



**Instituto de Investigaciones Atmosféricas  
Universidad San Francisco de Quito USFQ**

**IIA USFQ**

**Congreso Anual de  
Meteorología y Calidad del Aire**

**CAMCA 2023**

*- Octava Edición -*

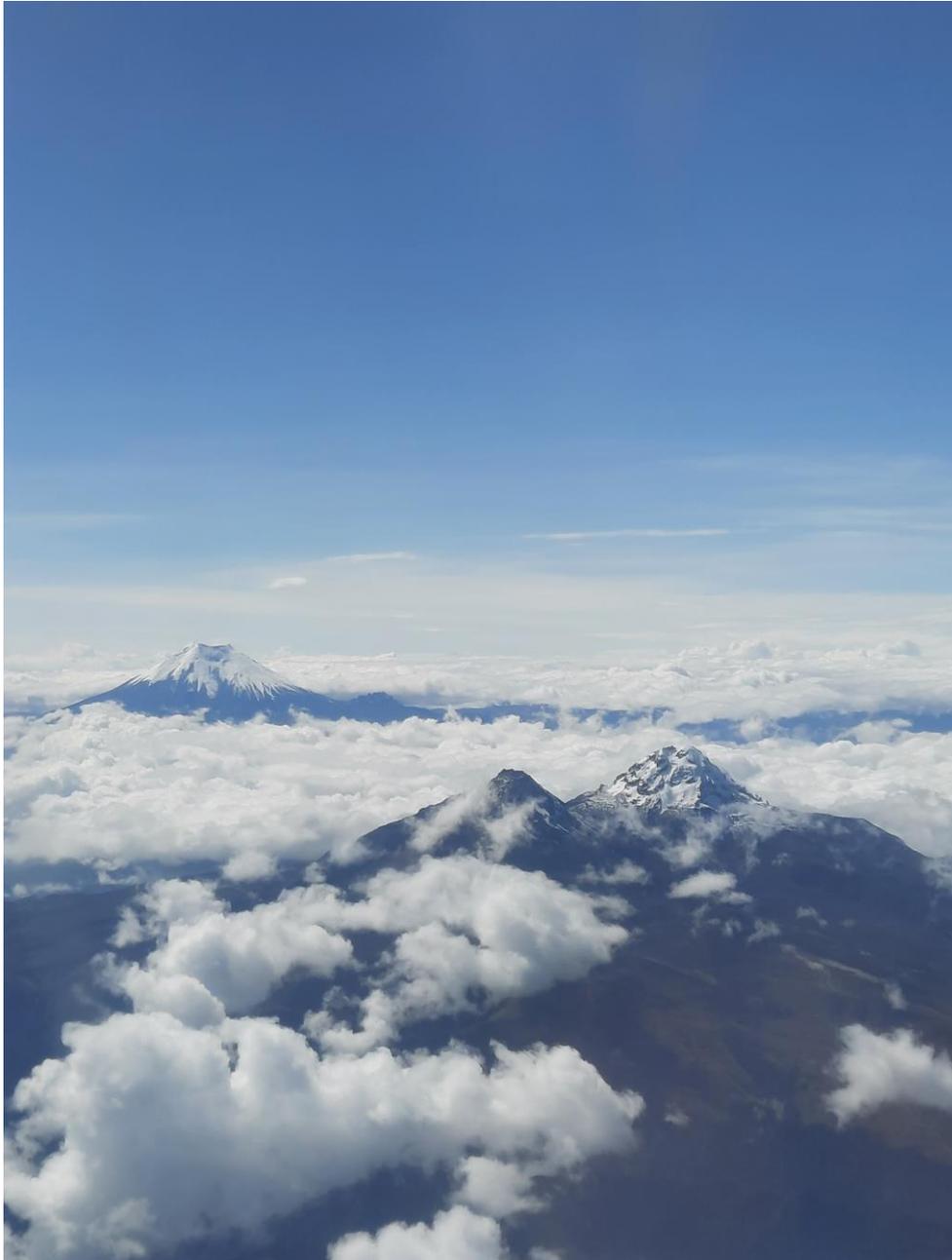
**21 de abril**

**Teatro Casa Blanca USFQ**

**08h00-17h00**

**Libro de Resúmenes**

Comité Organizador



*Foto ganadora Meteo Photo Contest CAMCA 2023: Devi Orozco*

**Editores:**

***María del Carmen Cazorla***

***Edgar Herrera***



## Contenido

Agenda.....	4
Conferencias especiales.....	7
Charlas de Participantes.....	14
Sesión de Pósters.....	20
Agradecimientos.....	28



