

Conto Echeverría Guido, Toselli Beatriz y Palancar Gustavo.

Departamento de Físicoquímica / INFIQC - CONICET, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba X5000HUA, Argentina.
guido.echeverria@unc.edu.ar

RESUMEN

En este trabajo se compararon las concentraciones de NO₂, CO, SO₂, O₃ y material particulado (PM10) obtenidas con el modelo WRF-Chem frente a mediciones realizadas en Buenos Aires (BA) y Bahía Blanca (BB) para los períodos de febrero (verano) y septiembre (invierno) de 2013. La evaluación del modelo se realizó en el dominio padre (d01) con una resolución de 27 km. Los parámetros estadísticos muestran que la concentración de NO₂ modelada sobreestima la observada sólo para febrero en la estación de BA (MBE = 15,82 ppb) mientras que para el resto de valores subestima de un 29 % a 86 % y presenta un RMSE promedio (para ambas estaciones) de 16,97 y 8,91 para febrero y septiembre, respectivamente. El CO presenta un bajo error de 0,15 ppm a 0,25 ppm pero mayoritariamente tiende a sobreestimar en ambos períodos. El SO₂ y O₃ solo fueron medidos en la estación de BB y se encontró una mejor correlación para el O₃ con un R de Pearson 0,7 y 0,38 para febrero y septiembre, respectivamente. El SO₂ presenta subestimaciones en febrero y sobreestimaciones en septiembre, con un menor error en septiembre (RMSE = 1,05 ppb). Finalmente, el PM10 presentó la mejor correlación para BA en septiembre (R = 0,40). Sin embargo ambos períodos presentaron sobreestimaciones en la mayoría de los días evaluados. En general, y considerando la resolución, el modelo obtiene resultados razonables para las especies gaseosas y para el material particulado y se encontraron RMSE más bajos para el período de invierno.

INTRODUCCIÓN

El material particulado (PM10) y las especies químicas gaseosas (EQG) como NO₂, CO, SO₂ y O₃ son contaminantes atmosféricos, por lo que constituyen una problemática en materia ambiental y salud pública. A pesar de esto, en la Argentina se cuenta con muy pocas estaciones de monitoreo de calidad de aire (EMCA) para evaluar sus niveles en superficie y su distribución a nivel regional. Para suplir esta deficiencia, las herramientas más importantes son los modelos computacionales. Por eso, en este trabajo se utilizaron dos simulaciones del modelo WRF-Chem (1) (febrero y septiembre, 2013) para calcular las concentraciones de EQG y PM10 en un dominio de 27 km centrado en Argentina y compararlas frente a medidas realizadas en estaciones ubicadas en el área metropolitana de Buenos Aires (AMBA) y en el polo petroquímico de Bahía Blanca (BB).

