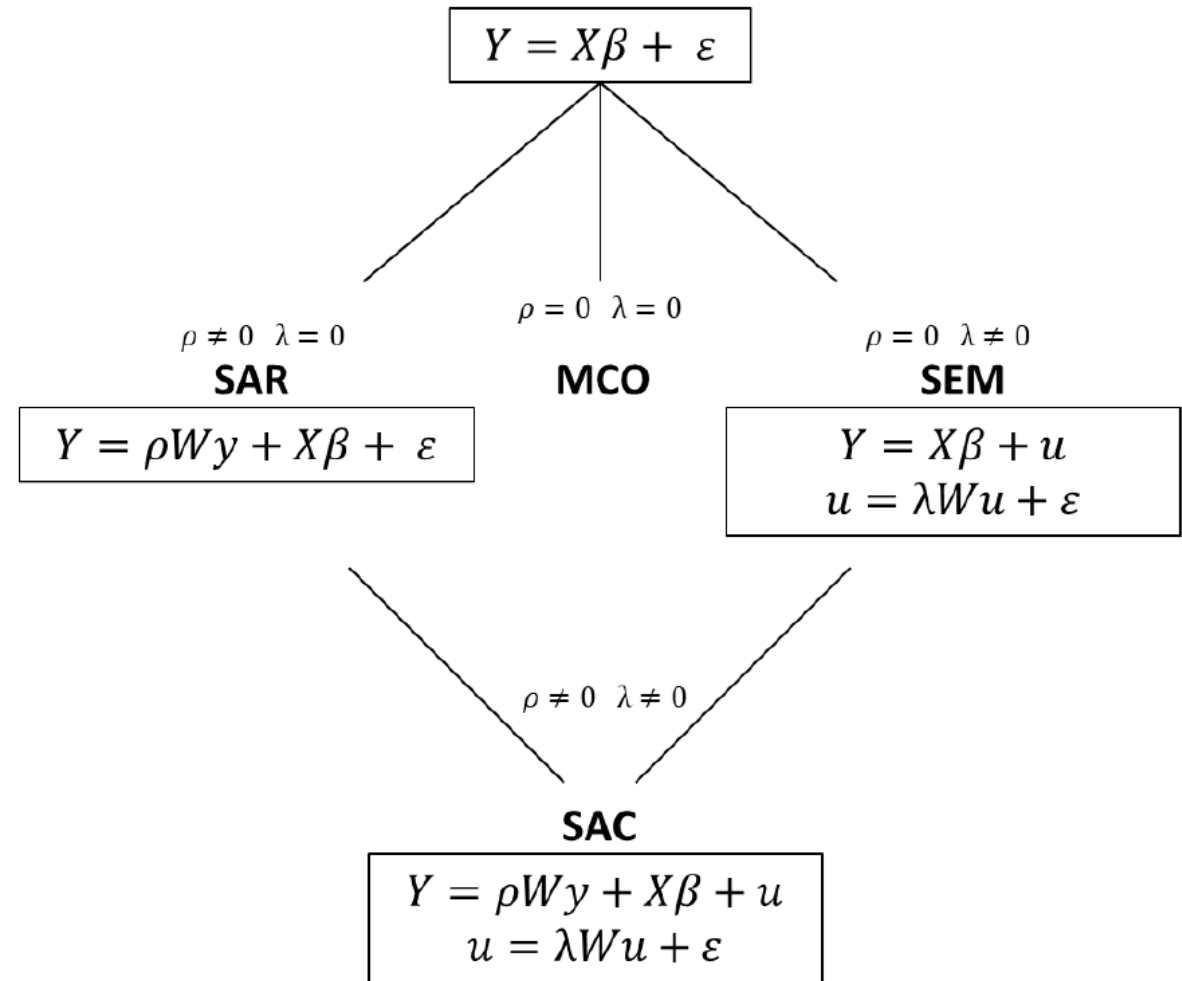


Ausencia de autocorrelación



Actualización

Elección del modelo espacial

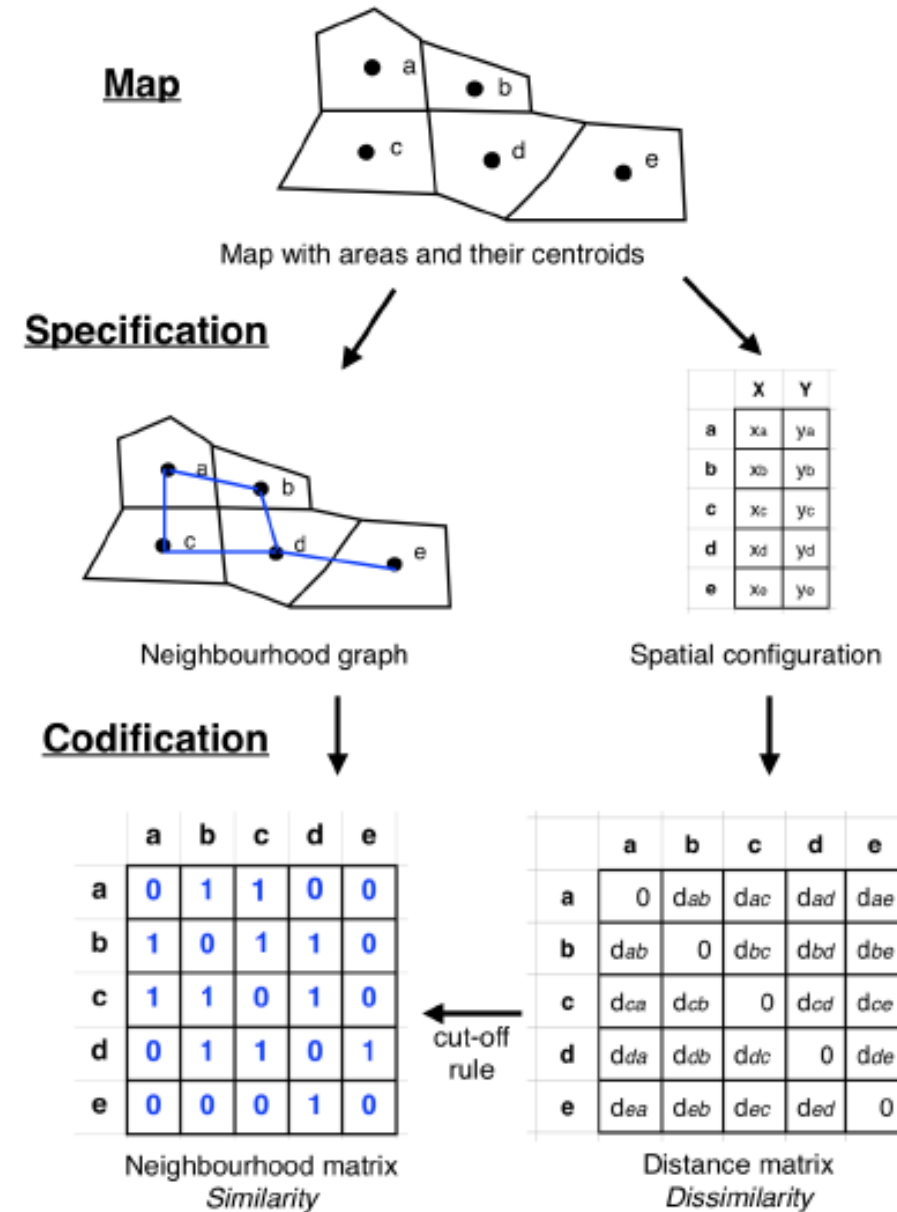


Actualización

Matriz de vecindario

Actualización

$$\text{valor_actualizado_m2} = (1 + (130/\text{tcobservado} - 1) * \text{elasticidad}) * \text{valor_observado_m2}$$



Homogeneización

COEFICIENTES

- Superficie
- Frente
- Forma
- Ubicación Cuadra (Esquina, predio interno, medial, salida a dos calles)
- Tipo Valor
- Situación Jurídica

valor homogeneizado =
valor actualizado m² /
coeficiente

Predicción del VUT



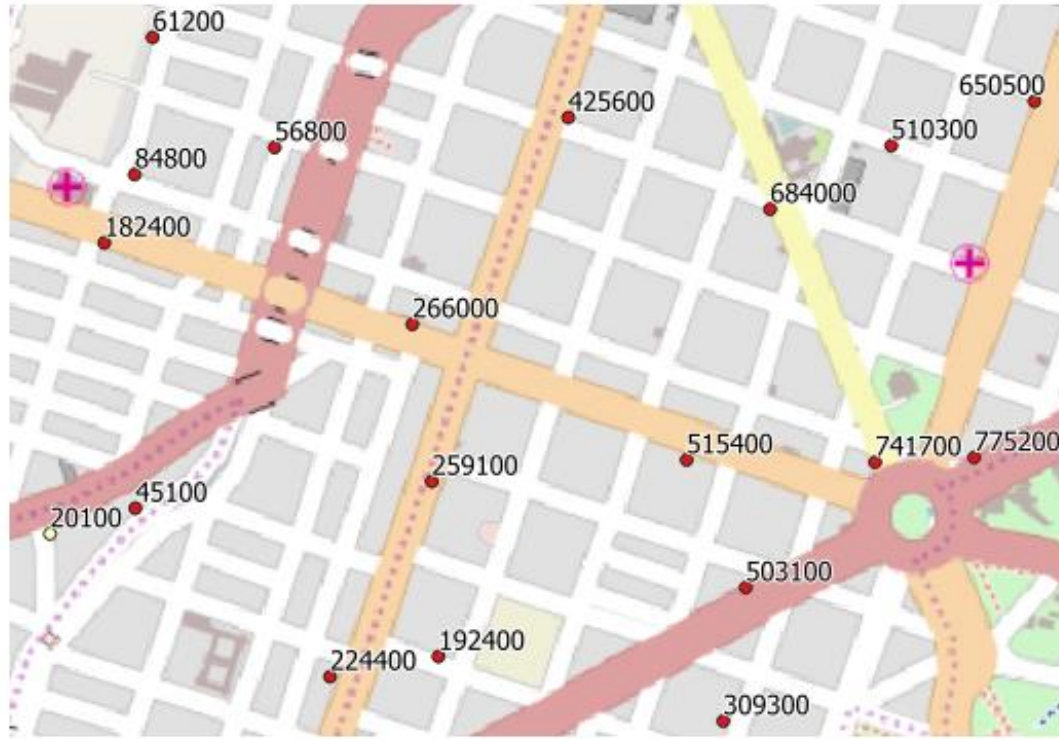
MODELOS

- QUANTILE RANDOM FOREST (QRF)
- GRADIENT BOOSTING MACHINE (GBM)
- SUPPORT VECTOR REGRESSION (SVR)
- STACKING (STK)



+ INTERPOLACIÓN ESPACIAL DE LOS RESIDUOS
(K VECINOS MÁS CERCANOS - KNN)

Predicción del VUT



MODELOS

**VARIABLES
EXPLICATIVAS**



Predicción del VUT

VARIABLES EXPLICATIVAS

Catastrales de entorno:

- # densidad construida en el entorno.
- # disponibilidad de baldíos en el entorno.
- # tamaño promedio del lote en el entorno.
- # Dinámica inmobiliaria en el entorno.

Distancias:

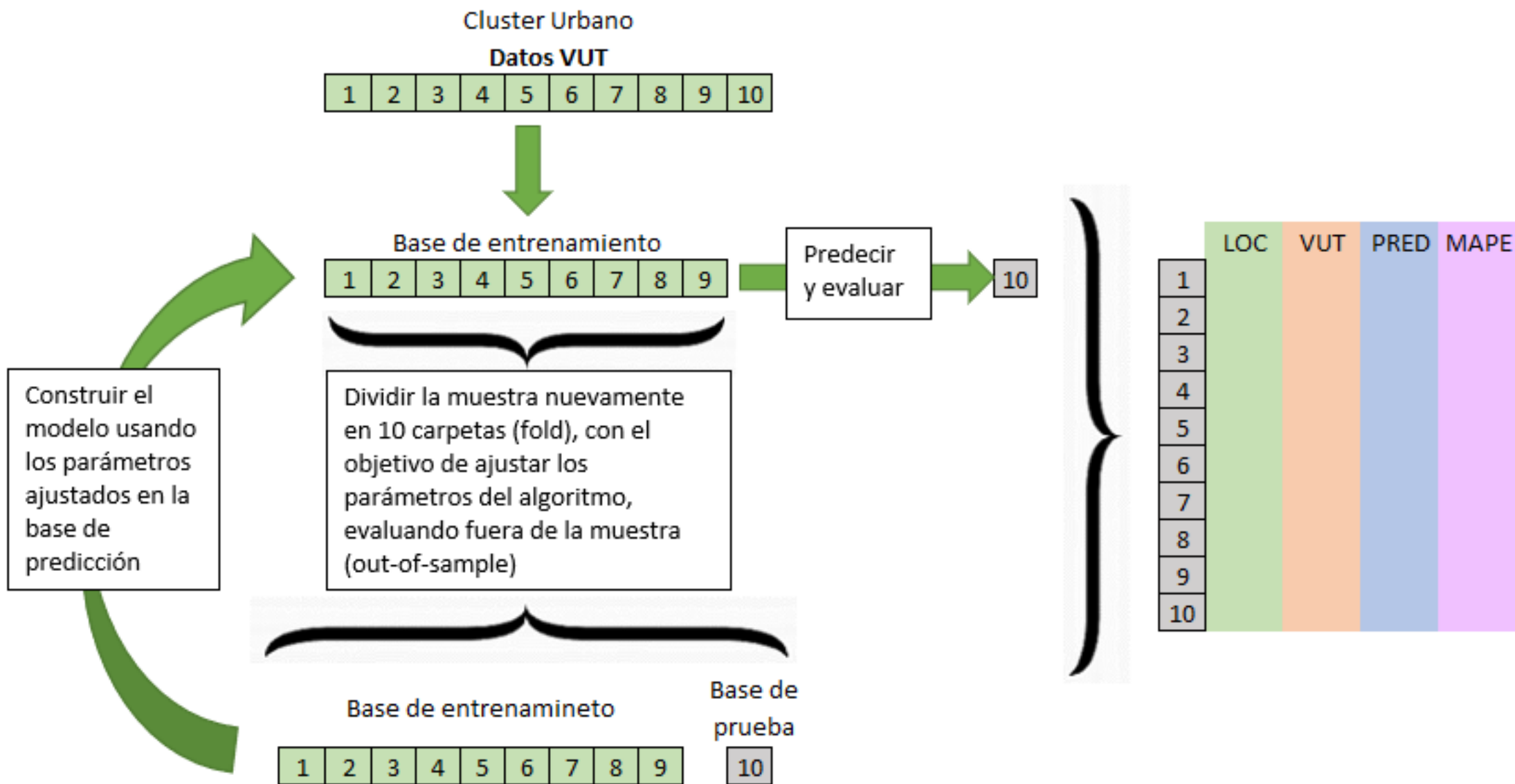
- # al centro.
- # a vías principales.
- # a vías secundarias.
- # a zonas de bajo perfil inmobiliario
- # a zonas de alto perfil inmobiliario.
- # al río.
- # a la ruta.
- # a zonas de depreciación.
- # etc...

