



EFFECTO DE LA HUELLA HUMANA EN LA CALIDAD DEL AGUA DE DOS CUENCAS DE LA ZONA METROPOLITANA DE PUERTO RICO

M.A. Vázquez-Cartagena G. A. Martínez

Colegio de Ciencias Agrícolas, UPR, Mayagüez 00680-9030.

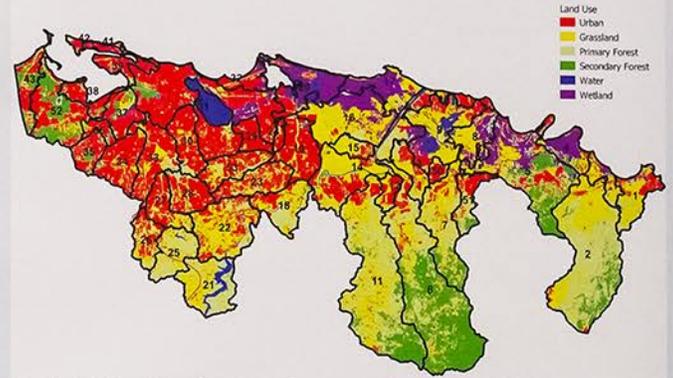
*Para correspondencia: Gustavo.martinez3@upr.edu

Este proyecto fue financiado con fondos del "State Revolving Fund" (SRF) de Puerto Rico, a través de un subcontrato con el Estuario de la Bahía de San Juan

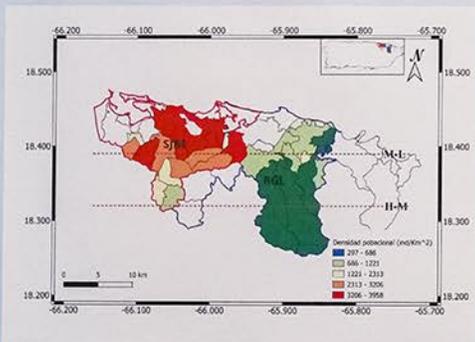
Resumen

El crecimiento poblacional de las próximas décadas se concentrará primordialmente en espacios urbanos. La identificación de indicadores de impacto humano es esencial para preservar la integridad de los ecosistemas acuáticos y la salud de sus habitantes. En este estudio se utilizaron los nutrientes como indicadores de contaminación por efluentes sanitarios, y diversos indicadores de intensidad de la huella humana (e.g., densidad poblacional, número de estaciones de bombeo de aguas servidas, categorías de cubierta de tierras, etc.), para identificar factores asociados al impacto humano. El estudio se realizó en dos cuencas de la zona metropolitana de Puerto Rico, las cuales fueron subsecuentemente divididas en subcuencas. Los análisis reflejan una alta correlación positiva entre las fracciones solubles de nitrógeno (i.e., nitrato y amonio) y la densidad poblacional a nivel de subcuenca. De igual forma, los niveles de fósforo disuelto reflejaron una correlación positiva, aunque no tan fuerte como las fracciones de nitrógeno, con los estimados de densidad poblacional. Por otra parte, análisis con marcadores moleculares de fecales humanas reflejan alta correlación positiva con valores de fósforo disuelto. Esto sugiere que las fracciones solubles de nitrógeno representan un indicador efectivo en zonas circundantes al impacto, mientras que el fósforo disuelto, podría ser un indicador más efectivo a nivel global. Se realizó un análisis de cubierta de terrenos en toda la zona (>500km²) para evaluar su impacto en la calidad de las aguas. Los resultados serán discutidos.

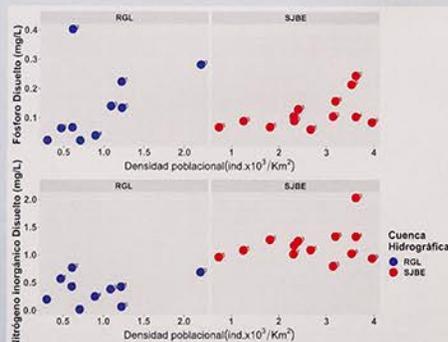
SBJE 2023 Land Use



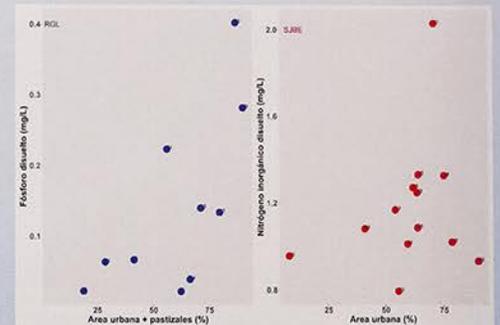
Cuadro 1: Mapa de uso de suelos en las cuencas hidrográficas estudiadas.