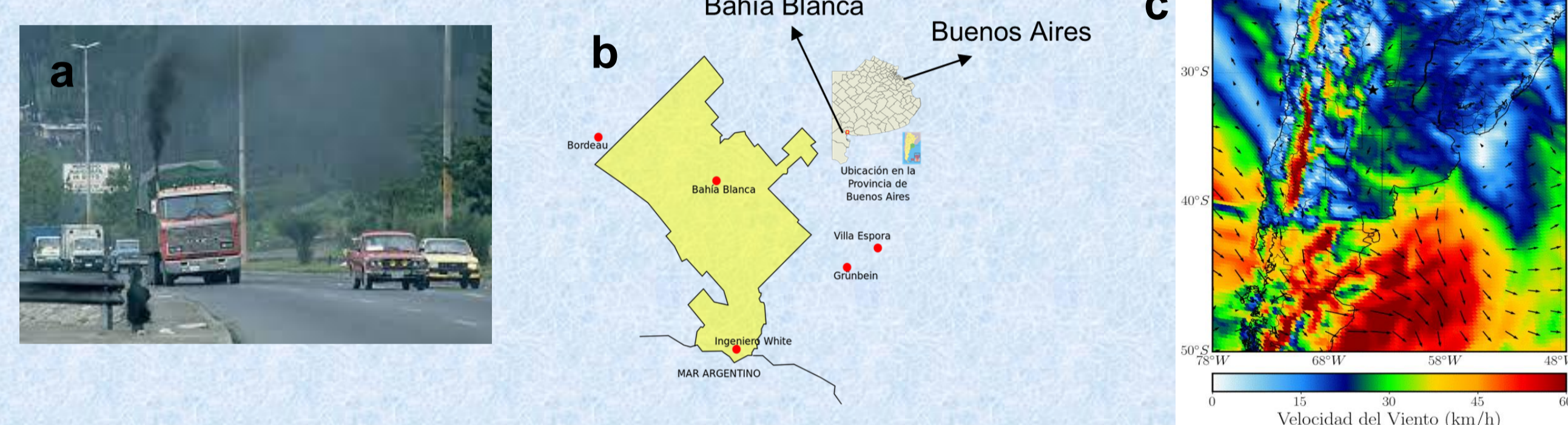


Figura 1: a) Contaminación del aire en Argentina, emisiones vehiculares (origen antropogénico). b) Mapas de estaciones de calidad de aire. c) Mapa de vientos simulado con WRF-Chem en la región de estudio.

CONFIGURACIÓN

Se usó el modelo WRF-Chem, con dominio padre (d01) en Argentina y con una resolución espacial de 27 km. Se usaron los esquemas RRTMG (radiación), GOCART (aerosoles), NewTUV (fotólisis) y MOZART (mecanismo químico) para simular la química en la región de Argentina del 1 al 16 de febrero y del 1 al 16 de septiembre de 2013. Se usaron las condiciones químicas de contorno del modelo CAM-Chem e inventarios globales de emisiones biogénicas (MEGAN), antropogénicas (EDGAR) y de incendios (FINN). A fin de comparar las simulaciones frente a estaciones de calidad de aire en BA (34,62° S, 58,36° O La Boca) y BB (38,75° S, 62,28° O) se usaron los resultados de la grilla más cercana a los puntos de las estaciones.

