

# Kriging Ordinario: Comparación utilizando distancias euclidianas y no euclidianas aplicadas a la salmonicultura

Francisco Vega



# Tabla de contenidos I

Principales desafíos

Datos

Kriging ordinario

Futuros trabajos

## Principales desafíos

# Caligidosis

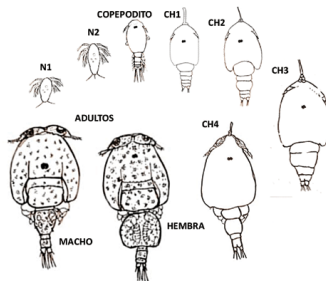


Figura 1: Ciclo de *Caligus Carvajal*, González Poblete, y George-Nascimento (1998)

# Costos y pérdidas

- ▶ Directos

- ▶ Tratamientos en alimento
- ▶ Tratamientos en jaula
- ▶ Pérdida de calidad

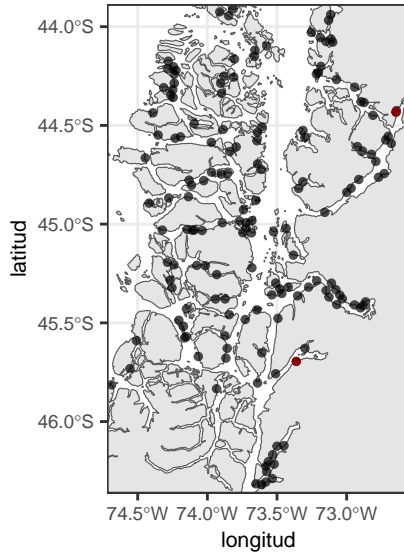
- ▶ Indirectos

- ▶ Aumento en FCR (Lepe-López et al. 2021)
- ▶ Susceptibilidad a otros patógenos



Figura 2: Daño en el pez

# Problema distancia euclidiana



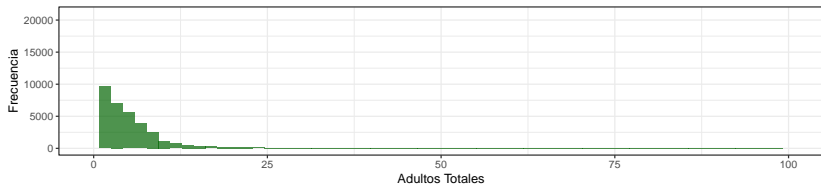
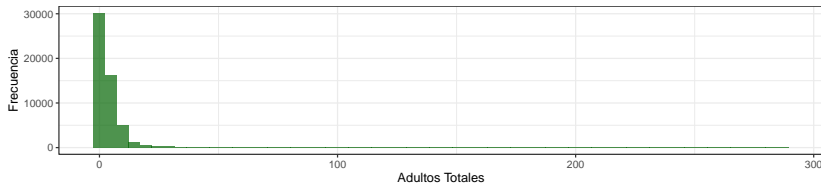
Datos



# Resumen

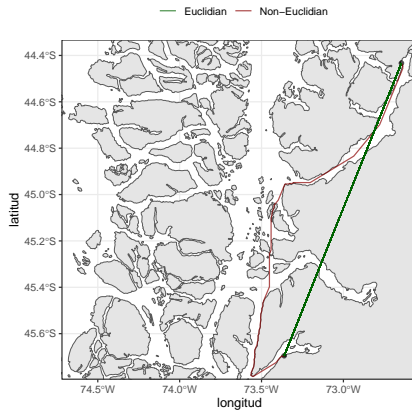
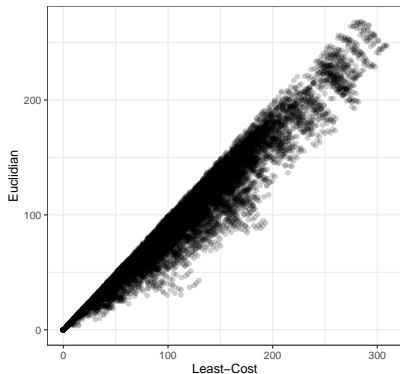
- ▶ Fuente: SERNAPESCA
- ▶ Período: 2015 - 2022.
- ▶ Ubicación: Región de Aysén.
- ▶ Especies consideradas: *Salmo salar* y *Oncorhynchus mykiss*.