Satelitales de entorno:

- # área construida
- # área no construida
- # dimensión fractal
- # índices de fragmentación



Predicción del VUT

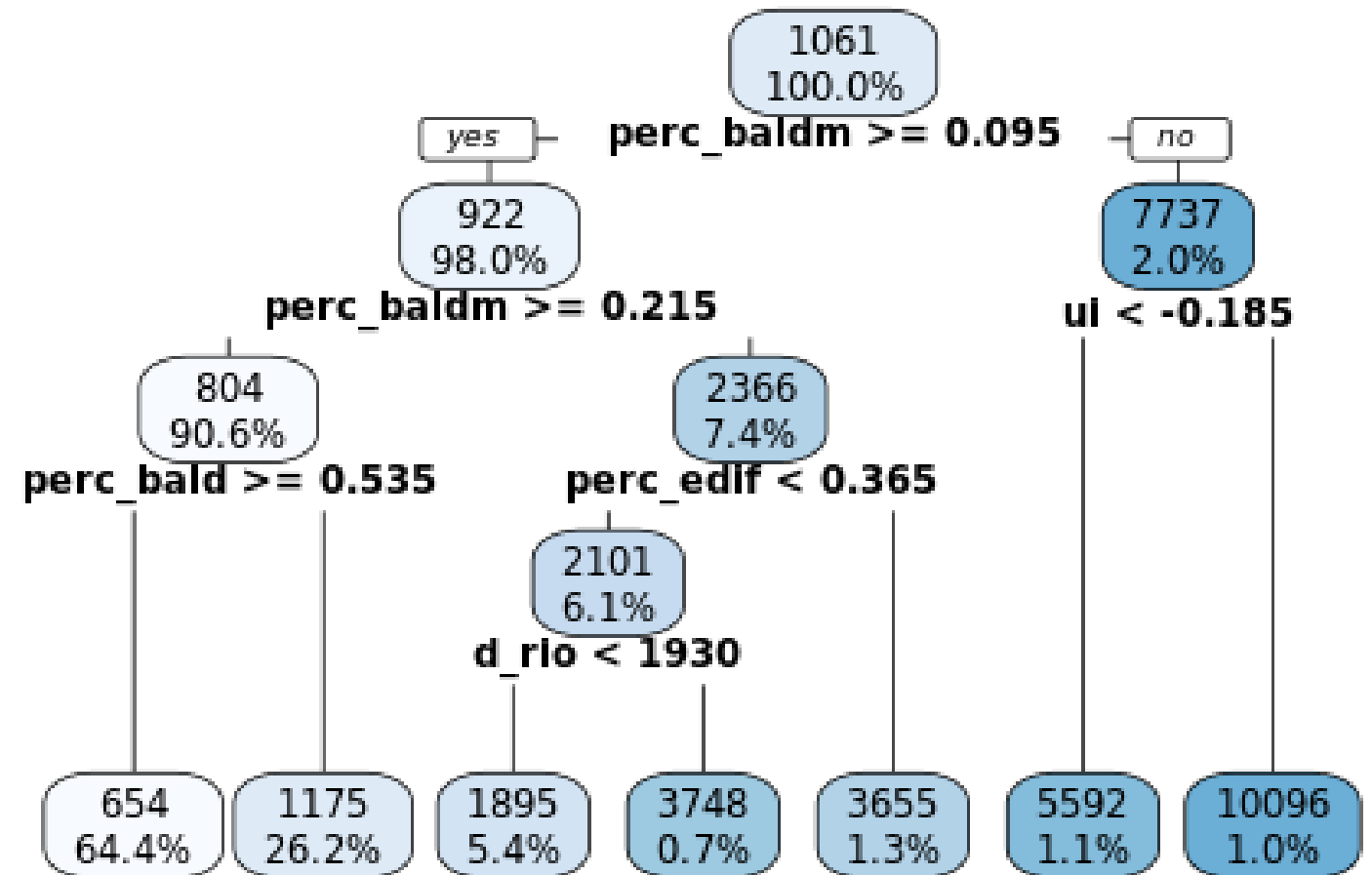


Predicción del VUT

Árbol de Clasificación y Regresión (CART)

Random Forest (RF)

Quantile Regression Forest (QRF)

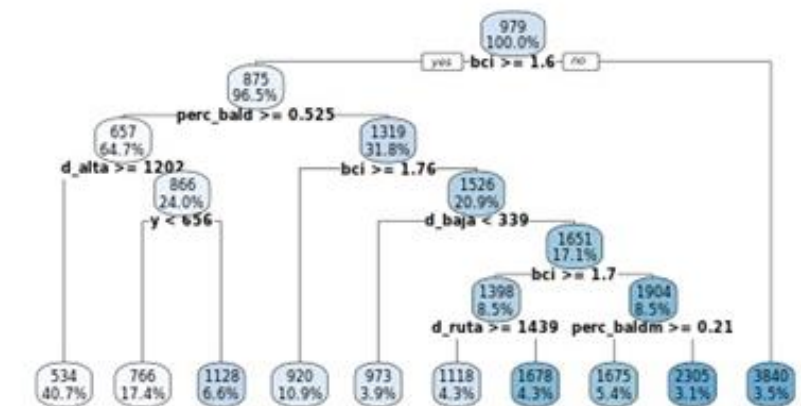
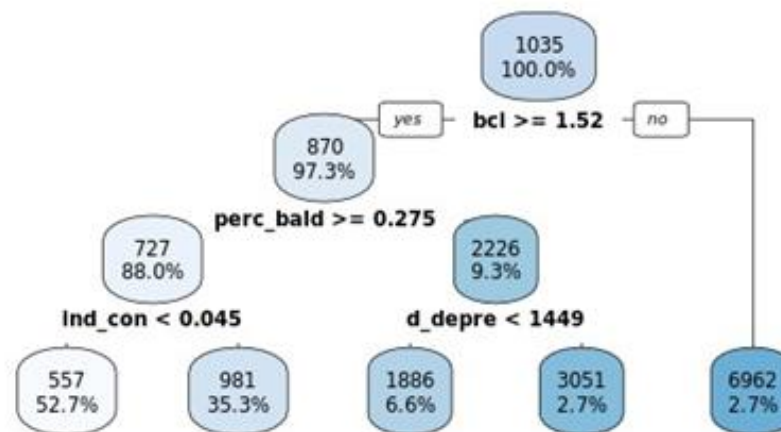
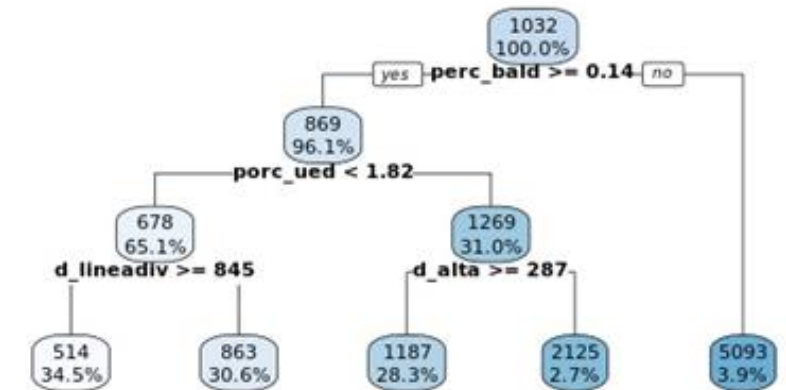
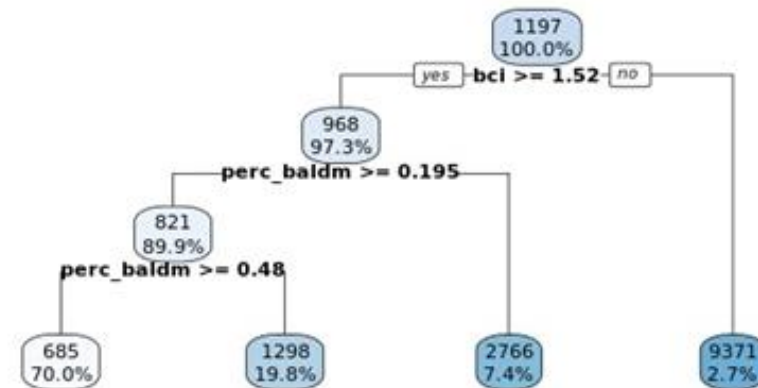


Predicción del VUT

Árbol de Clasificación y Regresión (CART)

Random Forest (RF)

Quantile Regression Forest (QRF)



Predicción del VUT

Árbol de Clasificación y Regresión (CART)

Random Forest (RF)

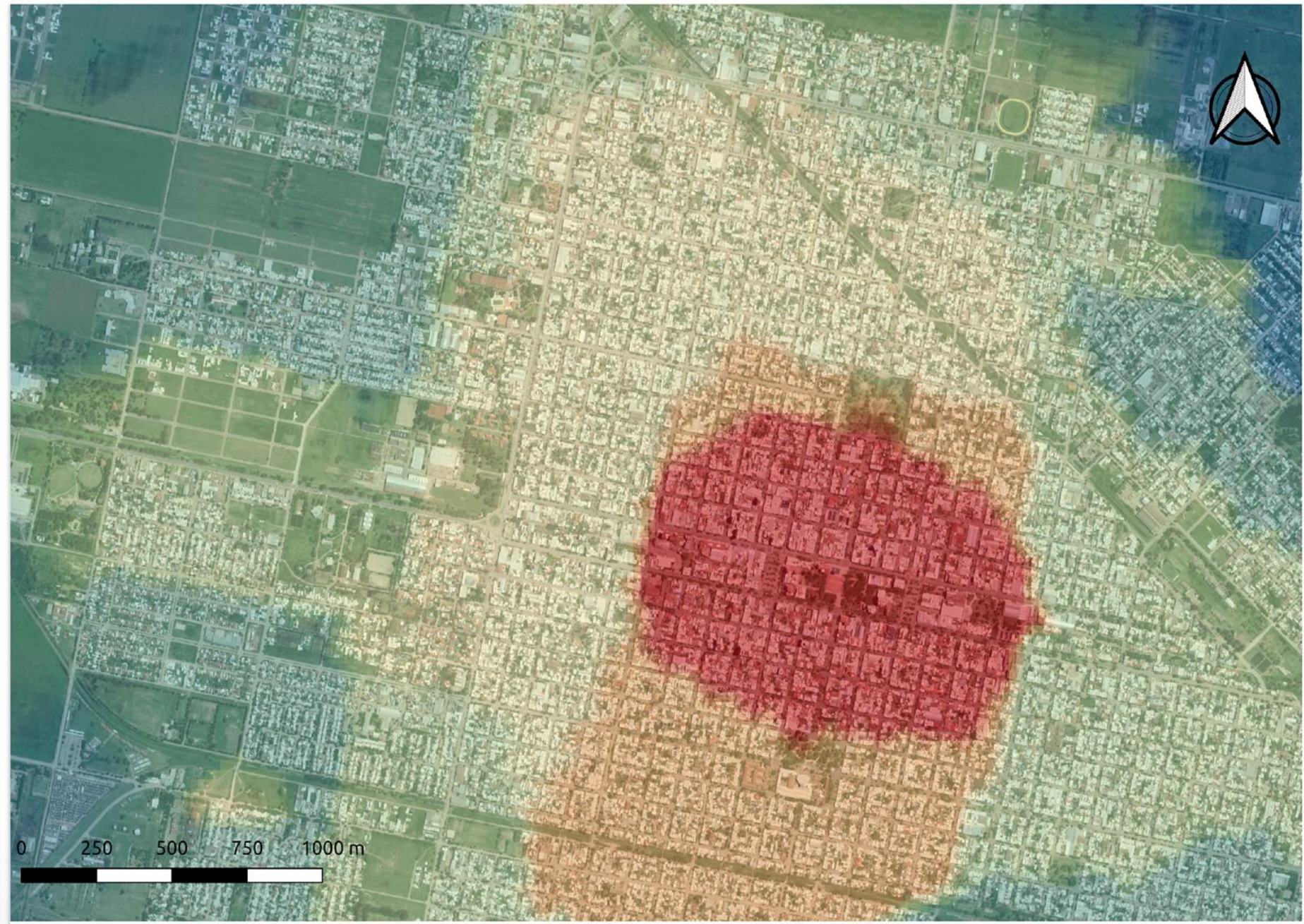
Quantile Regression Forest (QRF)