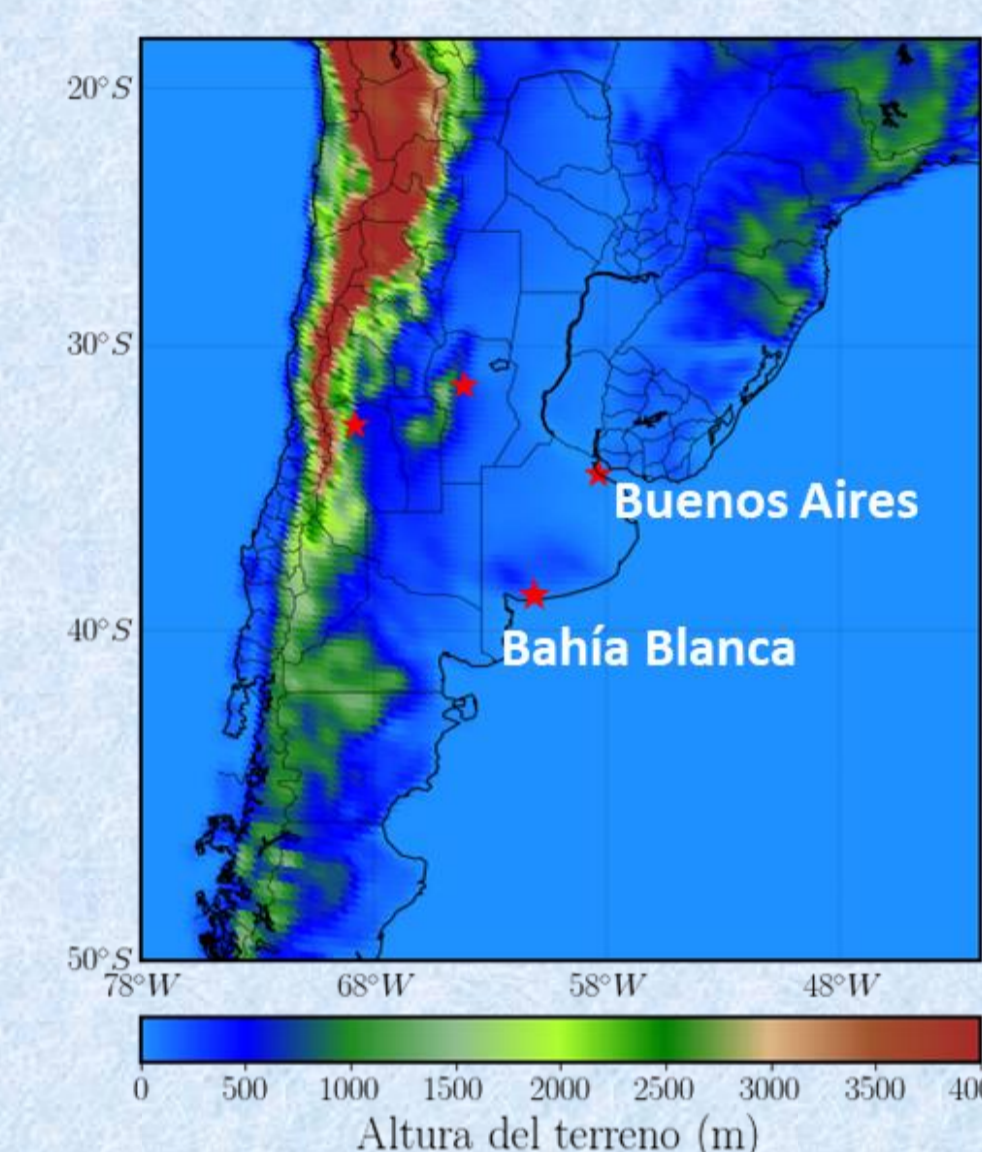


Figura 2: Altura superficial (m) para el dominio padre (d01). Se muestra la ubicación de las estaciones de calidad de aire usadas.

RESULTADOS

Gaseous Pollutants	US-EPA regulation (year)	Averaging Time
CO	9 ppm (2011)	8 h
NO ₂	0.10 ppm (2018)	1 h
PM10	150 µg/m ³ (2012)	24 h
O ₃	0.070 ppm (2015)	8 h
SO ₂	0.075 ppm (2010)	1 h

Tabla 1. Concentraciones límite para los principales contaminantes atmosféricos según la agencia de protección medio ambiental de Estados Unidos (US-EPA) y su año de actualización o revisión.

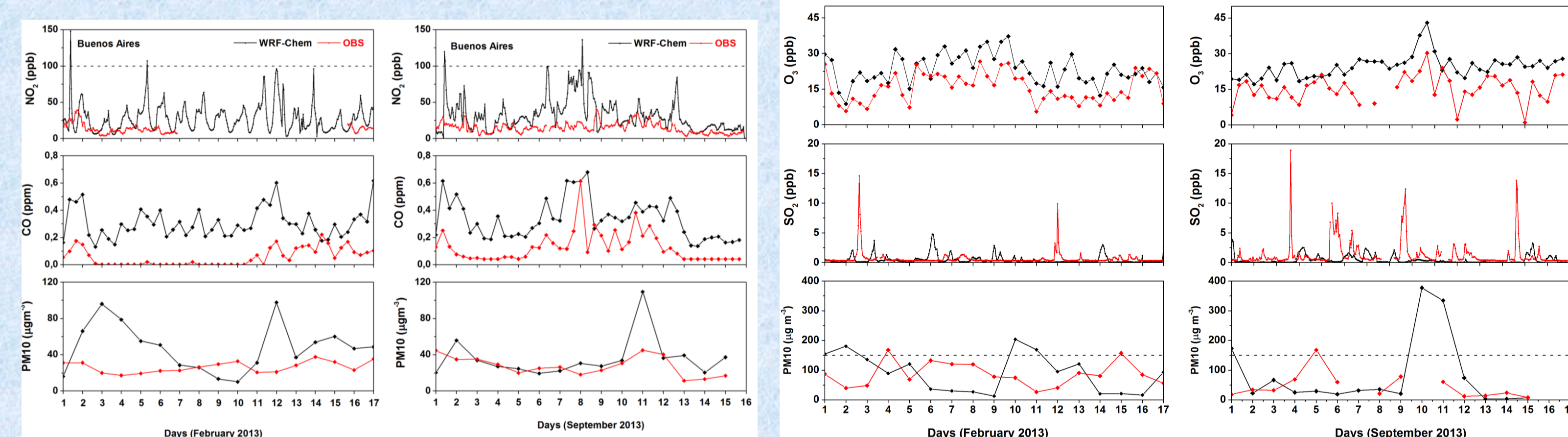


Figura 3. Variación diaria/horaria del material particulado (PM10) y las especies gaseosas (NO₂, CO, SO₂ y O₃) en las estaciones de calidad de aire ubicadas en Buenos Aires (BA) y en Bahía Blanca (BB) para cada período.

