



INTRODUCCIÓN

El dióxido de nitrógeno (NO₂), un contaminante producido principalmente por combustiones a alta temperatura, es conocido por sus impactos negativos en la salud respiratoria y cardiovascular^[4]. En la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), la calidad del aire ha sido una preocupación persistente, exacerbada por una mezcla compleja de actividades industriales y vehiculares^[3]. Este estudio se centra en el análisis de las concentraciones de NO₂ durante el confinamiento de 2020 debido a la COVID-19, utilizando imágenes del satélite Sentinel-5P, y compara estos datos con los de 2019 para evaluar los efectos de la reducción de actividades humanas en la calidad del aire^[1].

ÁREA DE ESTUDIO

La ZMVT comprende 16 municipios del Estado y forma parte de las 59 zonas metropolitanas. Esta región es caracterizada por una alta densidad de población y variadas actividades económicas que contribuyen a sus niveles de contaminación.

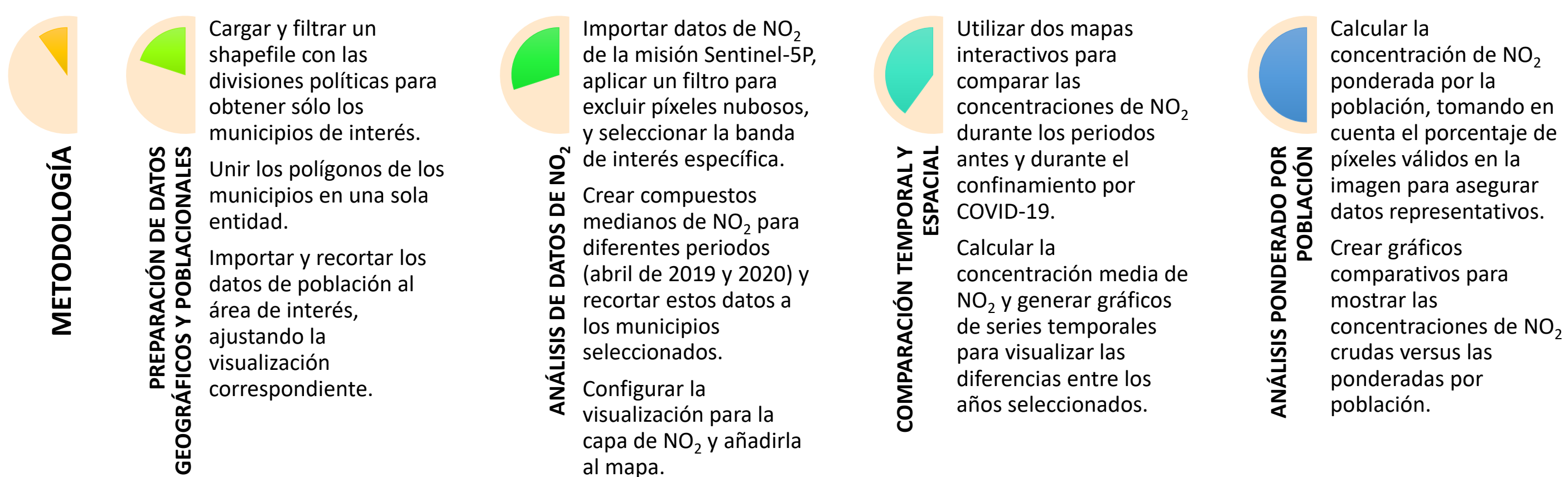


OBJETIVO

Evaluar y comparar las concentraciones de NO₂ troposférico de marzo y abril de 2019 y 2020 a partir del procesamiento de imágenes de Sentinel-5P con capas interactivas de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca utilizando Google Earth Engine.