Para resumir a un problema solo espacial, se resumieron las observaciones a través de el promedio de los máximos por cada ciclo.



# Cálculo de distancia

- ▶ Paquete gdistance(van Etten 2017)
  - ▶ “Camino más corto” o Least-Cost.
  - ▶ Rasters.
  - ▶ Matrices de transición.



# Modelos en la literatura

- ▶ Modelo espacio-temporal estocástico:  
 $\mu_{it} = S_{it} \cdot \kappa_{it}^{sus} \cdot (\lambda_{it}^w + \lambda_{it}^d + \lambda_{it}^o)$  (Aldrin et al. 2013)
- ▶ Modelos autoregresivos de estado-espacio (Elghafghuf et al. 2020)
- ▶ Modelos de dos partes con efectos aleatorios (Rees et al. 2015)

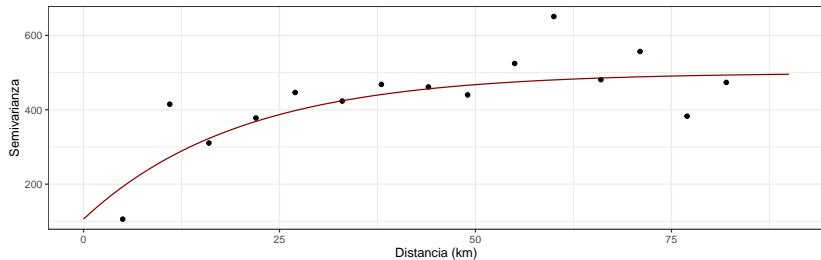
Kriging Ordinario:

$\mathbf{Z}^*(\mathbf{x}_0) := \lambda^\top \mathbf{Z}$ , donde:

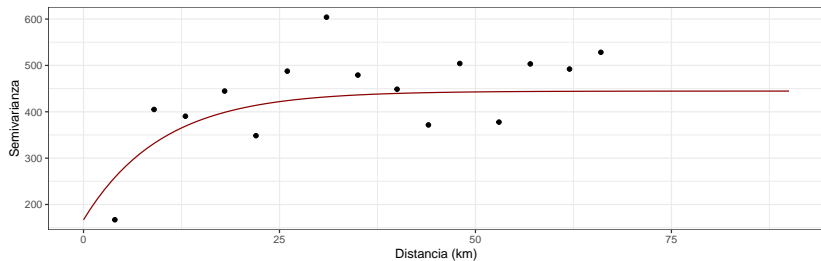
$$\lambda = \Sigma^{-1} [\mathbf{c}_0 + \mathbf{1}(\mathbf{1}^\top \Sigma^{-1} \mathbf{1})^{-1}(1 - \mathbf{1}^\top \Sigma^{-1} \mathbf{c}_0)] \quad , \quad \lambda^\top \mathbf{1} = 1$$

$$\sigma_{ok}^2 = \sigma_0^2 - \mathbf{c}_0^\top \Sigma^{-1} \mathbf{c}_0 + (1 - \mathbf{1}^\top \Sigma^{-1} \mathbf{c}_0)^\top (\mathbf{1}^\top \Sigma^{-1} \mathbf{1})^{-1} (1 - \mathbf{1}^\top \Sigma^{-1} \mathbf{c}_0)$$