La Figura 3 muestra que el nivel de acuerdo observación-modelo depende del período, la estación y la variable a analizar. El NO₂ no muestra un buen acuerdo ya que el modelo no representa los valores mínimos en BA, ni los picos máximos en BB. En febrero se encontró la mayor sobreestimación (NMBE = 128 %) en BA y la mayor subestimación (NMBE = 86 %) en BB. El O₃ (solo disponible en BB) está bien reproducido por el modelo con concentraciones sobreestimadas en solo 5-7 ppb. Se encontró el mejor R (0,70) para febrero. En las concentraciones de SO₂ (solo disponibles en BB) se encontró una línea base muy cercana a cero tanto en las observaciones como en los cálculos. Se encontraron subestimaciones de hasta 22 % para febrero y sobreestimaciones hasta de un 10 % en septiembre. Las concentraciones de CO (solo disponibles para BA) son en general sobreestimadas por el modelo en ambos períodos con un MBE aproximado de 0,22. Los niveles del PM10 son reproducidos por el modelo con sobreestimaciones promedio de 41% para febrero y 26 % para septiembre. Alrededor del 11 de septiembre el modelo muestra un pico en ambas estaciones (mucho mayor en la estación de BB alcanzando los 380 µg m⁻³), lo cual podría indicar aerosoles generados en un episodio de incendios y/o efectos de transporte de largo alcance. Los resultados promedios obtenidos para las EQG y PM10 superan los estándares USEPA (Tabla 1) en pocas ocasiones (sólo en los valores modelados para NO₂ y en ambos para PM10).

CONCLUSIONES

En la comparación directa con medidas, las concentraciones calculadas con el WRF-Chem muestran resultados razonables, sin grandes diferencias (ej: órdenes de magnitud) y sin errores sistemáticos, a pesar del dominio con resolución de 27 km. La evaluación de las EQG y PM10, presentaron tendencias y comportamiento razonables, con una mejor correlación para el O₃ en febrero y el CO en septiembre (R=0,58 y 0,70, respectivamente). Se encontraron sobreestimaciones en BA y subestimaciones en BB, debido principalmente a la incapacidad del modelo de simular los picos máximos para las EQG. Para PM10 se encontraron resultados razonables. Finalmente, se concluye que usando el WRF-Chem se obtienen mapas regionales de las EQG y PM10 consistentes con las mediciones en superficie. Se espera un mejor acuerdo en los dominios hijos debido a la mejor resolución (D02: 9 km y D03: 3km).

AGRADECIMIENTOS

CONICET, FONCYT, SeCyT (UNC).