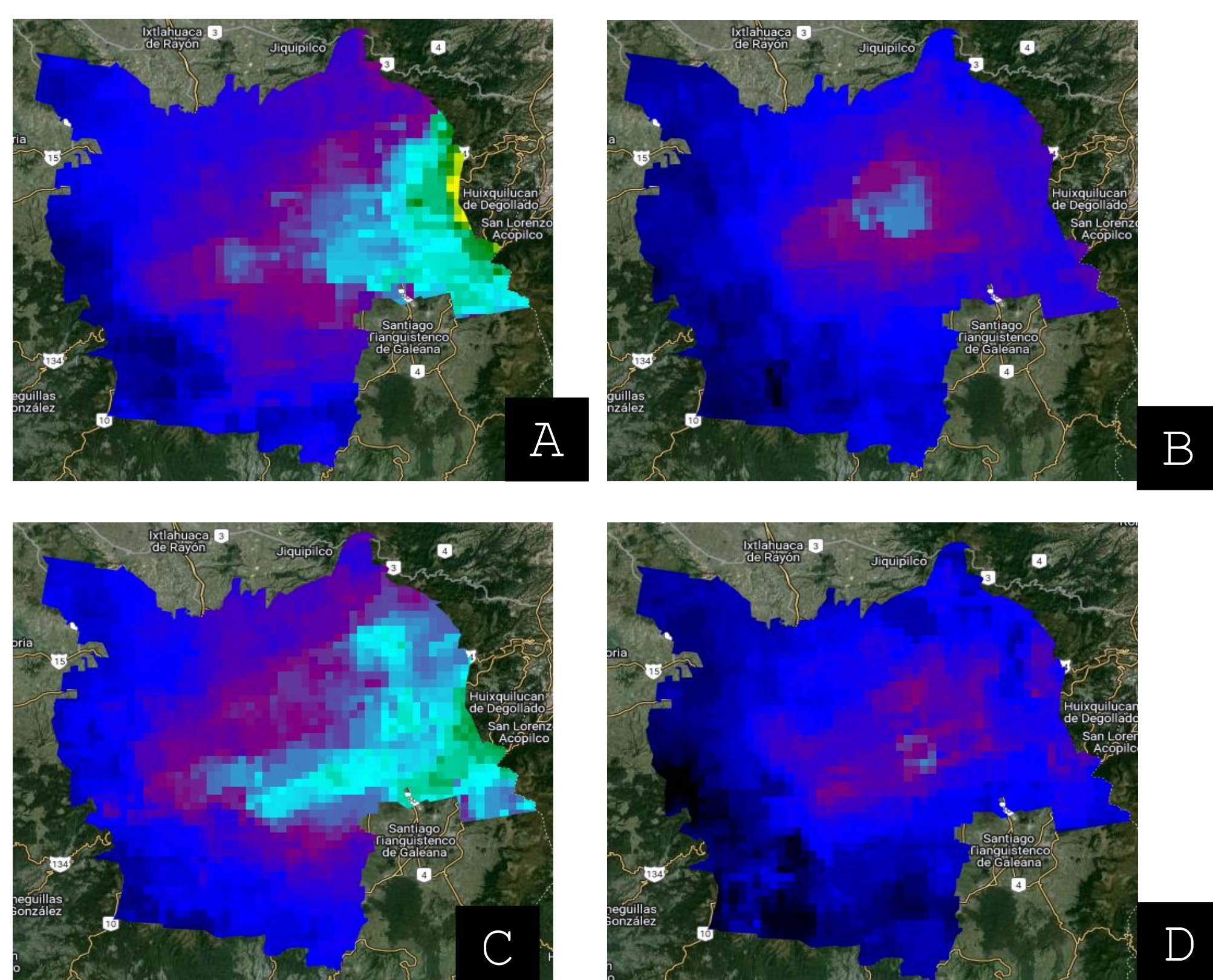
MATERIALES Y MÉTODO

Se utilizó un equipo de cómputo avanzado y datos del satélite Sentinel-5P^[2] para capturar imágenes de contaminantes atmosféricos. El procesamiento se realizó en Google Earth Engine, utilizando el Marco Geoestadístico de INEGI para definir la ZMVT y comparando las concentraciones de NO₂ de marzo y abril de 2019 y 2020. Los datos analizados se ajustan a la metodología propuesta por Cardille et al. en 2023.



