

¿Puede la agricultura de precisión revelar efectos del hábitat natural sobre el rendimiento de cultivos?

Oddi, F.J.^{1,2}, Gonzalez, T.^{1,2}, Zermoglio, P.^{1,2}, Goldenberg, M.G.^{1,2}, Apellanizy, M.³, Andreoni, L.³ y Garibaldi, L.A.^{1,2}

¹ Universidad Nacional de Río Negro. Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural. Río Negro, Argentina - fodd@unrn.edu.ar.

² Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural. Río Negro, Argentina. ³ AgroDesign.

Objetivos

El objetivo de este trabajo es explorar posibles efectos de la presencia de hábitat naturales (HN) sobre el rendimiento de cultivos a partir de datos generados mediante agricultura de precisión. En particular, buscamos evaluar si la distancia a bordes de HN influye sobre la variabilidad espacial del rendimiento (efecto borde) dentro de los lotes agrícolas. Planteamos la hipótesis de que, a escala de paisaje, la proximidad a los parches de HN afecta procesos ecológicos relevantes para el desarrollo del cultivo -como la polinización, la incidencia de plagas o la presencia de malezas-, de modo tal que parte de la variabilidad intra-lote en el rendimiento podría explicarse por la distancia al borde de dichos parches.

Metodología

Trabajamos con mapas de rendimiento de soja de lotes pertenecientes a tres establecimientos agrícolas de la región Pampeana, correspondientes a las campañas 2021, 2022 y 2023. Integramos los datos en una única base espacial, totalizando ≈1.000.000 registros. Para cada punto donde la cosechadora registró el rendimiento, calculamos la distancia al borde de HN más cercano (Fig. 1), identificado a partir de mapas de cobertura y uso del suelo de la colección 3 de MapBiomas (argentina.mapbiomas.org). Luego removimos el efecto de la topografía sobre el rendimiento usando modelos digitales de elevación de alta resolución. Finalmente, ajustamos modelos estadísticos jerárquicos con estructura de correlación espacial, con el objetivo de evaluar la relación entre la distancia al borde de HN y el rendimiento.

Resultados

El rendimiento promedio de la soja estuvo asociado a la distancia a los bordes de HN, lo que sugiere la existencia de efectos de borde a escala de paisaje. Los modelos ajustados indicaron una relación no lineal entre el rendimiento y la distancia, con valores que decrecen a partir de ≈200-300 m (Fig. 2). El patrón varió entre establecimientos y también entre lotes de un mismo establecimiento (Fig. 2), por lo que el efecto de borde podría estar condicionado por el contexto paisajístico en el que se encuentra cada sistema productivo.

¿Qué aprendimos?

Los datos generados por agricultura de precisión pueden revelar patrones de rendimiento asociados al paisaje, incluyendo efectos de borde de HN. Estos efectos explican parte de la variabilidad intra-lote y dependen del contexto espacial. Su comprensión aporta herramientas para predecir el rendimiento en función del entorno, lo cual resulta útil para el manejo agronómico y constituye un insumo valioso para el diseño de paisajes productivos más eficientes y sustentables.



Figura 1: Cálculo de distancias

Ejemplo de extracción de la distancia entre cada punto de rendimiento y el borde de hábitat natural (mapa superior, con detalle ampliado en círculo). El mapa inferior muestra la representación espacial mediante vectores de distancia.

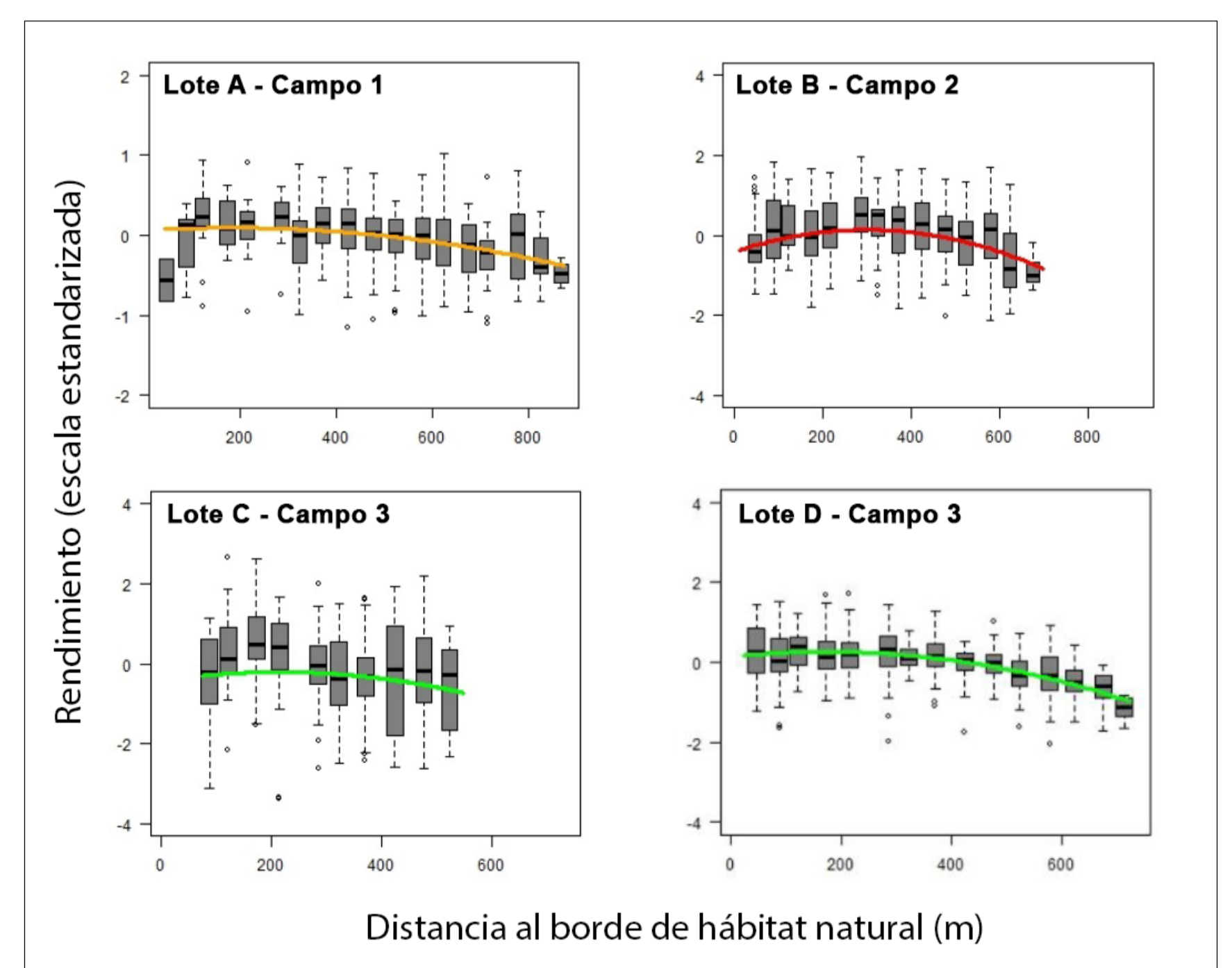


Figura 2: Efecto borde

Ajuste del modelo (líneas sólidas) para evaluar la relación rendimiento - distancia al borde de hábitat natural. Se muestran cuatro casos que ilustran la variabilidad del patrón entre establecimientos y entre lotes de un mismo establecimiento. El rendimiento fue evaluado habiendo removido el efecto topográfico (escala estandarizada).