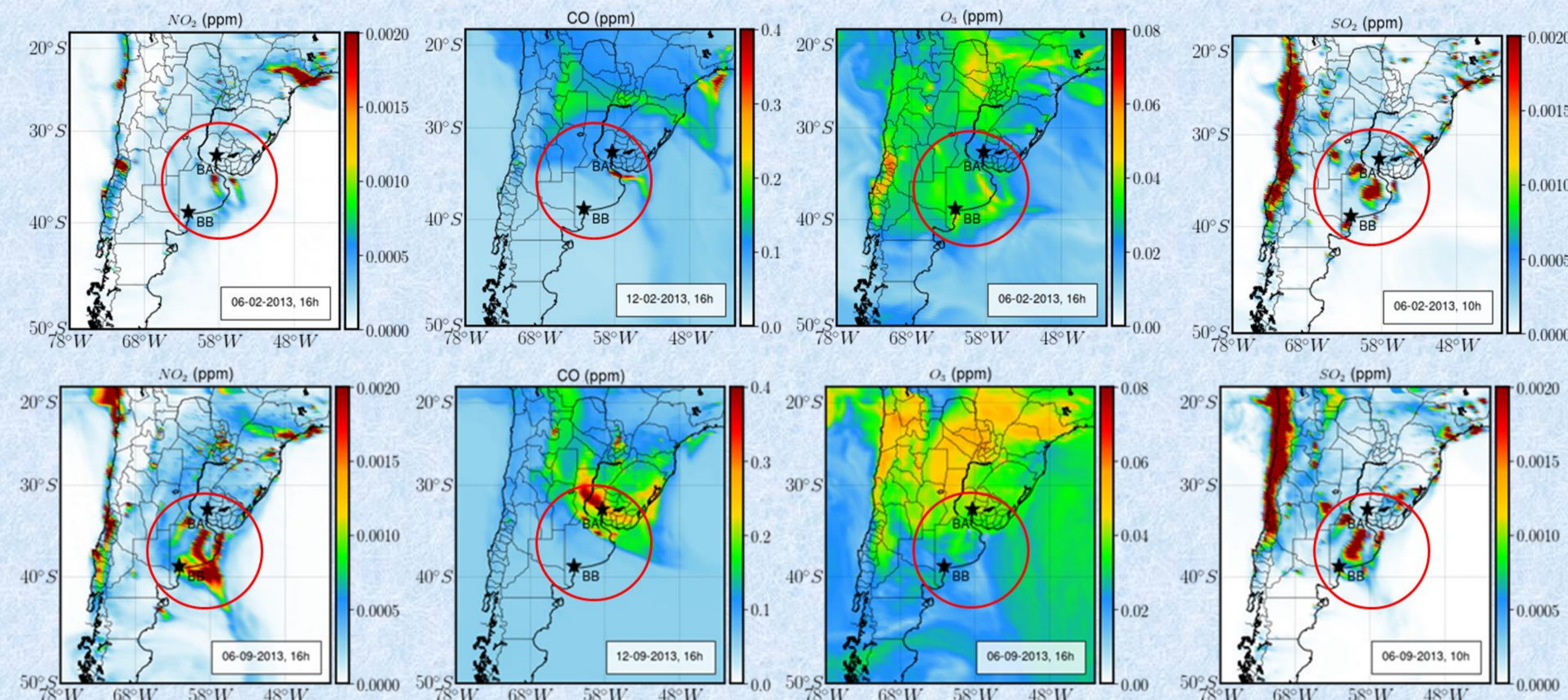


Figura 4. Mapa de especies químicas gaseosas (CO, NO₂, SO₂ y O₃) obtenido con el modelo WRF-Chem para días y horas seleccionadas en febrero y septiembre de 2013. Las estrellas negras en el mapa corresponden a las estaciones BA y BB.