RESULTADOS

Los resultados que se presentan son aproximaciones, producto de una actividad académica de clase, por lo que requieren una mayor investigación para confirmar su aplicabilidad. Se observó una disminución notable en las concentraciones de NO₂ durante el confinamiento de abril de 2020 en comparación con abril de 2019. Este cambio está directamente relacionado con la disminución de actividades vehiculares e industriales. Las áreas de mayor densidad poblacional mostraron reducciones más significativas, lo que indica una relación directa entre la reducción de actividades humanas y la mejora de la calidad del aire.

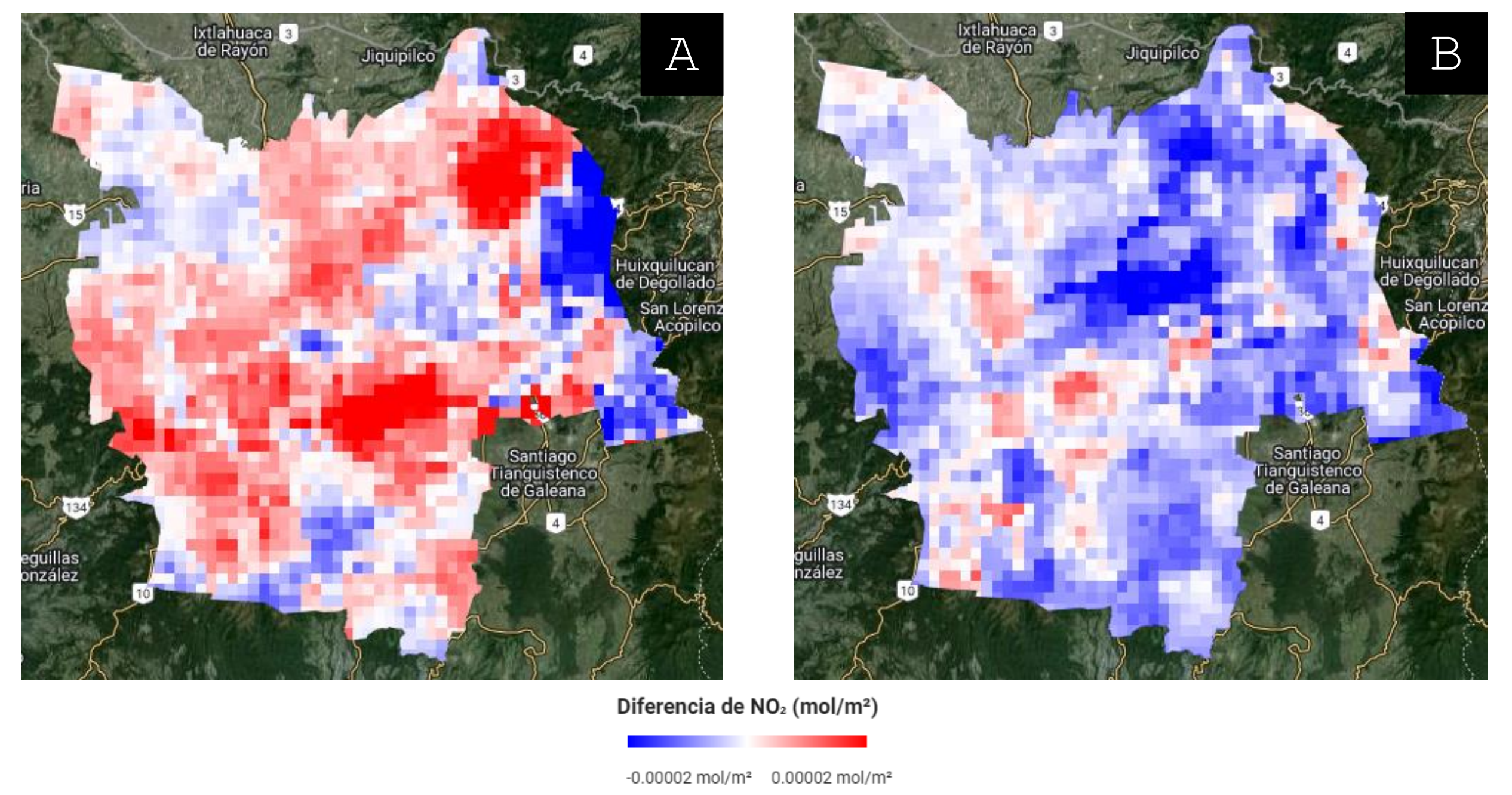


A. Marzo de 2019. Se aprecia una mayor concentración de este contaminante al oriente de la ZMVT, área colindante con la Ciudad de México.

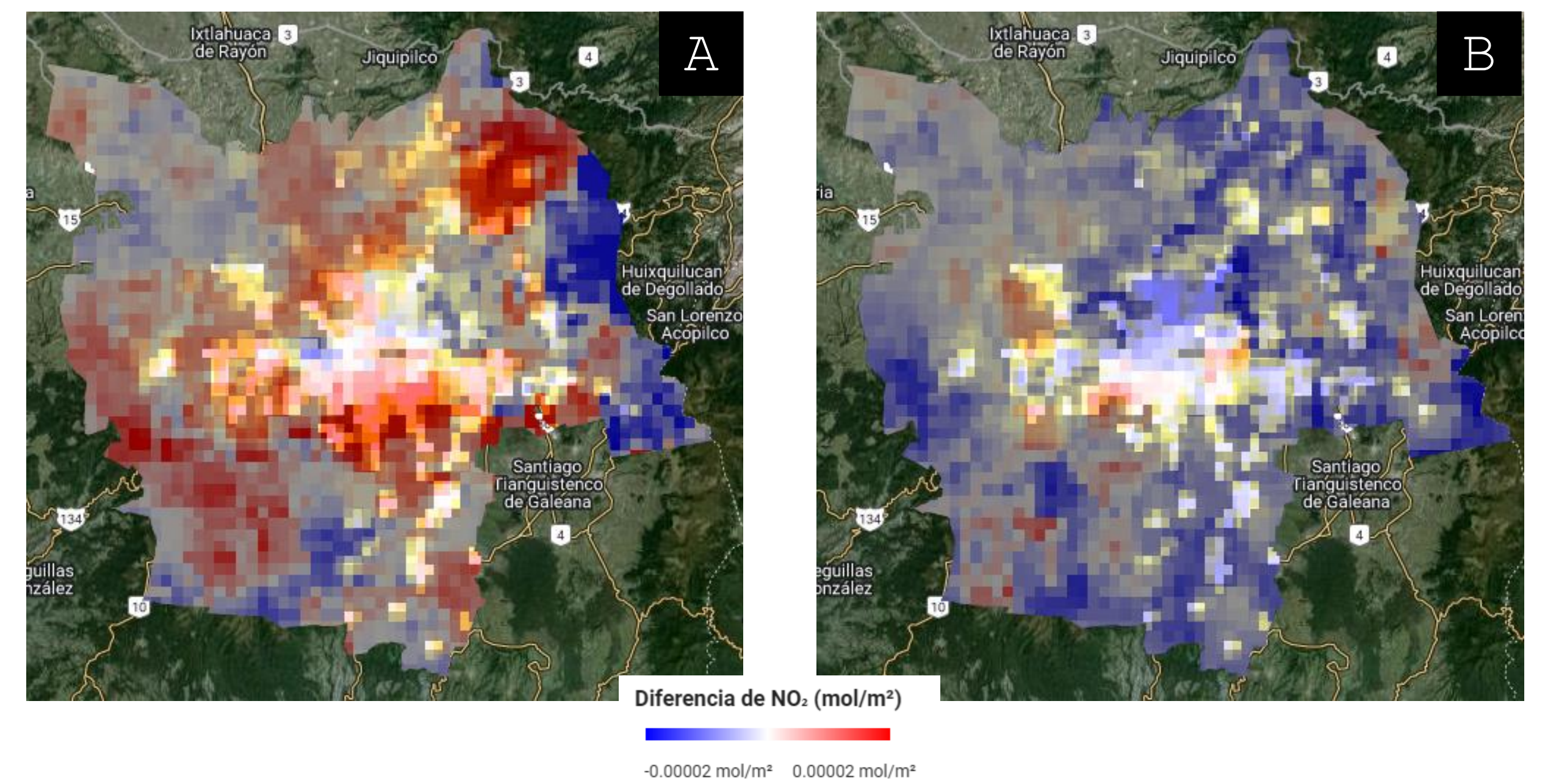
B. Abril de 2019. Comparado con el mes anterior, las concentraciones disminuyen, es probable que se deba a la estacionalidad.