Sigue la misma estrategia de ensamble que RF, con la ventaja de que se puede proveer de información sobre la distribución total condicional de la variable respuesta:

- Medidas de posición:
 - Mediana
 - Primer cuantil
 - Tercer cuantil
 - Límites superior e inferior
- Desvío Estándar

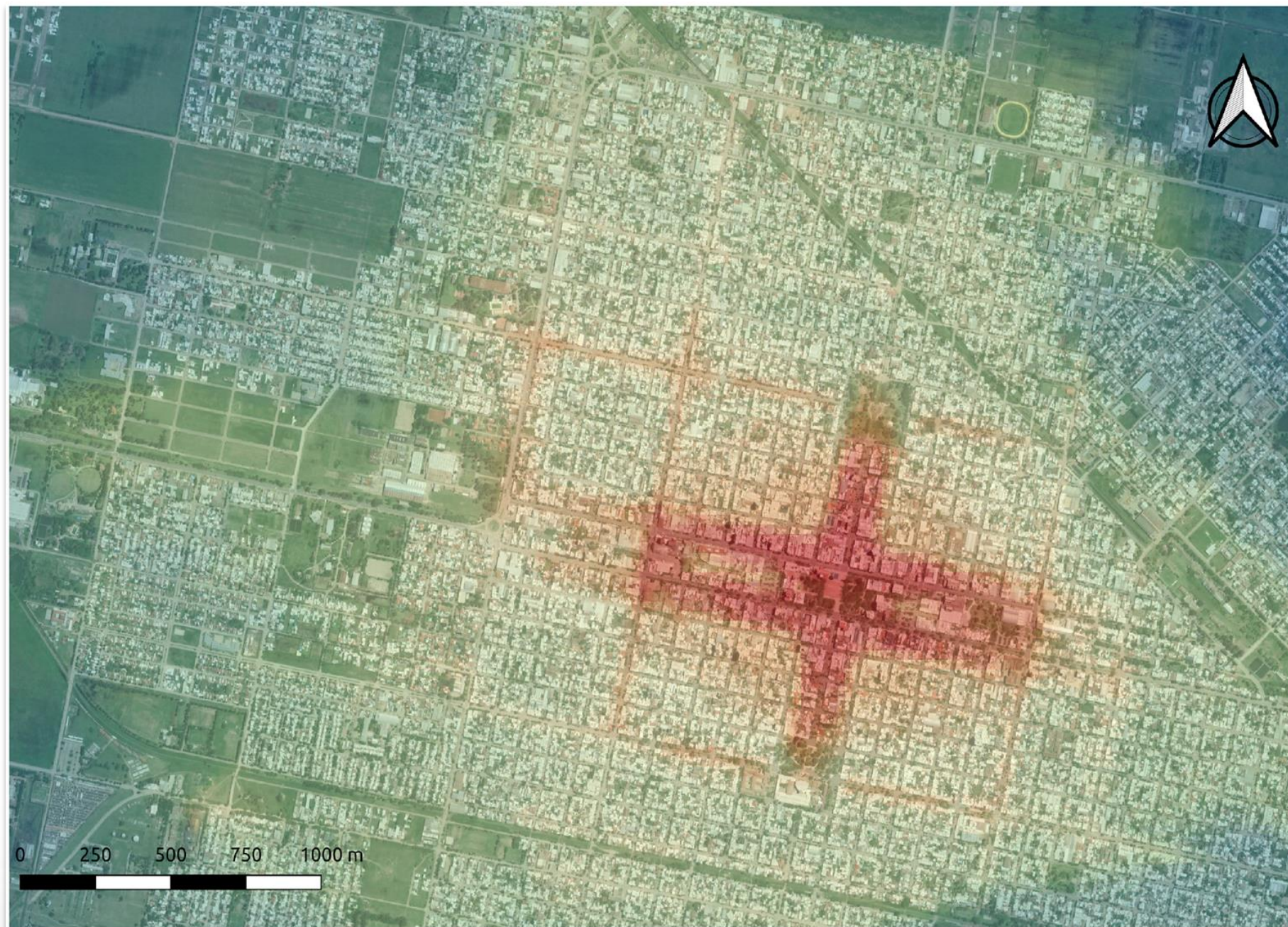


Aplicando
Random Forest
pasamos de
esta situación....
(predicción con
CART)

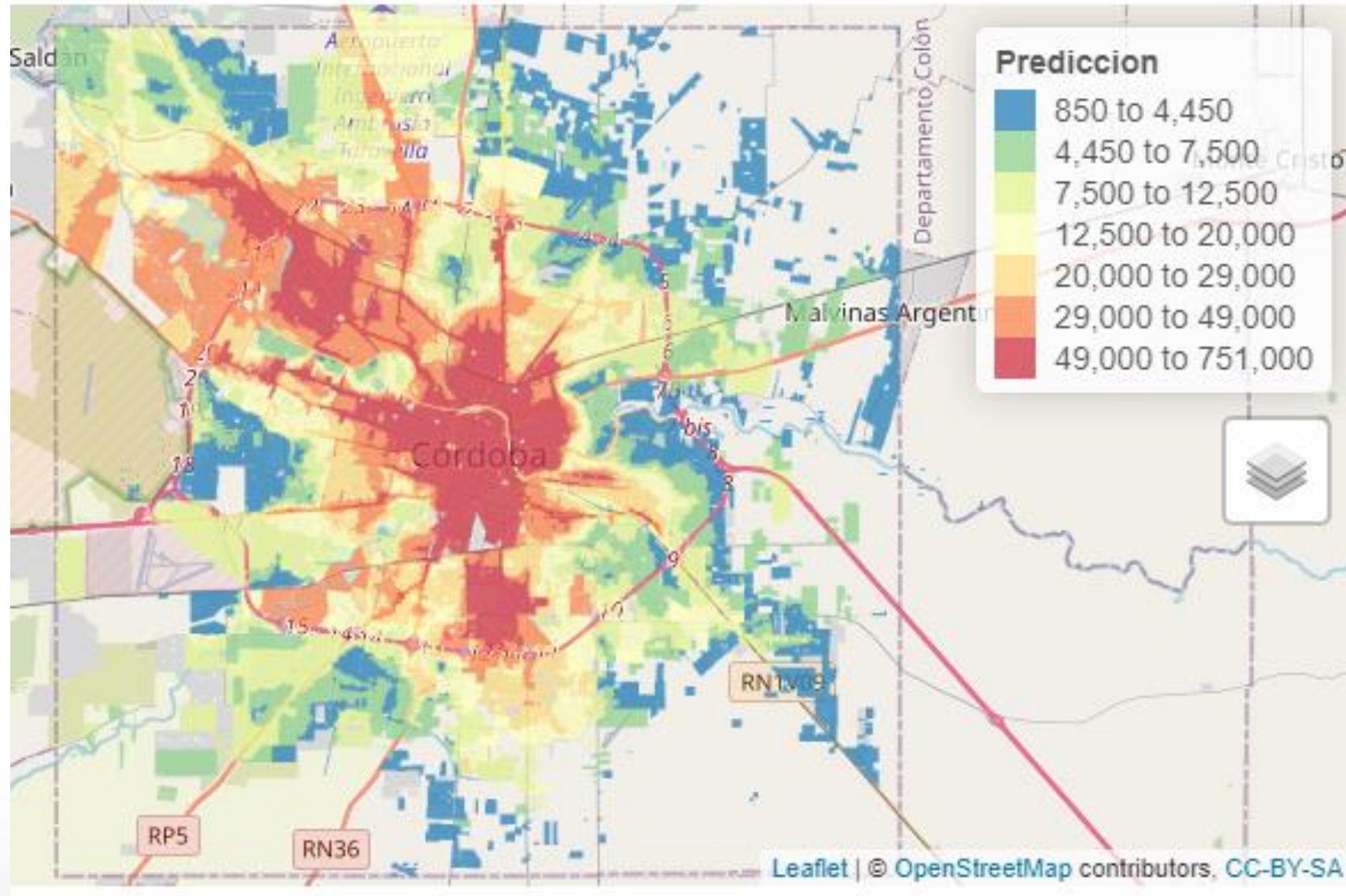
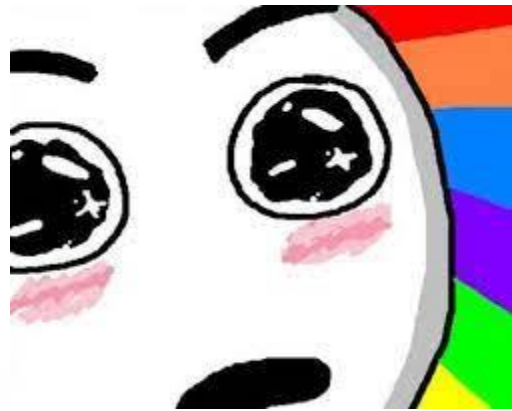


... A una estimación mucho más consistente.

Random Forest
generaliza



Predicción del VUT: Ciudad de Córdoba



El campo en IDECOR

Equipo de Modelización



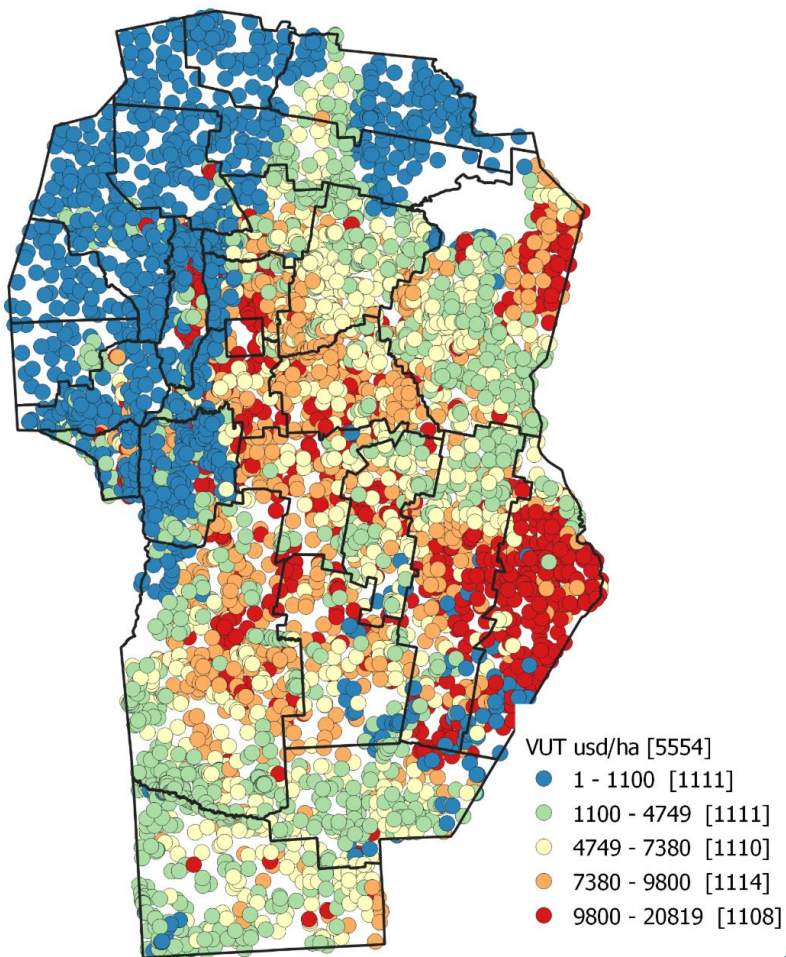
Cuatro Estudios -proyectos-

- Valor unitario de la tierra rural (VUT) \$/ha (ministerio de finanzas -catastro-)
- Rendimiento -producción- (secretaría de agricultura)
- Valor del arrendamiento rural qq/ha (secretaría de finanzas -policía fiscal-)
- Equivalente vaca -base senasa- (secretaría de ganadería)
- Variables del suelo -MO, P, PH, Arena, Limo, Arcilla- (secretaria de agricultura)