# Semivariograma



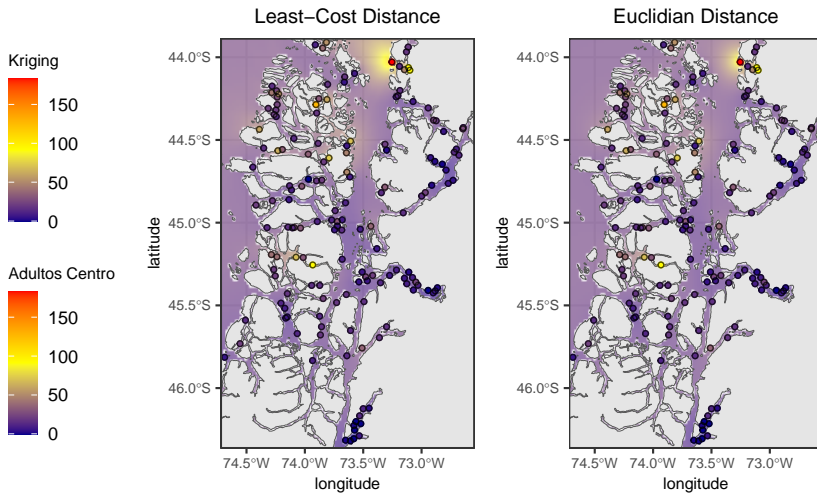
Modelo matern Least-Cost:  $\sigma^2=394$ ,  $\Phi=20$ , nugget=106,  $\kappa=0.5$



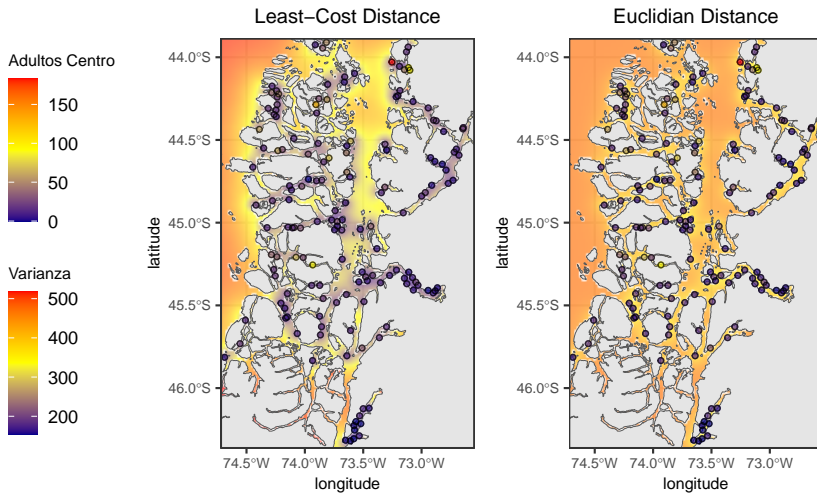
Modelo cúbico Euclidiano:  $\sigma^2=278$ ,  $\Phi=10$ , nugget=167,  $\kappa=0.5$