C. Marzo de 2020. Se puede observar una ligera disminución de este contaminante en la porción oriental y un incremento al centro.

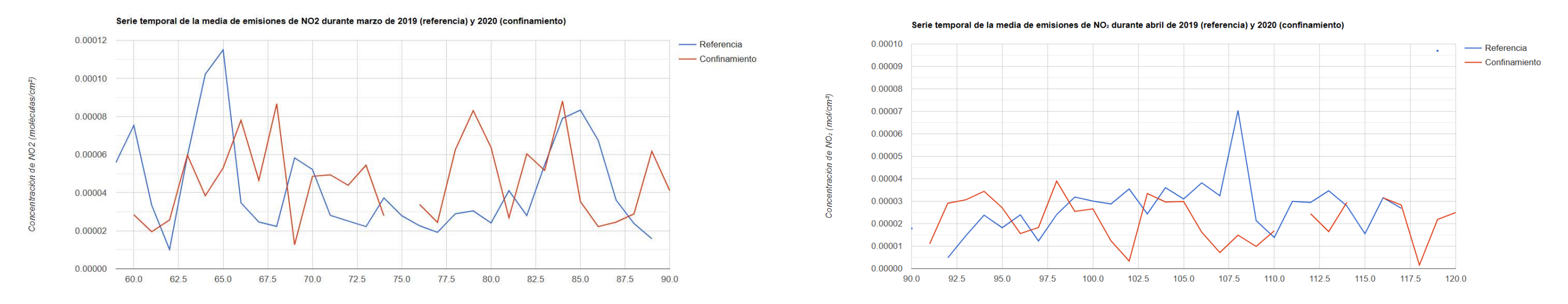
D. Abril de 2020. Debido a que en este mes entró en vigor la suspensión de labores presenciales, se evidencia una notable disminución de NO₂.