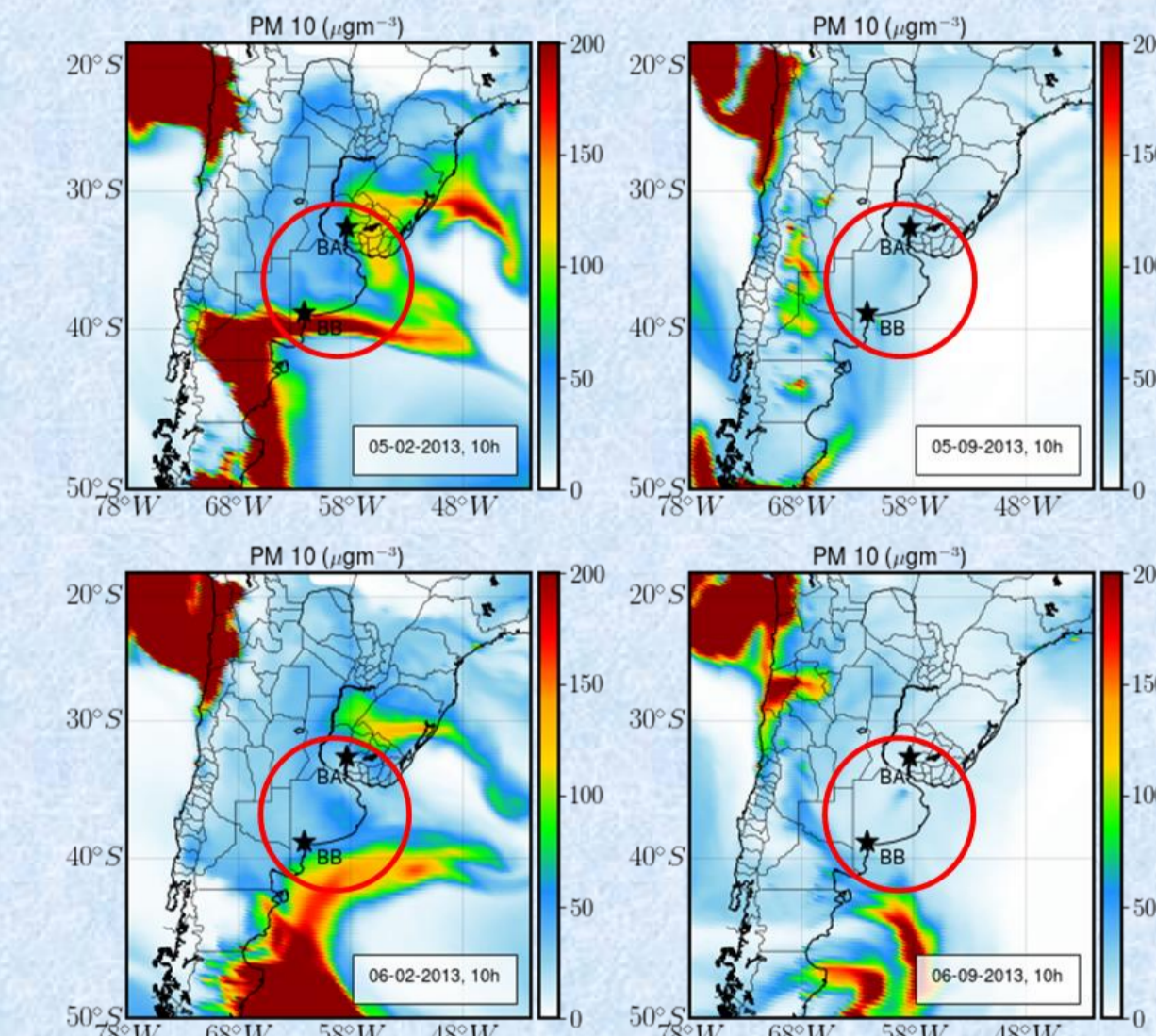


Figura 5: Concentración de PM10 (µg m⁻³) obtenido con WRF-Chem para los días 5 y 6 de febrero y septiembre de 2013.

Con WRF-Chem se obtienen mapas regionales de las concentraciones de EQG y PM10 permitiendo analizar estas especies en toda la región. En la Figura 4, se muestran las EQG (SO₂, NO₂, O₃ y CO) en la región de estudio (dominio 1) a una hora fija para los días 6 y 12 de febrero y de septiembre de 2013. En general se observa que, para el día y la hora presentadas, en el mes de septiembre (invierno), hay un ligero aumento en la concentración de todas las EQG. El aumento en la concentración de CO para el mes de septiembre se encuentra al noreste del dominio (Buenos Aires y Córdoba), y puede estar relacionado con los incendios en el norte de Argentina y sur de Brasil (época de quema), que afectan hasta en un 30-40 % debido al transporte de largo alcance (2). El aumento en las especies de SO₂, NO₂ y O₃, puede estar también relacionado a los aportes de las emisiones antropogénicas locales combinados con las condiciones meteorológicas propias de cada región. Para el PM10 (Figura 5) las mayores concentraciones se presentan en febrero al Sur de Argentina y Norte de Chile y puede estar relacionado al transporte largo alcance, presencia de incendios o a sobreestimaciones del modelo por la información de entrada.

REFERENCIAS

- [1] Grell, G., Peckham, S., Schmitz, R., McKeen S., Frost, G., Skamarock, W., Eder, B.: Fully coupled "online" chemistry within the WRF model. Atmospheric Environment 39, 6957-6975, 2005.
- [2] Della Ceca, L.S., García Ferreyra, M.F., Lyapustin, A., Chudnovsky, A., Otero, L., Carreras, H., Barnaba, F., 2018. Satellite-based view of the aerosol spatial and temporal variability in the Córdoba region (Argentina) using over ten years of high-resolution data. ISPRS J. Photogramm. Remote Sens. 145, 250-267.