La idea base

La muestra - La grilla de predicción

La Muestra



OMI

Secretaría de
Agricultura

Secretaría de
Ganadería

Equipo de
Cartografía
VARIABLES
APROX. 135

Equipo de Modelización

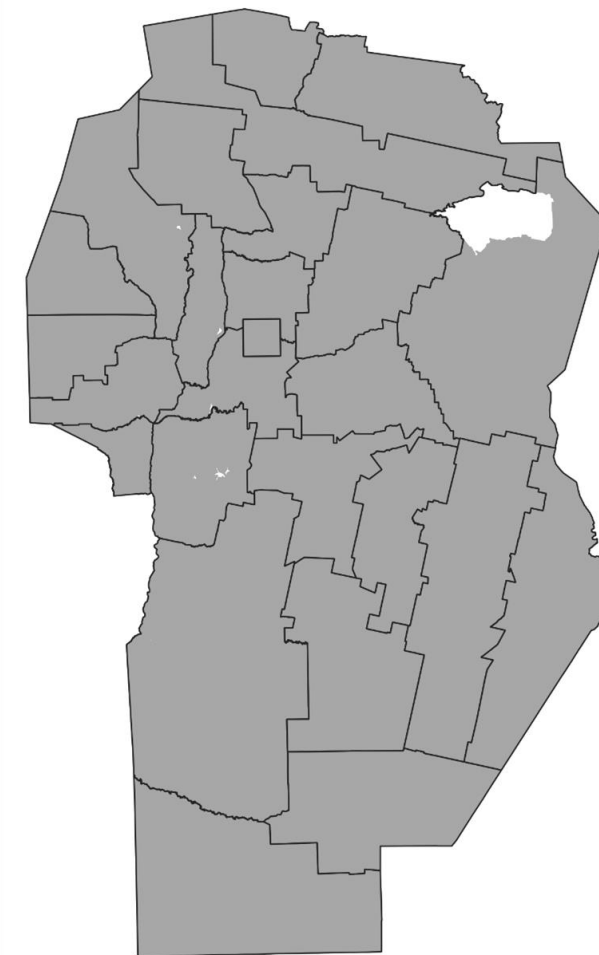
Interpolar los puntos de la muestra a la grilla predicción, a través de:

→ de modelos de aprendizaje computacional (RF, QRF, SVM, BGM)

→ Técnica de validación cruzada entre otras

→ criterios de ajuste de modelos

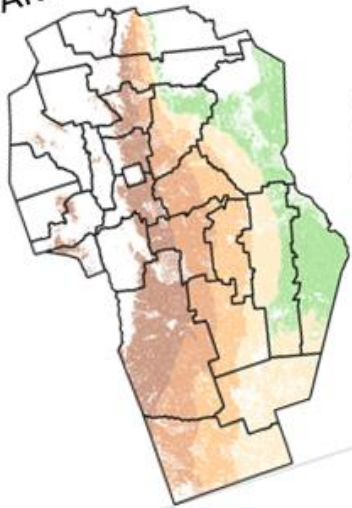
Grilla de Predicción



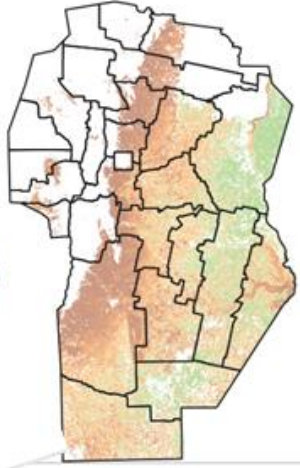
VARIABLES DE LA GRILLA

Topográficas

Altura media

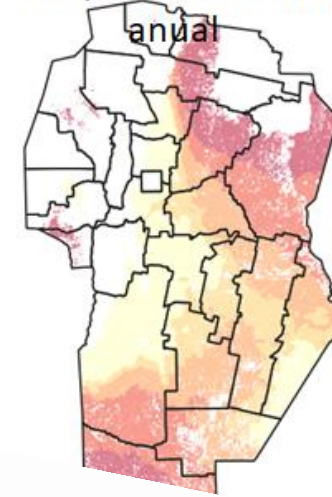


Pendiente media

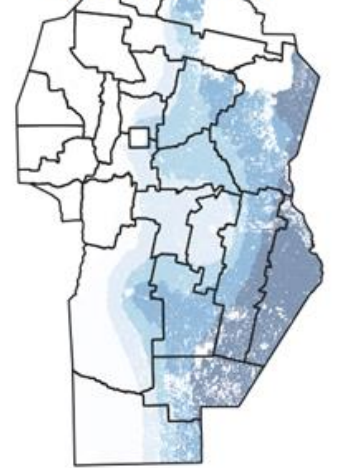


Climáticas

Temperatura media anual

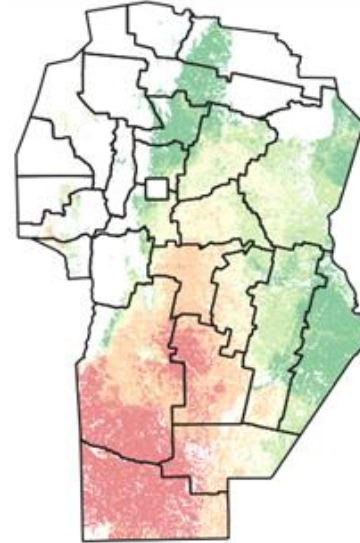


Precipitaciones media anual



Suelo

Materia Orgánica



PH



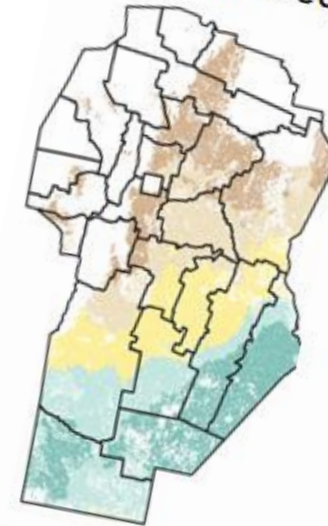
IP



Capacidad de Uso Suelo

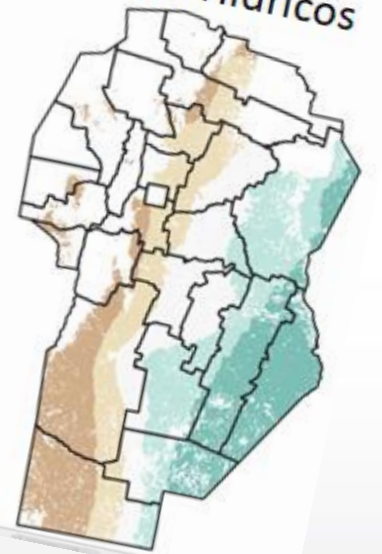


Índice de Sequía



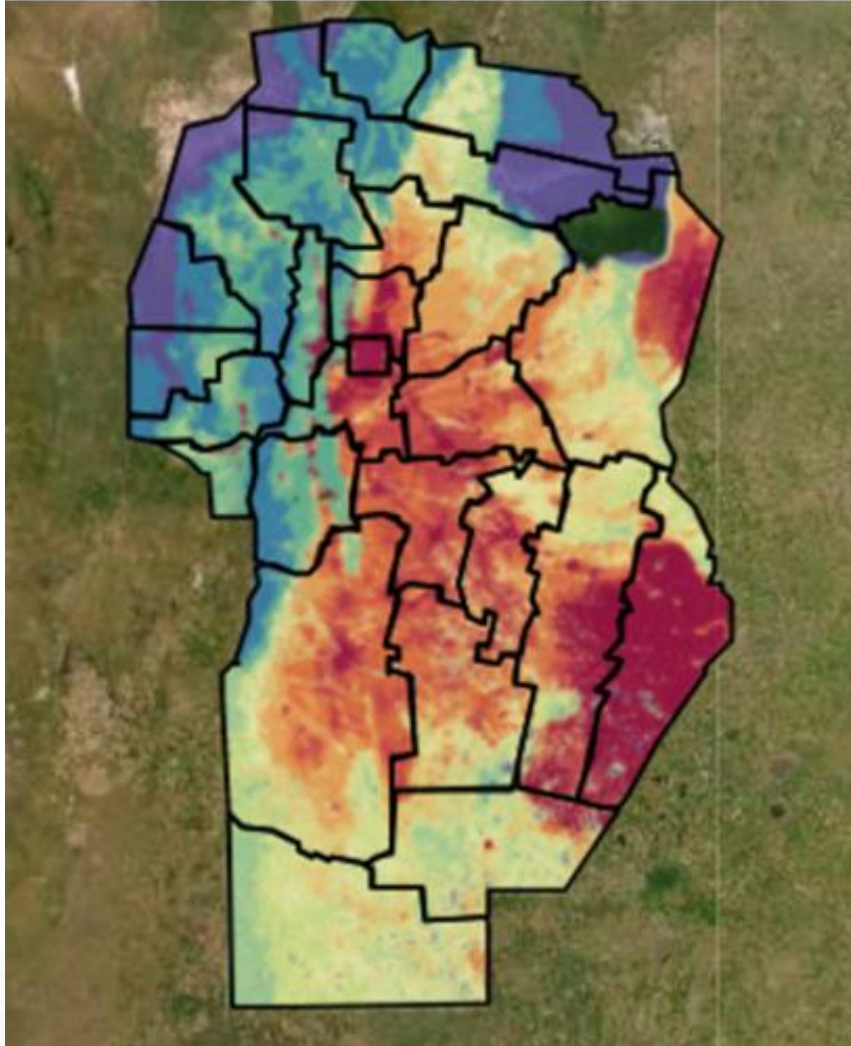
Hídricas

Déficit Hídricos

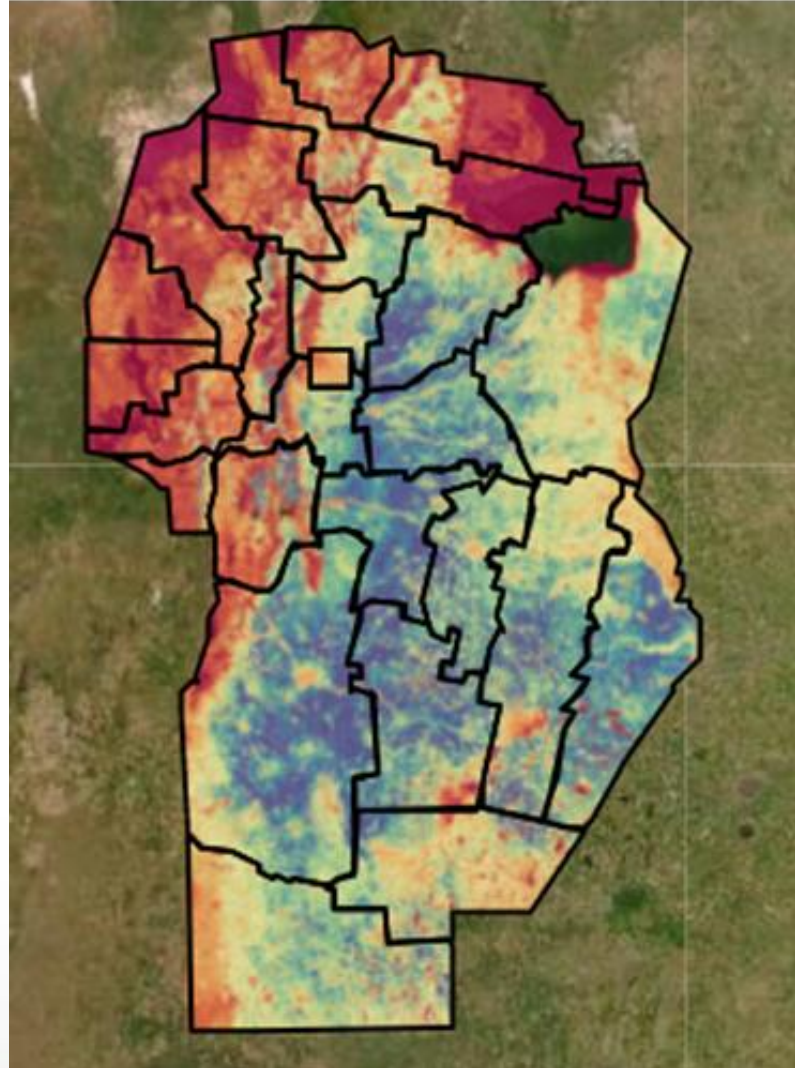


VUT (valor unitario de la tierra)