# Agenda

## Sesión de Charlas

HORA	EXPOSITOR	TEMA
08h00 – 08h15	<b>Registro</b>	
08h15 – 08h30	<b>Bienvenida</b>	
08h30 – 09h00	Devi Orozco USFQ	Niveles de ozono en Cuenca durante eventos de descenso de temperatura diurna en el periodo 2015 - 2022
09h00 – 09h30	Jorge Palma Universidad Nacional Autónoma de México	Identificación y cuantificación de compuestos orgánicos volátiles en el aire ambiente de un sitio receptor de contaminantes de la Ciudad de México
09h30 – 10h30 <i>Keynote Talk</i>	Rodrigo Jiménez Universidad Nacional de Colombia - Bogotá	Medición y simulación de la contaminación atmosférica en un valle interandino tropical con meteorología y emisiones complejas
10h30 – 11h00	<b>Coffee Break</b>	
11h00 – 11h30	María Belén Cango González Universidad Nacional de Loja	Influencia del tráfico vehicular en la calidad del aire de la ciudad de Loja a través del biomonitoreo de Tillandsia usneoides
11h30 – 12h00 <i>Charla Especial</i>	René Parra USFQ	Simulación de la dispersión de material particulado fino (PM <sub>2.5</sub> ) durante las primeras horas del año 2022 en Cuenca (Ecuador): El efecto de adelantar las actividades de combustión
12h00– 13h30	<b>Almuerzo</b>	
13h30 – 14h15	<b>Tour de las instalaciones EMA USFQ</b>	
14h15 – 14h45	Mariana Ramos Cerón Universidad Nacional Autónoma de México	Caracterización química de PM <sub>1</sub> en la temporada seca caliente al norte de la Ciudad de México
14h45 – 15h15	Diego Escobar González EPMAPS	Curvas de intensidad, duración y frecuencia, para caracterizar eventos de lluvia extrema en los Andes Tropicales
15h15 – 15h45 <i>Charla Especial</i>	María del Carmen Cazorla USFQ	Ozono, aerosoles y agua precipitable en los Andes tropicales: identificando los productos satelitales más adecuados para la región y desvirtuando el rumor sobre un supuesto agujero de ozono tropical
15h45 – 16h00	<b>Coffee Break</b>	
16h00 – 17h00	<b>Sesión de Posters</b>	
17h00	<b>Entrega de Honor CAMCA Cierre</b>	

\* Puede haber ligeras modificaciones a la agenda, previo el día del evento.

### Sesión de Pósters 16h00 - 17h00

Póster No.	Autores	Título
<b>P1</b>	<b>Bernardo Tapia</b> , Joseph Sánchez-Balseca y José Luis Pineiros Pontificia Universidad Católica del Ecuador	Influencia de la contaminación atmosférica y factores meteorológicos en la eficiencia de Paneles solares en Quito, Ecuador
<b>P2</b>	<b>Amy Pérez, Carlos Alegría, María de los Ángeles Burgos</b> y René Parra USFQ	Comportamiento de variables meteorológicas durante 2020 y 2021 en el Cantón San Pedro de Pelileo, Tungurahua
<b>P3</b>	<b>Juan Sebastián Galecio</b> , Nicole Flores y Miguel Peña-Espinoza USFQ	Dinámica de contaminación ambiental con nematodos gastrointestinales de caballos en praderas andinas durante invierno y verano
<b>P4</b>	<b>Galo Aguirre</b> , Joseph Sánchez-Balseca y José Luis Pineiros Pontificia Universidad Católica del Ecuador	Estimación de emisiones de Dióxido de Carbono debido al tránsito urbano. Caso de estudio: Pontificia Universidad Católica del Ecuador en Quito
<b>P5</b>	<b>Edgar Herrera</b> , María del Carmen Cazorla, Elisa Sevilla y equipo Tomorrow's Cities USFQ	Precipitación en el norte de Quito: niveles esperados de lluvia extrema, tendencias y relación con desastres naturales
<b>P6</b>	<b>Manuel Mejía, Lizeth López</b> , Edgar Herrera y María del Carmen Cazorla USFQ	Monitoreo de ozono en superficie y mediante ozonosondeos en San Cristóbal, Galápagos
<b>P7</b>	<b>Daniela Chiquito, Isabela Saud, Melissa Trujillo</b> , Edgar Herrera, Rodrigo Seguel, Laura Gallardo y María del Carmen Cazorla USFQ y Universidad de Chile	Estimación de VOCs en Quito a partir de correlaciones VOCs-CO medidas en Santiago de Chile y colaboración para un estudio conjunto de fotoquímica