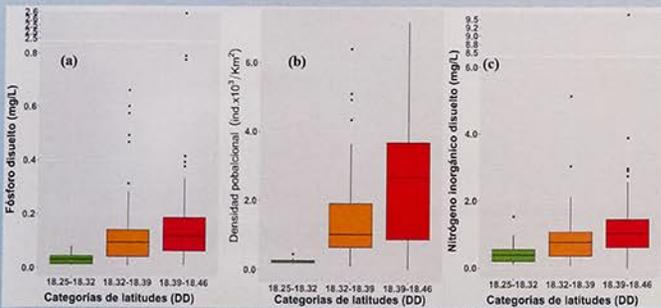
Cuadro 2: Mapa de categorías de densidad poblacional en las cuencas hidrográficas estudiadas.



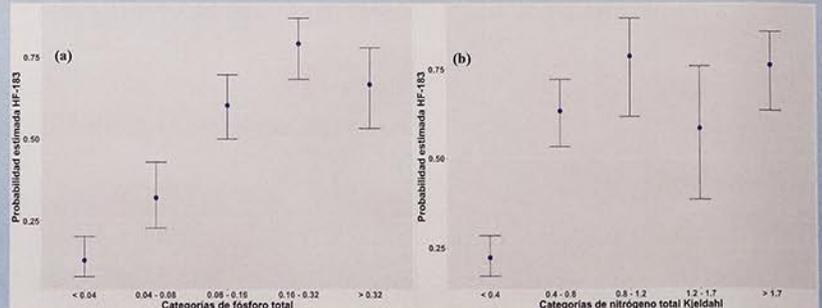
Cuadro 3: Efecto de la densidad poblacional sobre fósforo disuelto y nitrógeno inorgánico disuelto en las cuencas hidrográficas.



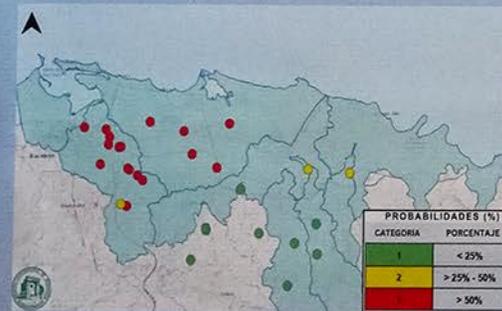
Cuadro 4: Efecto del uso de terrenos en la cuenca hidrográfica sobre el fósforo disuelto (RGL) y nitrógeno inorgánico disuelto (SJBE).



Cuadro 5: Efecto de la posición geográfica (latitud) en la concentración de fósforo disuelto (a), densidad poblacional (b) y nitrógeno inorgánico disuelto (c).



Cuadro 4. Probabilidad estimada de HF-183 positivo con fósforo total (a) y nitrógeno total Kjeldahl (b)



Cuadro 7: Mapa de la probabilidad de resultados en marcadores moleculares de fecales humanas (HF-183) en las cuencas hidrográficas (promedio de 9 muestreos).

Discusión

Desde noviembre 2019 al presente se han realizado 32 eventos muestreos de nuestra red de estaciones diagnósticas (185 estaciones) para un total de 5,775 muestras. Las muestras se analizan para nutrientes (i.e., nitrógeno y fósforo) en su fase disuelta (i.e., DP, NH₄-N, NO₃-N) como indicadores de contaminación sanitaria. Sesenta por ciento de las estaciones de diagnóstico ubicadas en la cuenca del Río Grande de Loíza (RGL) (bajo presa) se ubican en las 2 mejores categorías en términos de calidad de agua (referencia, buena) comparado con tan solo el veinticuatro por ciento de las estaciones de la cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan (SJBE). Por otra parte, veintinueve por ciento de las estaciones de diagnóstico del SJBE se ubican en las 3 peores categorías de calidad de agua comparado con el diecisiete por ciento de las estaciones del RGL. Los resultados son un reflejo del impacto de la huella humana sobre nuestros ríos y quebradas. Noventa y cinco por ciento de los puntos de cierre de subcuenca del SJBE exhiben >50% probabilidad de arrojar un resultado positivo para el marcador de fecales humanas (HF-183) vs. solo el ocho por ciento de los puntos de cierre de subcuenca del RGL. Existe una asociación positiva fuerte entre la probabilidad de un resultado positivo de fecales humanas y los niveles de nutrientes en los ríos. Transectos de ríos con elevada concentración de nutrientes exhiben una preponderancia mayor a resultados positivos de presencia fecal humana. Los resultados validan el uso de nutrientes como indicadores de contaminación fecal humana. Existe una relación directa entre densidad poblacional, enriquecimiento nutricional (i.e., eutroficación) de los ríos y la presencia de microorganismos patógenos asociado a fecales humanas. La aglomeración del crecimiento poblacional en las costas afecta no tan solo los ríos de las zonas urbanas, sino los ecosistemas costeros lo cual representa un grave riesgo a la salud de los habitantes y al desarrollo económico en esas zonas.