VUT rural 2021



VUT rural 2021 coeficiente
dispersión

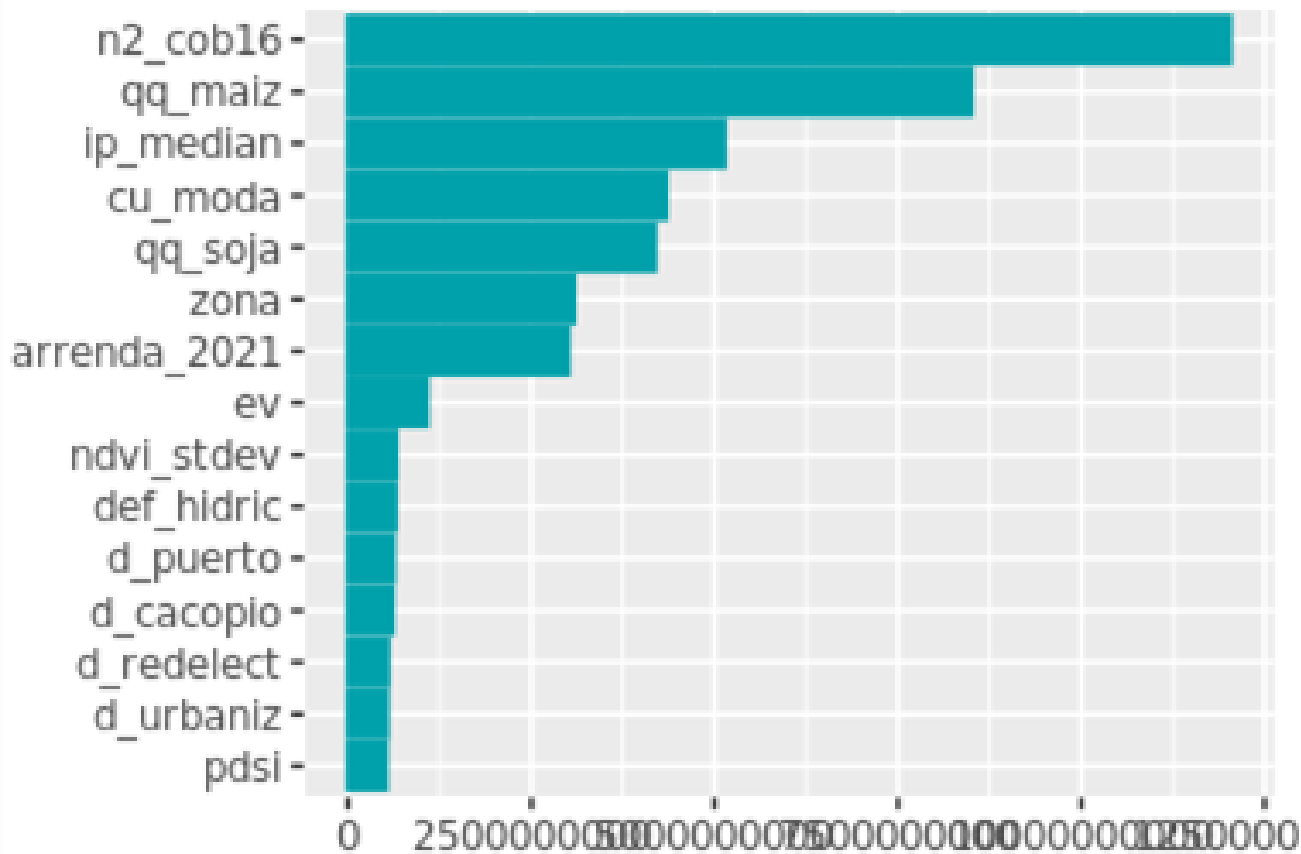


El Modelo

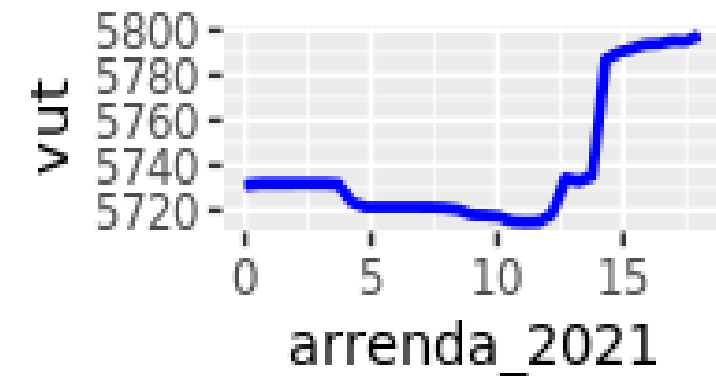
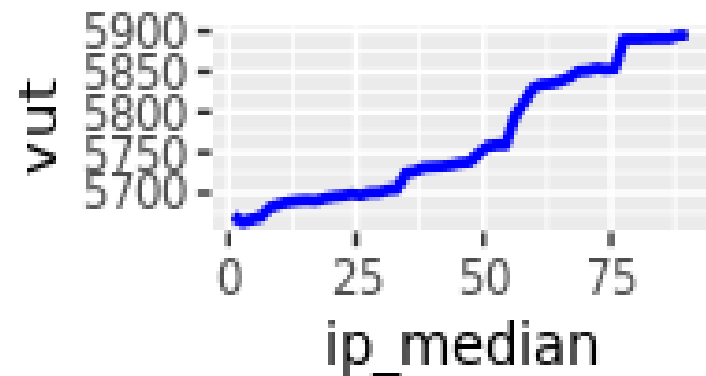
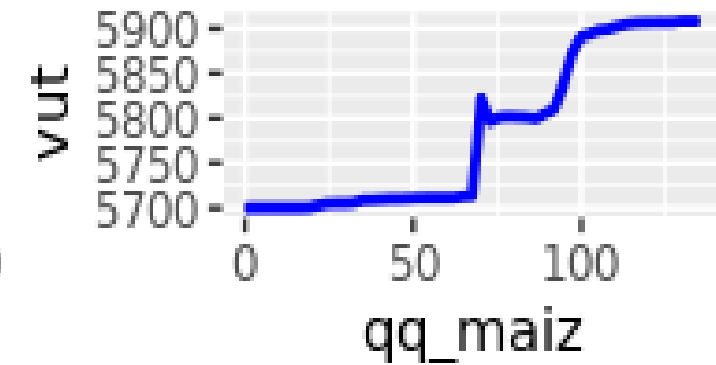
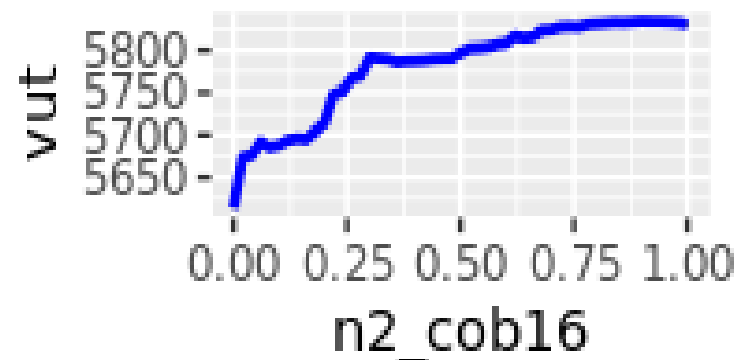
- QRF
- Técnica de validación cruzada 10 fold
- Criterio de ajuste MAPE : 0,20

Índice de pureza del nodo

Modelo Rural



Evolución marginal de las variables en relación al vut



Mapas de Rendimiento

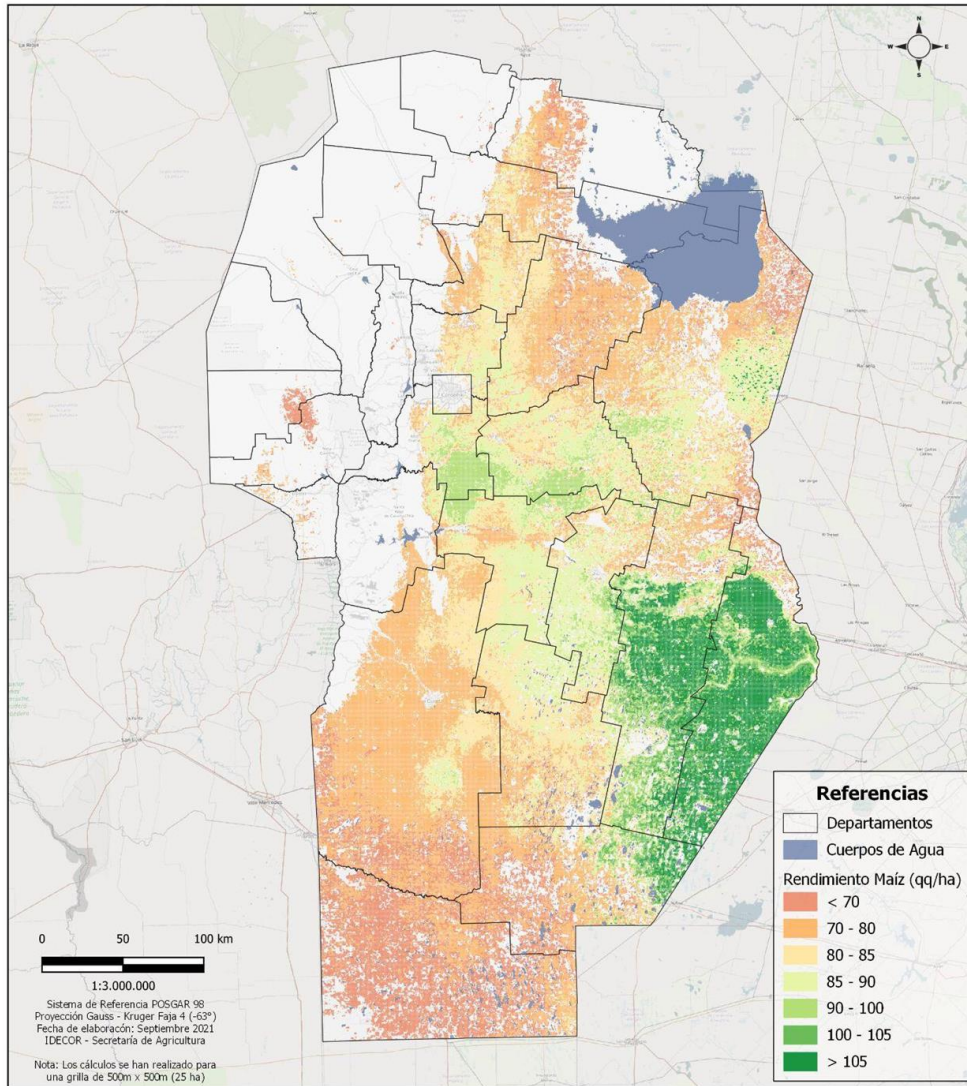


Ministerio de FINANZAS

Estimación de rendimiento
Maíz (qq/ha)



CÓRDOBA
ENTRE TODOS

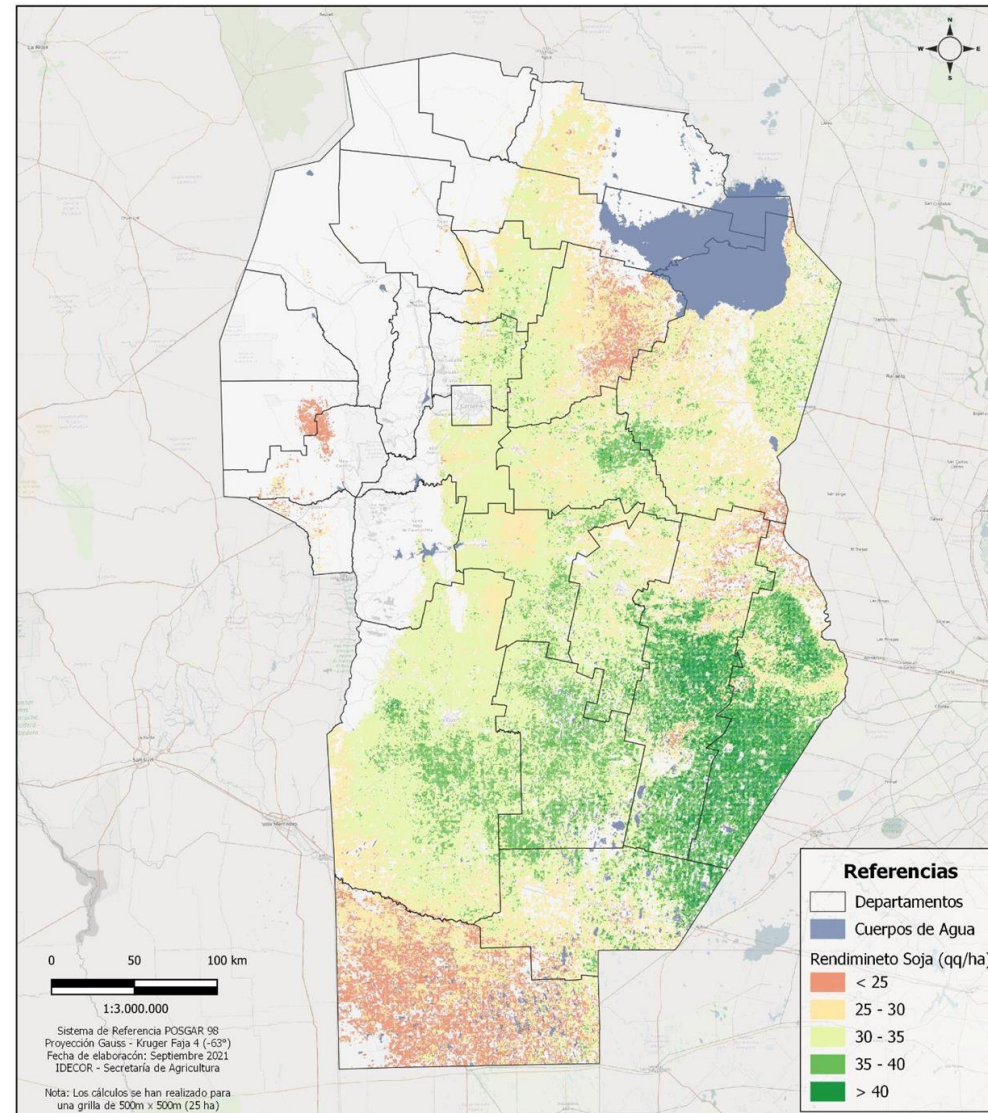


Ministerio de FINANZAS

Estimación de rendimiento
Soja (qq/ha)