\* Autores presentadores en negrilla.

\*\* Puede haber ligeras modificaciones a la agenda.



## Conferencias Especiales

## Rodrigo Jiménez, PhD

---

*Departamento de Ingeniería Química y Ambiental  
Universidad Nacional de Colombia*



Rodrigo Jiménez es profesor del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia desde 2010, donde ha desarrollado 5 cursos nuevos, incluyendo el curso de posgrado “Gases de efecto invernadero y mitigación del cambio climático”, dirigido 5 tesis doctorales, 24 tesis de maestría, y fue recientemente distinguido como docente excepcional. También fue el primer director de la Escuela Doctoral de la Facultad de Ingeniería. El Profesor Jiménez es Ingeniero Químico de la Universidad del Valle con Doctorado en Ciencias Atmosféricas de la École Polytechnique Fédérale de Lausanne–Suiza (EPFL). Entre el 2004 y el 2009 fue Investigador Posdoctoral y Asociado en la Universidad de Harvard, donde codesarrollo espectrómetros láser para la medición aeroportada de gases de efecto invernadero para la NASA y NCAR, entre otros. El Profesor Jiménez ha participado en 16 campañas de medición de la calidad del aire, incluyendo 250 horas de mediciones aeroportadas. Con su grupo de investigación en la Universidad Nacional, realizaron la primera medición directa y caracterización de la turbulencia atmosférica en Colombia y del flujo de carbono en la Orinoquia colombiana, demostraron el transporte transfronterizo de contaminación por quema de biomasa desde Venezuela, y desarrollaron el plan de mitigación de emisiones del sector minero-energético colombiano, entre otros. El Profesor Jiménez es coautor de 4 libros y más de 30 artículos científicos.



## **Medición y simulación de la contaminación atmosférica en un valle interandino tropical con meteorología y emisiones complejas**

**Rodrigo Jiménez Pizarro**

Universidad Nacional de Colombia – Bogotá, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental,  
Grupo de Investigación en Calidad del Aire  
rjimenezp@unal.edu.co

El valle del Río Cauca (VRC), ubicado entre las Cordilleras Central y Occidental de los Andes, es una de las tres regiones más industrializadas y urbanizadas de Colombia. En la Sabana de Bogotá y en el Valle de Aburrá (Medellín) las emisiones más importantes son las vehiculares y por el uso industrial de energía. En el VRC son adicionalmente de gran relevancia las emisiones asociadas a la producción mecanizada de caña de azúcar, cuyo rendimiento es uno de los más altos del mundo, y las asociadas a avicultura y porcicultura intensivas, las cuales son fuentes de amoníaco y sulfuro de hidrógeno, entre otros contaminantes atmosféricos. Adicionalmente, aún se practica quema precosecha en una fracción sustancial del área sembrada con caña de azúcar. Nuestro análisis de la composición química del material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) reveló una gran complejidad de fuentes de emisión y la presencia sustancial de aerosoles formados en la atmósfera (secundarios) orgánicos e inorgánicos, en parte generados a partir de emisiones agropecuarias. A la complejidad de las emisiones hay que añadir la complejidad de la circulación atmosférica. El VRC está ubicado a ~100 km de la Costa del Pacífico colombiano, la cuenca más lluviosa del mundo. La convección en el Pacífico induce fenómenos de circulación, tales como el Chorro del Chocó y ventilación vespertina catabática, a la cual se debe añadir circulación sinóptica y vientos de valle y montaña. En este proyecto desarrollamos inventarios rigurosos y exhaustivos de emisión (18 categorías de fuentes), y aplicamos un modelo Euleriano avanzado para la simulación de la calidad del aire (WRF-CHEM), el cual, una vez validado, fue usado para entender la contribución relativa a la contaminación atmosférica de fuentes y subregiones. Discutiremos porqué esta investigación es relevante también para otros países latinoamericanos, y la pondremos en el contexto de los sistemas para el mejoramiento continuo de la calidad del aire.