## Kriging ordinario

# Media

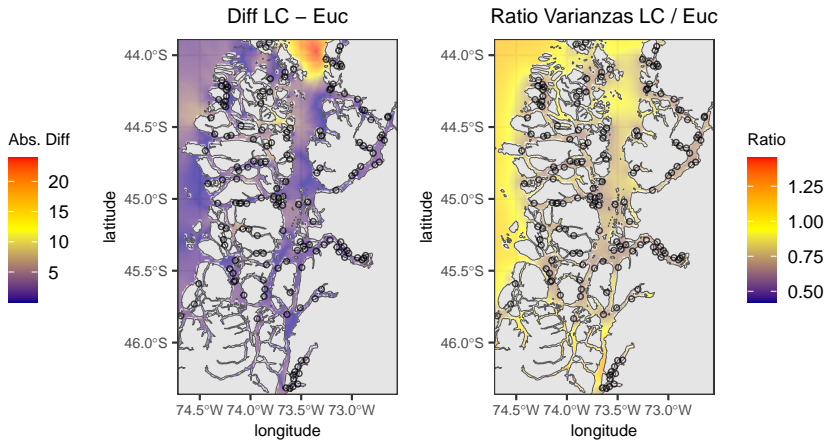


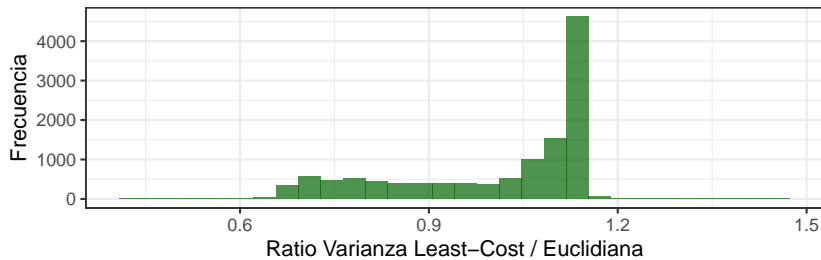
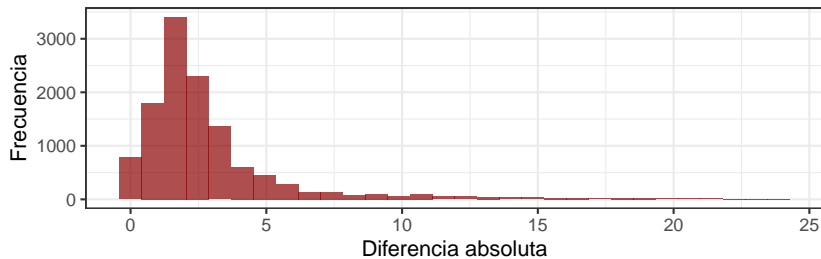
# Varianza





# Comparaciones





Futuros trabajos

# Futuros trabajos

- ▶ Extensión:
  - ▶ Cokriging
  - ▶ Extensión a modelos geoestadísticos espacio-temporales
  - ▶ Considerar modelos cero-inflados

## Referencias

# Referencias I

- Aldrin, Magne, B. Storvik, Anja Bråthen Kristoffersen, y P. A. Jansen. 2013. «Space-Time Modelling of the Spread of Salmon Lice between and within Norwegian Marine Salmon Farms». *PLoS ONE* 8 (5).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064039>.
- Carvajal, Juan, Laura González Poblete, y Mario George-Nascimento. 1998. «Native sea lice (Copepoda: Caligidae) infestation of salmonids reared in netpen systems in southern Chile». *Aquaculture* 166 (julio): 241-46.  
[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00301-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00301-9).
- Elghafghuf, Adel, Raphael Vanderstichel, Larry Hammell, y Henrik Stryhn. 2020. «Estimating sea lice infestation pressure on salmon farms: Comparing different methods using multivariate state-space models». *Epidemics* 31 (junio): 100394.  
<https://doi.org/10.1016/j.epidem.2020.100394>.

## Referencias II

- Lepe-López, Manuel, Joaquín Escobar-Dodero, Daniel Rubio, Julio Alvarez, Natalia Zimin-Veselkoff, y Fernando O. Mardones. 2021. «Epidemiological Factors Associated With *Caligus rogercresseyi* Infection, Abundance, and Spatial Distribution in Southern Chile». *Frontiers in Veterinary Science* 8 (agosto): 595024. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.595024>.
- Rees, E. E., S. St-Hilaire, S. R. M. Jones, M. Krkošek, S. DeDominicis, M. G. G. Foreman, T. Patanasatienkul, y C. W. Revie. 2015. «Spatial patterns of sea lice infection among wild and captive salmon in western Canada». *Landscape Ecology* 30 (6): 989-1004. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0188-2>.
- van Etten, Jacob. 2017. «R Package gdistance: Distances and Routes on Geographical Grids». *Journal of Statistical Software* 76 (13): 1-21. <https://doi.org/10.18637/jss.v076.i13>.