CÓRDOBA
ENTRE TODOS

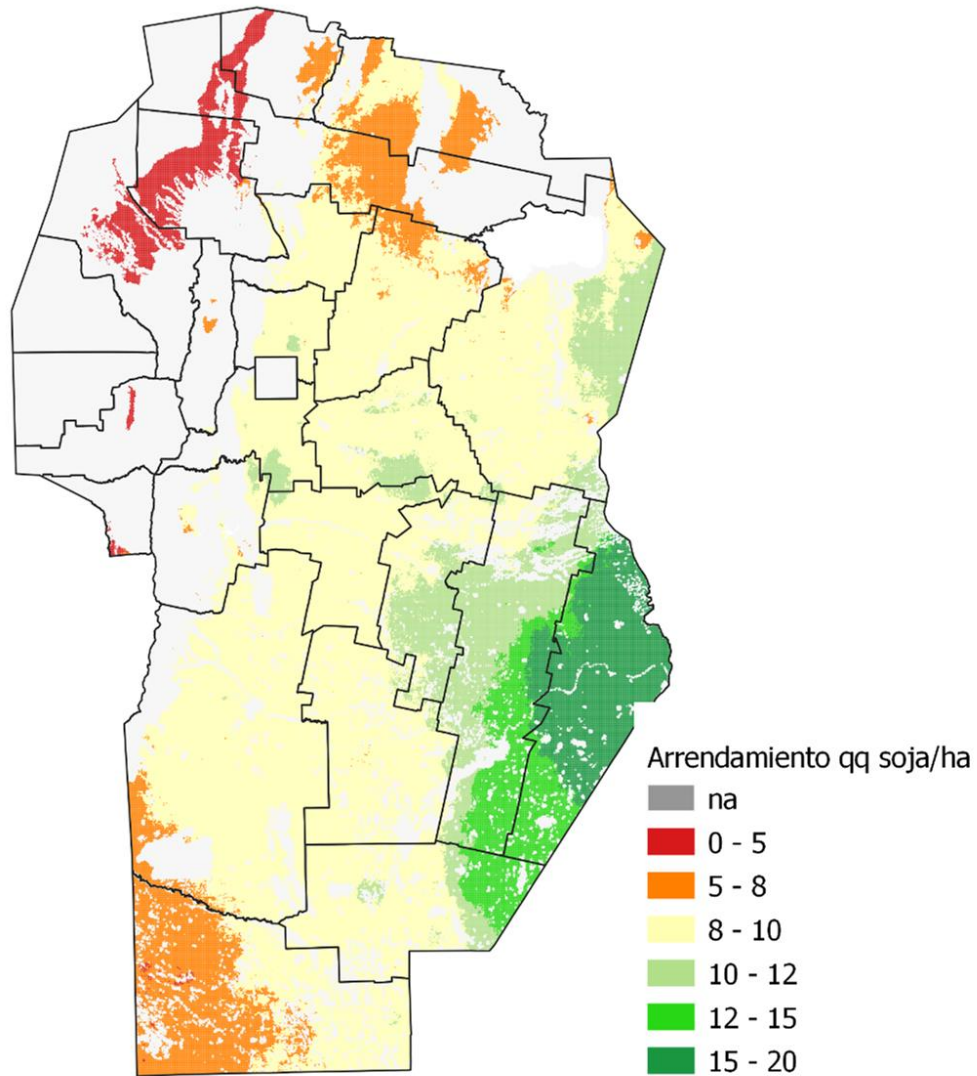


El Modelo

- QRF
- Técnica de validación cruzada 10 fold
- Criterio de ajuste MAPE : 0,17

Mapa Arrendamiento en qq/ha

Arrendamiento en qq soja/ha

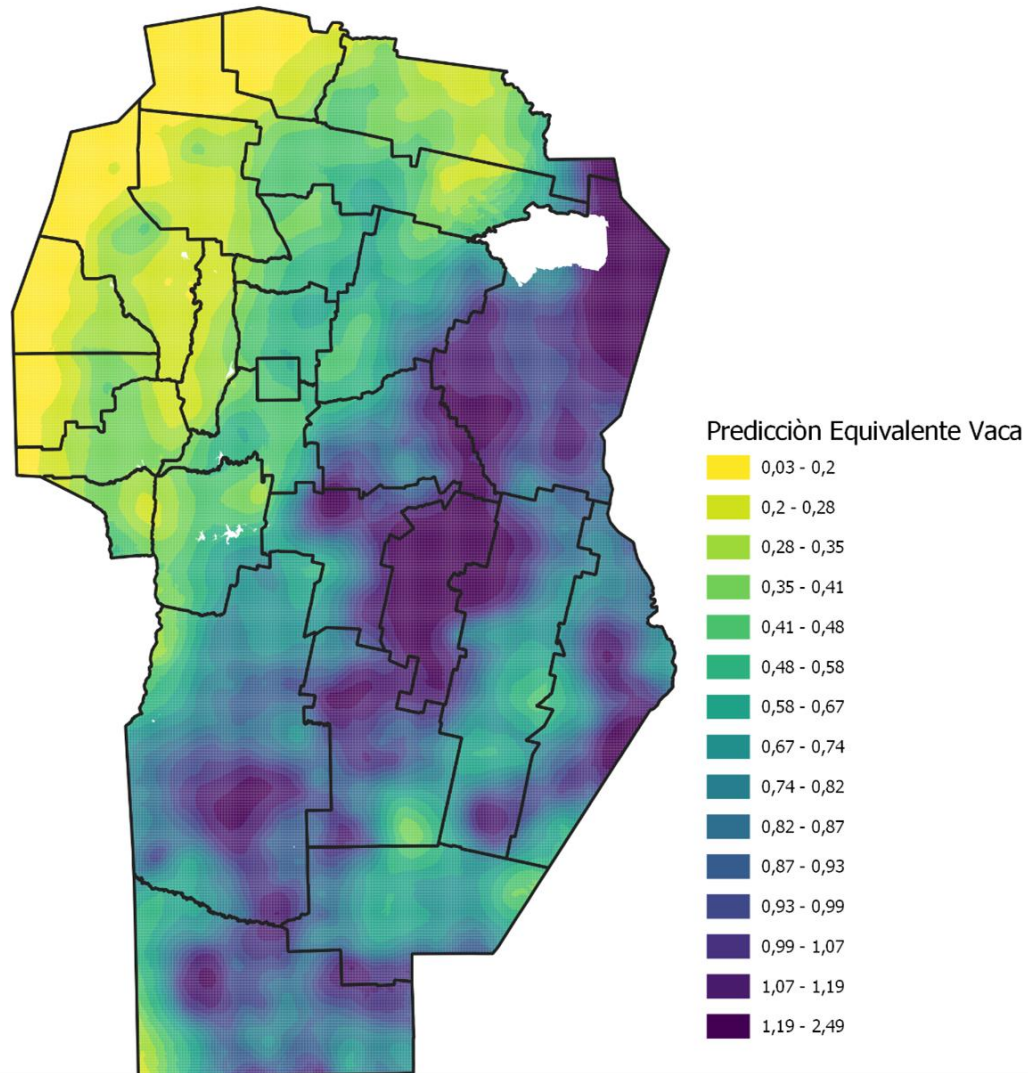


El Modelo

- QRF
- Técnica de validación cruzada 10 fold
- Criterio de ajuste MAPE : 0,48

Mapa equivalente vaca

Predicción Equivalente Vaca Provincia de Córdoba



El Modelo

- Krige universal (tendencia en $\sim x + y$)

Mapeo Variables de Suelo



Antecedentes

- **2018.** Estudio de la dinámica territorial e inmobiliaria en la Provincia de Córdoba
- **2019.** Se profundiza la investigación para el mapeo de variables de suelo, MO.
 - Trabajo colaborativo (INTA, Secretaría de Agricultura)
 - Articular información de diversas instituciones (BPA, INTA, CONICET, UNC, UNRC, empresas privadas)
 - Metodología basada en mapeo digital del suelo (MDS)
 - Incorporación y mejora de co-variables desarrolladas en IDECOR
 - Modelos predictivos alternativos
- **2020.** Presentación y publicación del mapa de MO

Agenda 2021

1. Actualización del mapa de MO y obtención de mapa de COS (stock).
2. Mapeo de nuevas variables (arcilla, pH, fósforo,...).
3. Ampliar la cantidad de muestras de suelo para puntos 1 y 2.
4. Mejora en la gestión de muestras de suelo a nivel provincial.

Metodología

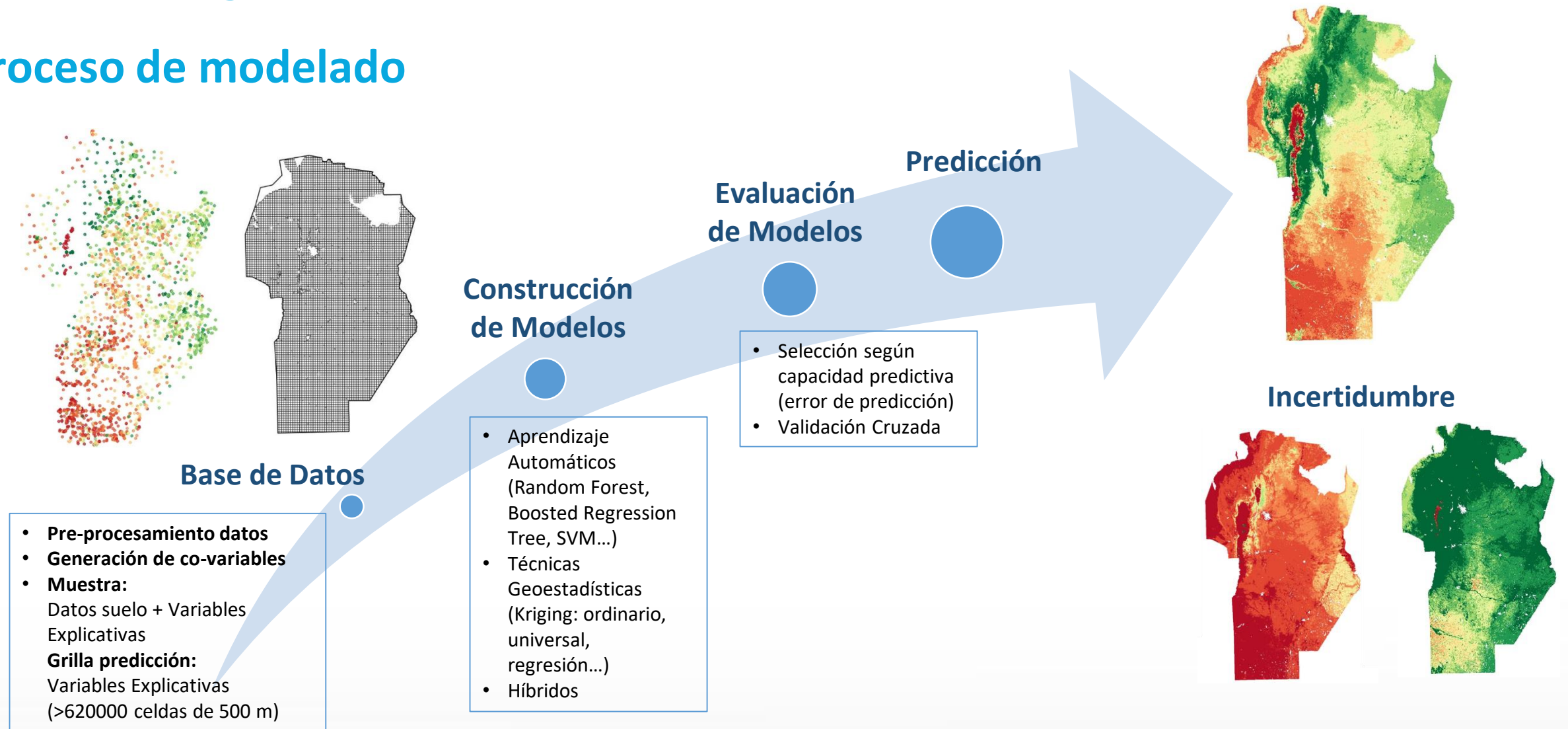
Modelo de referencia en MDS

$$S = f(s, c, o, r, p, a, n) + e$$

- **S:** suelos, otras propiedades del suelo.
- **C:** clima, variables climáticas.
- **O:** organismos, vegetación, biomasa, actividad humana
- **R:** relieve, atributos del terreno
- **P:** material parental, litología
- **A:** edad, el factor tiempo
- **N:** espacio, posición espacial
- **e:** residuos espacialmente correlacionados