## **René Parra, PhD**

---

*Director de la Carrera de Ingeniería Ambiental  
Universidad San Francisco de Quito USFQ*



Director de la carrera de Ingeniería Ambiental de la USFQ. Doctor en Ingeniería Ambiental por la Universitat Politècnica de Catalunya. Premio Extraordinario de Doctorado, en el ámbito de Ingeniería Ambiental y Sostenibilidad 2003-2004. Docente e Investigador de la USFQ. Miembro del Instituto de Simulación Computacional. Director del Grupo de Investigación sobre la Ceniza Volcánica en el Ecuador (GICVE). Líneas de investigación: contaminación del aire, inventarios de emisiones atmosféricas, dispersión de contaminantes y ceniza volcánica.



## **Simulación de la dispersión de material particulado fino (PM2.5) durante las primeras horas del año 2022 en Cuenca (Ecuador): El efecto de adelantar las actividades de combustión**

**René Parra<sup>1\*</sup>, Claudia Saud<sup>1</sup>, Claudia Espinoza<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad San Francisco de Quito

<sup>2</sup>Red de monitoreo de calidad del aire de Cuenca, EMOV EP.

\*rrparra@usfq.edu.ec

El uso de fuegos artificiales y quema de años viejos incrementan los niveles de PM2.5, con impactos directos en la salud pública. Las emisiones de estas fuentes se generan principalmente luego de la medianoche, durante las primeras horas del año nuevo. En estas horas, la capacidad de la atmósfera para dispersar los contaminantes del aire es limitada, y como consecuencia, se generan niveles altos de PM2.5. Durante el 1 de enero de 2022, en Cuenca (Ecuador) se registraron concentraciones (máximo promedio en 24 horas) entre 27.3 y 40.6  $\mu\text{g m}^{-3}$ , valores mayores al nivel recomendado por la OMS (15  $\mu\text{g m}^{-3}$ ). Una opción para reducir estas concentraciones consiste en adelantar las emisiones a periodos anteriores a la medianoche. Para analizar esta opción, se estimaron las emisiones de PM2.5, debido al uso de fuegos pirotécnicos y quema de años viejos, para festejar el inicio del año 2022. Estas emisiones, sumadas al aporte de otras fuentes de fondo, fueron utilizadas para simular numéricamente la dispersión del contaminante durante el 31 de diciembre de 2021 y 1 de enero de 2022, por medio del modelo Weather Research and Forecasting with Chemistry (WRF-Chem V3.2). Los resultados indicaron que las concentraciones en las seis estaciones de Cuenca que miden PM2.5, fueron aceptablemente modeladas. Adicionalmente, se realizaron experimentos numéricos, asumiendo que las emisiones se adelantan a las 18:00 o 21:00. Los resultados indicaron descensos entre 51.4 y 33.2% en comparación con el escenario de emisiones a las 00:00 del 1 de enero de 2022. Se desarrollaron experimentos similares para los días 31 de diciembre de 2016 hasta 2020. Los resultados indicaron que si las emisiones por el festejo del año nuevo hubiesen empezado a las 18:00 se hubiesen generado concentraciones menores entre 21.4 y 61.0%, con relación al escenario de referencia. Si las emisiones hubiesen empezado a las 21:00, las concentraciones hubiesen sido entre 2.3 y 40.7% más bajas. Las menores concentraciones para los escenarios hipotéticos se producen por una mejor capacidad de la atmósfera para dispersar el PM2.5 en periodos anteriores a la medianoche. Adelantar la quema de años viejos y fuegos pirotécnicos a horas anteriores a la medianoche constituye una opción para reducir el impacto en la calidad del aire, de las actividades de combustión para recibir el año nuevo.