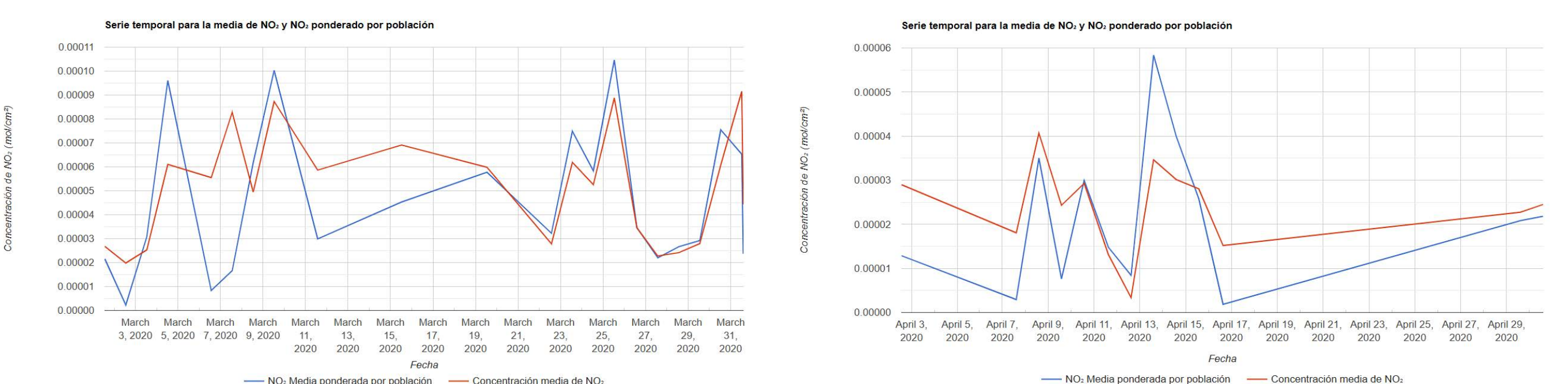
Diferencias entre los meses de marzo de 2019-2020 (A) y abril de 2019-2020 (B). Las zonas de color azul indican una disminución en la concentración de NO₂. Las áreas de color blanco representan lugares donde no hubo un cambio significativo en la concentración de NO₂ entre los dos periodos, es decir, es el punto medio de la escala y se asocia con un valor de diferencia cercano a cero. Por último, las zonas rojas significan un aumento en la concentración de NO₂.



Diferencias entre los meses de marzo de 2019-2020 (A) y abril de 2019-2020 (B) junto con el densidad de población, la cual se muestra con tonos brillantes. Se sobrepuso esta capa para observar la relación que existe entre ella con la distribución de las concentraciones de NO₂.



Gráficos de series temporales que muestra las concentraciones promedio de NO₂ de la ZMVT. La línea de referencia (color azul) corresponde al año previo a la pandemia por COVID-19. La línea de confinamiento (color rojo) representa el año donde comenzó la pandemia en México. (Izquierda) marzo de 2019 y 2020. (Derecha) abril de 2019 y 2020.



Gráficas de series temporales que muestra las concentraciones de NO₂ promedio y promedio ponderado por población de la ZMVT. (Izquierda) marzo de 2020: aquí se resalta la diferencia que existe del 12 al 20 de este mes. (Derecha) abril de 2020: en esta gráfica es más evidente la diferencia de concentración de NO₂ que existe entre los días 12 y 17 del mes. Como se puede apreciar, en ambos casos las diferencias parecen pequeñas, pero cuando se agregan áreas más grandes con mayor variación en la densidad de población, los promedios ponderados por población pueden ser muy diferentes de los promedios simples.

CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

El uso de herramientas de monitoreo satelital ha demostrado ser invaluable para evaluar los cambios en la calidad del aire inducidos por eventos extraordinarios como la pandemia. Los resultados sugieren una mejora temporal en la calidad del aire, aunque se necesitan estudios adicionales para validar estos hallazgos y considerar otros factores como las condiciones meteorológicas. Este estudio enfatiza la necesidad de estrategias de gestión ambiental a largo plazo que integren tecnologías avanzadas para una evaluación efectiva de la calidad del aire y la implementación de políticas públicas.

REFERENCIAS

[1] Cardille, J. A., Crowley, M. A., Saah, D., & Clinton, N. E. (Eds.). *remote sensing with google earth engine: fundamentals and applications*. Disponible en Web: <https://www.eefabook.org/>

[2] European Space Agency. (s.f.). *Sentinel-5P*. Recuperado el 23 de abr <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-5p>

[3] Ortínez, A., Iniestra, R., Basaldud, R., Tzintzun, G., Padilla, Z., Castañeda, R., Agui (2020). Evaluación de la calidad de aire de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante la contingencia por COVID-19. Gobierno del Estado de México. Recuperado el 26 de abril de 2024, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618028/91_2020_Reporte_Toluca_COVID.pdf

[4] Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ZMVT. (s.f.). *Preguntas Frecuentes*. Recuperado el 27 de abril de 2024, de <https://rama.edomex.gob.mx/faqs>