Metodología

Proceso de modelado



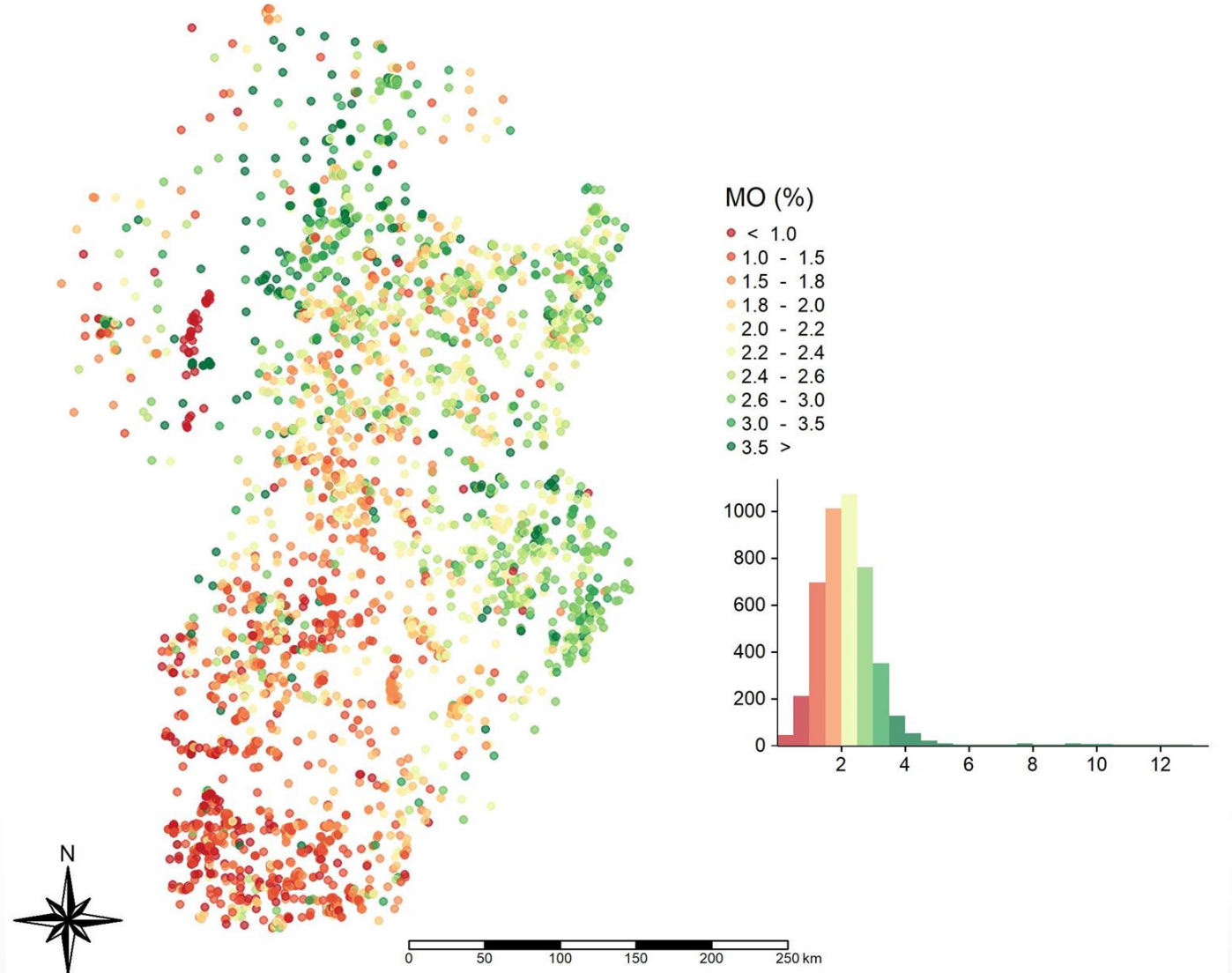
Mapa de materia orgánica

Datos

n	4436
Media	2.24
CV	55
Mín	0.1
Máx	13.20
P(25)	1.59
P(50)	2.10
P(75)	2.64

↑ 38% vs. 2020

- 90% año 2016 a 2021



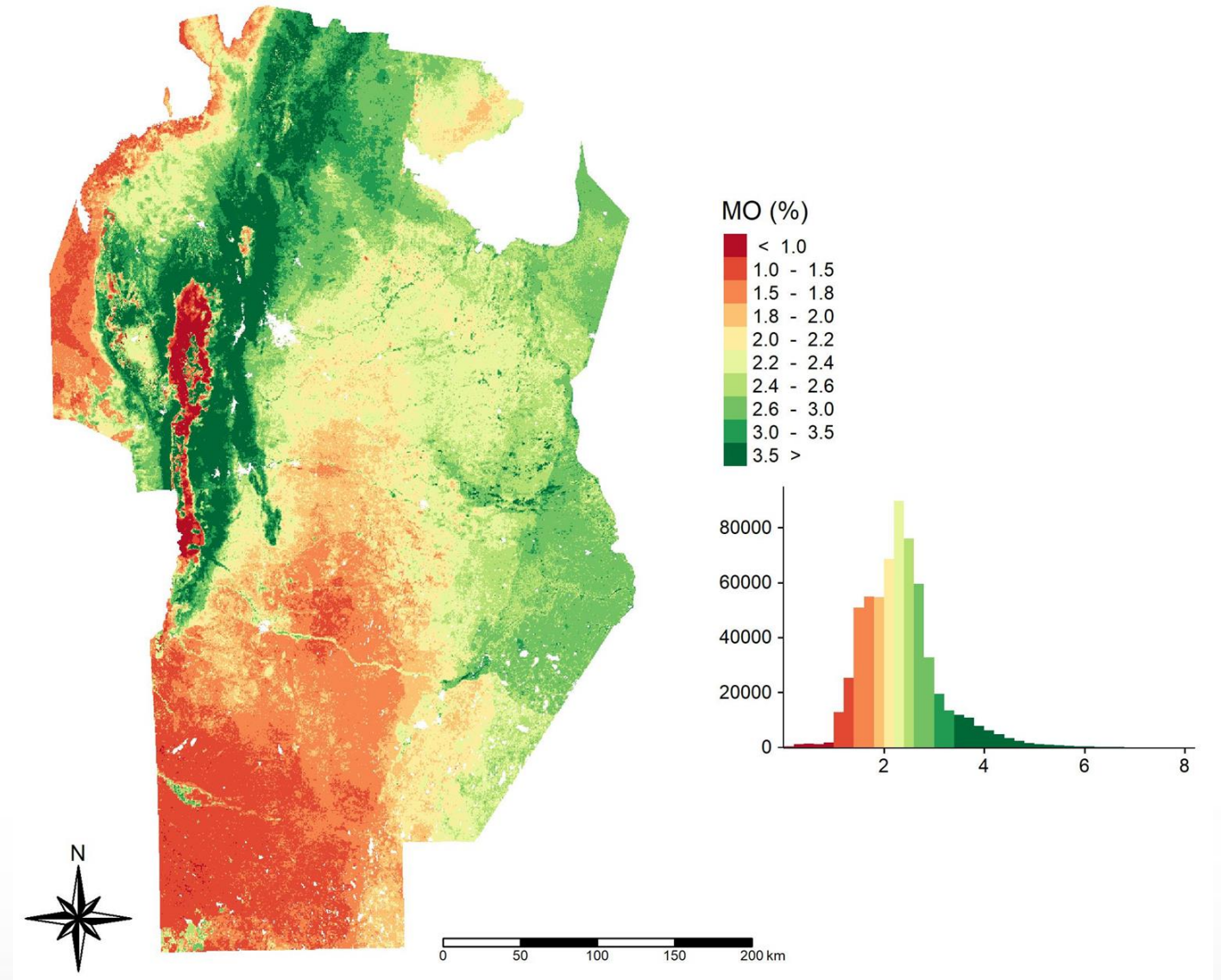
Mapa de materia orgánica

Predicción

n	616434
Media	2.33
CV	33
Mín.	0.10
Máx.	8.14
P(25)	1.82
P(50)	2.28
P(95)	2.67

Medidas Globales de Validación

MAE	RMSE	MAPE (%)	LCC
0.39	0.62	19.8	0.86

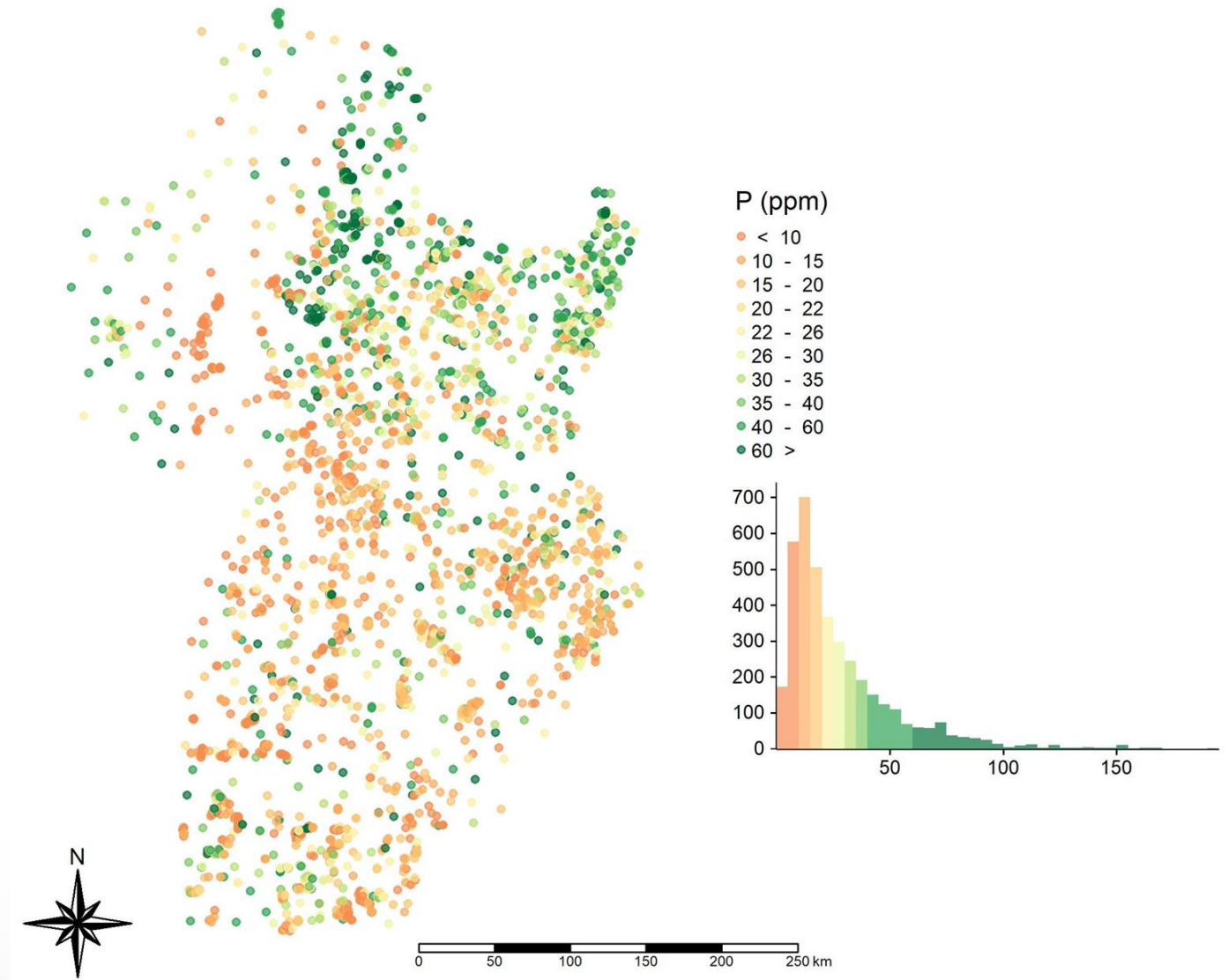


Mapa de fósforo

Datos

n	3907
Media	27.9
CV	87
Mín	0.1
Máx	192.4
P(25)	11.4
P(50)	20.0
P(75)	36.0

- 85% año 2016 a 2021



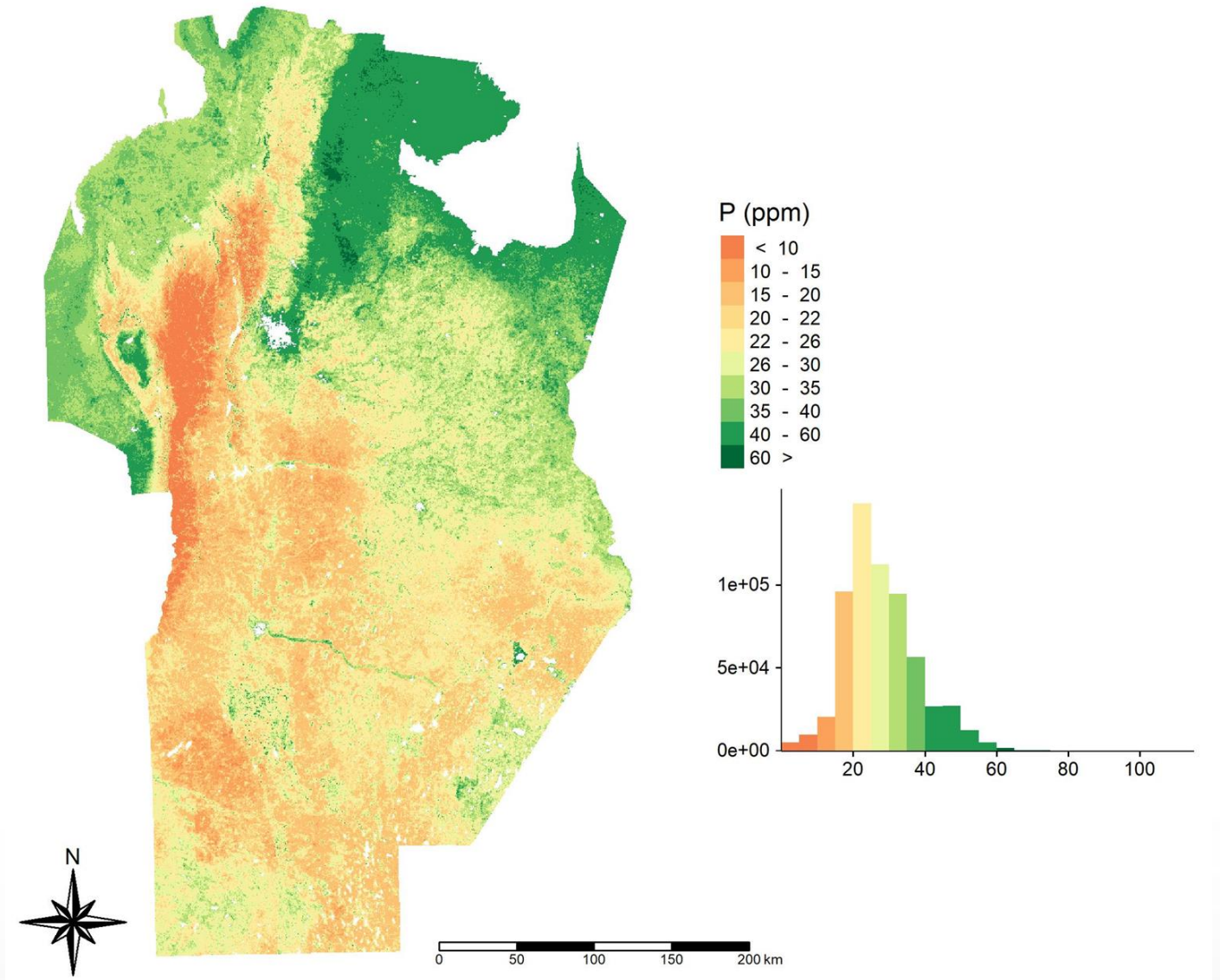
Mapa de fósforo

Predicción

n	616434
Media	27.8
CV	37
Mín	0.1
Máx	114.2
P(25)	20.8
P(50)	26.1
P(75)	33.6