## **María del Carmen Cazorla, PhD**

---

*Directora del Instituto de Investigaciones Atmosféricas  
Universidad San Francisco de Quito USFQ*



Dirige el Instituto de Investigaciones Atmosféricas de la Universidad San Francisco de Quito (IIA USFQ) en Ecuador, en donde es profesora e investigadora desde 2012. Entre 2010 y 2012 realizó un Postdoctorado en la NASA (Goddard Space Flight Center), luego de obtener su doctorado en Meteorología en Penn State University (2010). Obtuvo su Maestría en Control de la Contaminación Ambiental en la misma universidad, como becaria Fulbright del Ecuador. Sus intereses de investigación son las mediciones in situ de ozono a bordo de globos de gran altitud, los mecanismos físicos y químicos que influyen en el origen y transporte de los contaminantes atmosféricos, los procesos de capa límite planetaria y el monitoreo de la composición atmosférica con sensores remotos de tierra y satelitales. Actualmente es la Investigadora Principal en el Ecuador de dos proyectos en colaboración con la NASA, con estaciones en los campus USFQ de Quito y Galápagos: AERONET (Aerosol Robotic Network) y SHADOZ (Southern Hemisphere Additional Ozonesondes).



## **Ozono, aerosoles y agua precipitable en los Andes tropicales: identificando los productos satelitales más adecuados para la región y desvirtuando el rumor sobre un supuesto agujero de ozono tropical**

**María del Carmen Cazorla<sup>1\*</sup>, David Giles<sup>2,3</sup>, Edgar Herrera<sup>1</sup>, Luis Suárez<sup>4</sup>, Rene Estevan<sup>4</sup>, Marcos Andrade<sup>5</sup>, Álvaro Bastidas<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Universidad San Francisco de Quito USFQ, Ecuador. <sup>2</sup>SSAI, <sup>3</sup>GSFC. <sup>4</sup>Instituto Geofísico del Perú.

<sup>5</sup>Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. <sup>6</sup>Universidad Nacional de Colombia – Medellín.

\*mcazorla@usfq.edu.ec

Ante la actual coyuntura de rápido cambio en la composición atmosférica global, es crítico monitorear gases traza y aerosoles en la región de los Andes tropicales, densamente urbanizada y altamente vulnerable al cambio climático. Dada la escasa densidad de mediciones in situ y sensores remotos destacados en superficie, las mediciones satelitales de columna de ozono, aerosoles y agua precipitable tienen una importancia crucial para nuestra región. Sin embargo, los esfuerzos por incorporar a los Andes tropicales en validaciones sistemáticas de productos satelitales han sido escasos, aun cuando su formidable complejidad topográfica lo demanda. Así, localmente confiamos en juegos de datos de sensores espaciales considerados bien calibrados, aunque con datos mayoritariamente del hemisferio norte. En este trabajo evaluamos los productos satelitales y reanálisis más usados para monitorear regionalmente la columna total y troposférica de ozono e identificamos los productos que mejor se adaptan a la región. Para el efecto, cuantificamos las diferencias entre los datos remotos y medidas in situ de ozono sondeos lanzados entre 2014-2021 desde la Estación de Mediciones Atmosféricas (EMA) de la USFQ. Destaca una considerable sobreestimación de columna de ozono medida por el sensor TROPOMI (satélite Sentinel-5P), mientras que el instrumento OMPS, a bordo del satélite Suomi NPP, arroja la mejor comparación. Dentro de este contexto, se presentará una discusión, sustentada en la última evidencia científica, que desvirtúa un rumor reciente sobre la existencia de un agujero de ozono en el trópico. Adicionalmente, presentamos una visión integrada de profundidad óptica por aerosoles, a lo largo del trópico andino, medida por la red AERONET (Aerosol Robotic Network) en las ciudades de Medellín, Quito, Huancayo y La Paz. Identificamos los eventos evidentes de advección de quema de biomasa, así como las zonas en donde los Andes tropicales se oponen, como una barrera mecánica, a dicha advección. La columna precipitable de vapor de agua medida por AERONET también es evaluada a lo largo de la región y comparada contra mediciones de los sondeos de Quito. Se discutirán las implicaciones de los cambios en la composición de los mencionados constituyentes atmosféricos, respecto del riesgo climático que representan para la región.



## Charlas de Participantes



## Niveles de ozono en Cuenca durante eventos de descenso de temperatura diurna en el periodo 2015 – 2022

Devi Orozco<sup>1,\*</sup>, René Parra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Ciencias e Ingenierías, Universidad San Francisco de Quito

\* devi.sarai@hotmail.com

El ozono ( $O_3$ ) troposférico es un contaminante secundario de la atmósfera que se genera por mecanismos de reacción fotoquímicos de contaminantes primarios, bajo la presencia de luz ultravioleta (UV). Generalmente, las concentraciones de  $O_3$  en la superficie alcanzan niveles altos en horas de mayor temperatura y radiación solar, y llega a niveles bajos durante la noche. El 9 de noviembre del 2020, la red de monitoreo de calidad del Aire de Cuenca (EMOV-EP) registró un descenso importante en la radiación solar y temperatura, del orden de  $217.1 \text{ W/m}^2$  y  $14.1 \text{ }^\circ\text{C}$  respectivamente al mediodía, en relación con días anteriores. Durante la madrugada de este día, se registraron concentraciones horarias altas de  $O_3$  (de  $20.1$  a  $37.3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ) en comparación con las concentraciones típicamente medidas en el mes de noviembre a estas horas del día (de  $12.6$  a  $19.2 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ). A partir de los registros de meteorología y de calidad del aire del periodo 2015 a 2022, identificamos 54 eventos similares. Estos eventos fueron más frecuentes en los últimos años del periodo 2015 - 2022, y se presentaron mayoritariamente entre junio y septiembre. La mediana de los registros horarios de temperatura al medio día durante estos días fue  $3.8 \text{ }^\circ\text{C}$  menor con respecto a los otros días del mismo mes ( $15.1 \text{ }^\circ\text{C}$  en días atípicos,  $18.9 \text{ }^\circ\text{C}$  en días regulares). Los descensos de temperatura diurna, se registraron conjuntamente con descensos de la radiación solar ( $324.6 \text{ W/m}^2$  en días atípicos,  $571.4 \text{ W/m}^2$  en días regulares). Adicionalmente, la mediana de la concentración horaria de  $O_3$  fue mayor entre las 00:00 y las 04:00 (de  $30.6$  a  $33.1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  en días atípicos, de  $14.5$  a  $14.6 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  en días regulares). La identificación de días con descensos marcados de temperatura diurna, acompañados de mayores niveles de  $O_3$  durante la madrugada en Cuenca, plantea inquietudes acerca de sus causas y de su ocurrencia en otras regiones del país que requieren ser estudiadas a profundidad.

**Palabras Clave:** Variables meteorológicas, días fríos, frecuencia, madrugada, concentración horaria, mediana,  $O_3$ .



## Identificación y cuantificación de compuestos orgánicos volátiles en el aire ambiente de un sitio receptor de contaminantes de la Ciudad de México

Palma-Jaimes J.<sup>1,\*</sup>, Hernández-Camarillo M.<sup>1</sup>, Misztal P.<sup>2</sup>, Amador-Muñoz O.<sup>1,&</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Especiación Química de Aerosoles Orgánicos Atmosféricos. Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>2</sup> Universidad de Austin, Texas

\* jorgepalma2703@gmail.com, & oam@atmosfera.unam.mx

Los compuestos orgánicos volátiles (COVs) juegan un papel importante en la contaminación atmosférica de la Ciudad de México (CDMX), siendo emitidos (biogénicos y antropogénicos) y formados en la atmósfera. Algunos son tóxicos y, al reaccionar con oxidantes atmosféricos, generan agentes foto-oxidantes, aumentan la concentración de ozono y forman aerosol orgánico secundario (SOA).

En este estudio, se determinaron COVs al suroeste de la CDMX. Las campañas de medición fueron del 12 al 18 de diciembre, 2021 (temporada seca fría) y del 3 al 15 de abril, 2022 (temporada seca cálida). Las mediciones se realizaron cada 10 segundos por transferencia de protón y espectrometría de masas con tiempo de vuelo (PTR-ToF-MS, Vocus 2R). Se llevó a cabo la identificación y estimación de COVs empleando el método de “peaklist calibration”.

Se encontraron aldehídos, cetonas, aminas, aromáticos, alcoholes y terpenos, principalmente. El 75 % del total de COVs mostraron concentraciones entre 0.01 y 1 ppb, el 12 % entre 1 y 10 ppb, mientras que el 7 % fueron superiores a 10 ppb. Los compuestos más abundantes en diciembre y abril fueron C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>N (10.8 y 38 ppb), C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O (44.8 y 58.4 ppb), C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O (25.3 y 10.1 ppb), CHN (0.3 y 41.6 ppb), CHNO (0.6 y 10 ppb), CH<sub>3</sub>NO (1.9 y 27.2 ppb) y CH<sub>3</sub>OH (5 y 71.5 ppb), respectivamente. Se mostrará la variación horaria, así como la comparación entre temporadas. La información generada incrementará el conocimiento sobre la dinámica atmosférica, fuentes de emisión y procesos de formación secundaria en la atmósfera.