Medidas Globales de Validación

MAE	RMSE	MAPE (%)	LCC
10.5	14.8	35.1	0.67

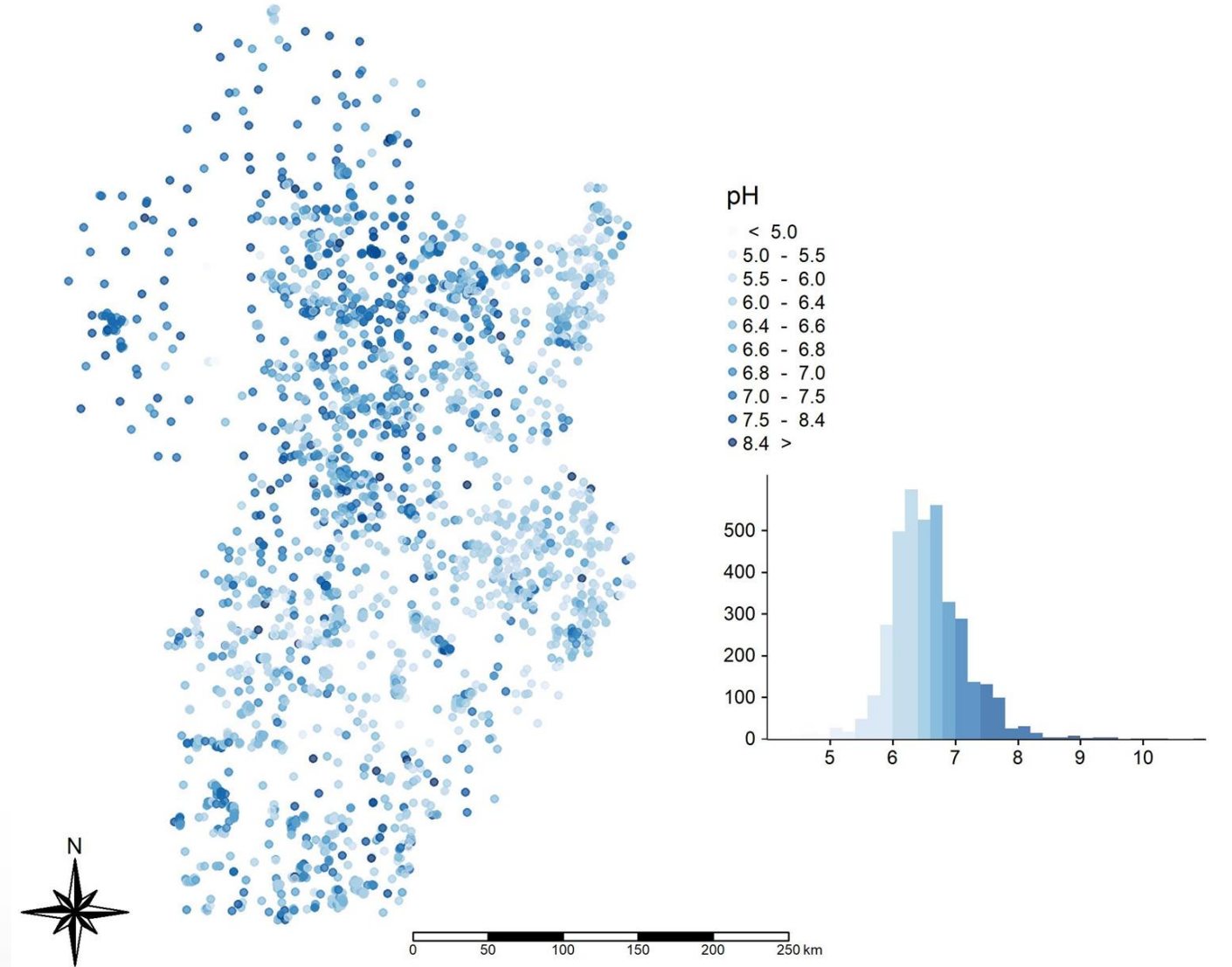


Mapa de pH

Datos

n	3778
Media	6.54
CV	10
Mín	4.10
Máx	11.0
P(25)	6.15
P(50)	6.50
P(75)	6.90

- 83% año 2016 a 2021



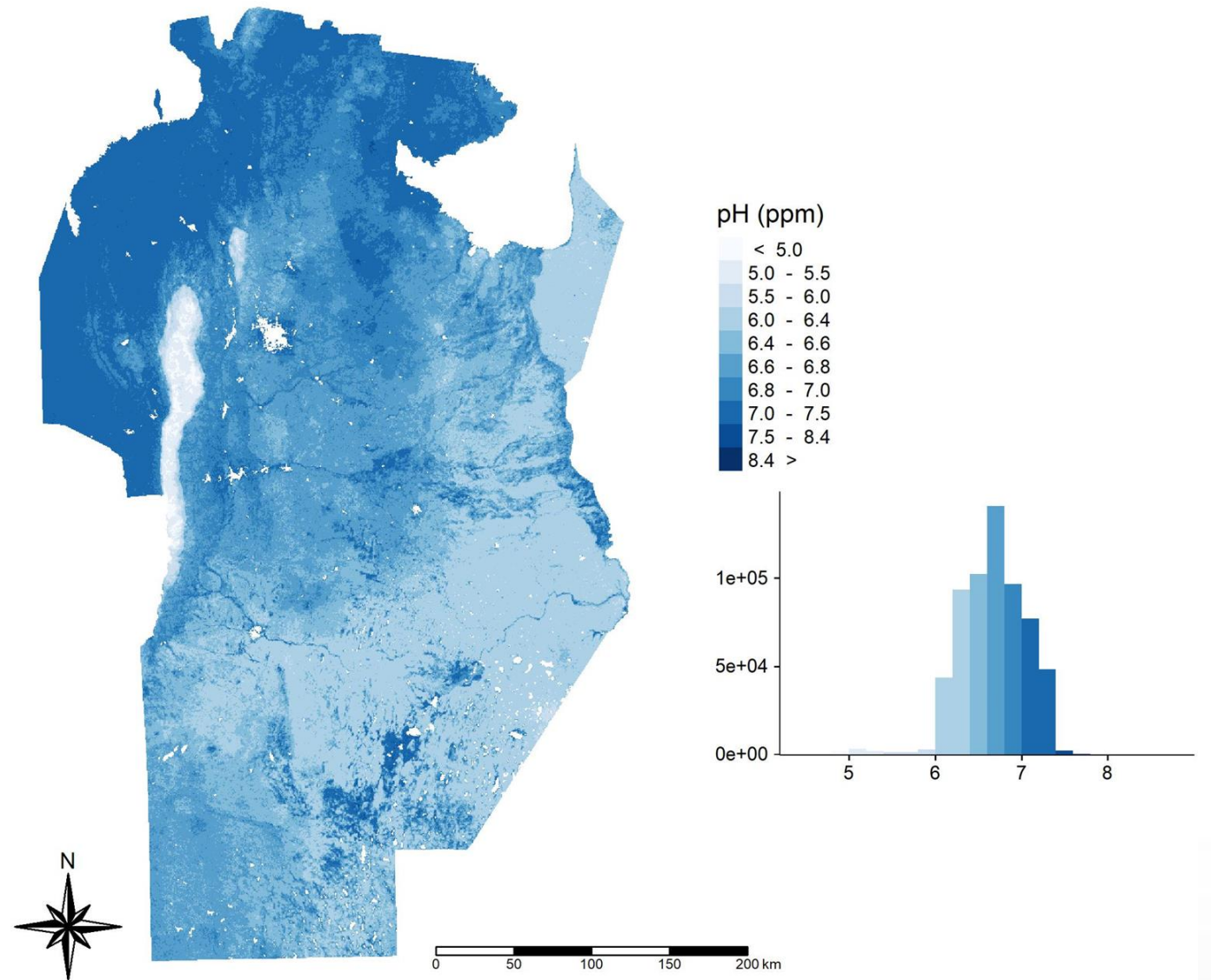
Mapa de pH

Predicción

n	616434
Media	6.68
CV	6
Mín	4.4
Máx	8.86
P(25)	6.41
P(50)	6.68
P(75)	6.94

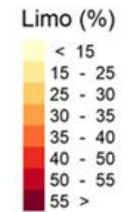
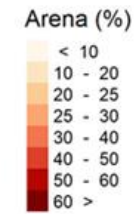
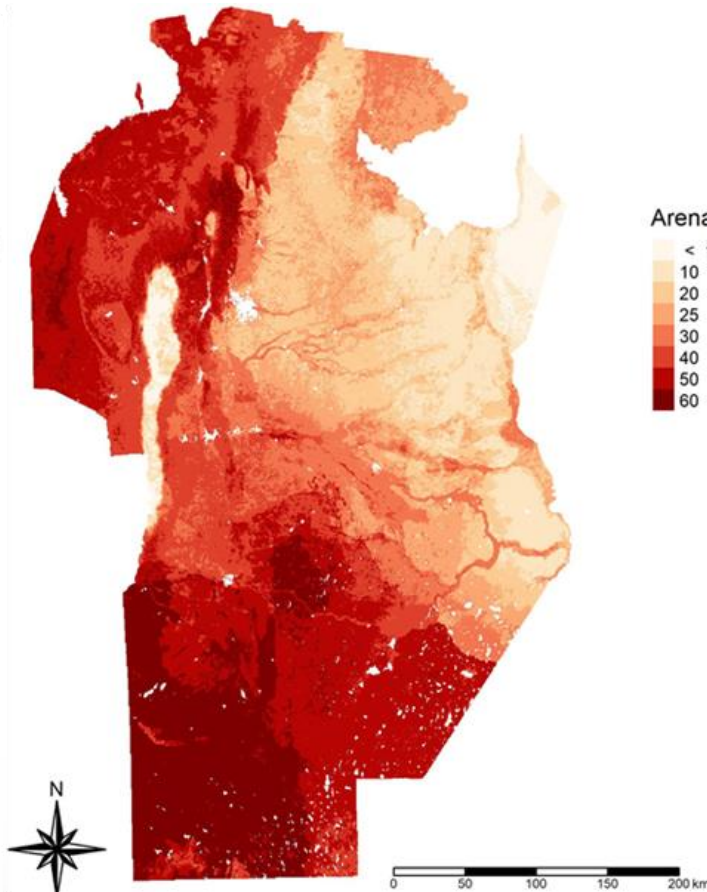
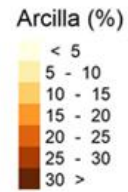
Medidas Globales de Validación

MAE	RMSE	MAPE (%)	LCC
0.32	0.46	4.8	0.62



Mapa de variables texturales

Predicción



MAE	RMSE	MAPE (%)	LCC
3	4.3	33.1	0.78

MAE	RMSE	MAPE (%)	LCC
5.9	8.4	25.9	0.85

MAE	RMSE	MAPE (%)	LCC
7.4	10.3	25.9	0.87

MUCHAS GRACIAS