Agradecimientos al proyecto CONACyT – Infraestructura, No. 300618. PJ-J agradece la beca de maestría al CONACyT No. 1143260.

**Palabras Clave:** PTR-TOF, compuestos orgánicos volátiles, calidad del aire, Ciudad de México.



## **Influencia del tráfico vehicular en la calidad del aire de la ciudad de Loja a través del biomonitoreo de *Tillandsia usneoides*.**

María Belén Cango-González<sup>1,\*</sup> y Vinicio Alvarado-Jaramillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja.

\* mabelcango8@gmail.com

Las emisiones provenientes del tráfico vehicular tienen una relación directa con el incremento del parque automotor. Es por ello que, existió la necesidad de estudiar la inferencia que tiene el tráfico vehicular en la calidad del aire de la ciudad de Loja mediante biomonitoreo de *Tillandsia usneoides* (L) un organismo bioacumulador que habita conjuntamente con las especies arbóreas distribuidas en las principales vías de la ciudad de Loja; a la par, se tomaron muestras de polvo sedimentable en colectores pasivos, y se empleó un sensor de PM 2,5 adaptado a una placa Arduino que registró este contaminante en los 12 puntos de muestreo que se subdividieron: norte (3), centro (3), sur (3) y punto de control (3). El tiempo de muestreo para PM y para polvo sedimentable se estimó para dos meses y medio, mientras que, el biomonitoreo consistió en la toma de 60 muestras, cinco muestras por los 12 puntos de muestreo. Los resultados obtenidos demostraron que, la calidad del aire en la ciudad de Loja se encuentra dentro del rango bueno que va de 0 a 50 unidades según el Air Quality Index (AQI) para material particulado, no obstante, al realizar el análisis en laboratorio para polvo sedimentable, en la zona norte, específicamente en el punto 11 correspondiente a “Las Pitas” las concentraciones exceden el límite máximo permitido por la normativa nacional (1 mg/cm<sup>2</sup> durante 30 días), esto puede deberse a que, es un paso de transporte pesado y existe gran afluencia de vehículos por ser una zona comercial. De la misma manera, al realizar el análisis de plomo, cobre y cadmio en *Tillandsia*, se pudo observar que las concentraciones absorbidas son muy bajas, por lo que, se puede inferir que, en los puntos de muestreo no se generan altas concentraciones de estos metales que son provenientes principalmente del tráfico vehicular.

**Palabras Clave:** Biomonitoreo, Tráfico vehicular, Material particulado, Metales pesados, Contaminación atmosférica.



## Caracterización química de PM<sub>1</sub> en la temporada seca caliente al norte de la Ciudad de México

Ramos-Cerón Mariana<sup>1,\*</sup>, Martínez-Domínguez Y. Margarita<sup>1</sup>, González-Aguayo Armando<sup>2</sup>, Rivera-Hernández Olivia<sup>2</sup>, Retama-Hernández Armando<sup>3</sup>, Amador-Muñoz Omar<sup>1,¥</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Especiación Química de Aerosoles Orgánicos Atmosféricos, Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>2</sup> Dirección de Calidad del Aire, Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno de la Ciudad de México.

<sup>3</sup> Independiente.

\* mariana.ramos@atmosfera.unam.mx, ¥ oam@atmosfera.unam.mx

Conocer la composición química de las partículas atmosféricas es fundamental para identificar fuentes de emisión, procesos de formación, y evaluar sus efectos en salud y clima.

En este estudio se determinó de manera continua la concentración de iones nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), cloruro (Cl<sup>-</sup>) y la fracción orgánica no refractaria (OA) en partículas menores a 1 μm (PM<sub>1</sub>), empleando el monitor de especiación química de aerosoles (ACSM), y de carbono negro equivalente (CNe) con el extinciómetro fotocústico (PAX). Así como la concentración de PM<sub>1</sub> con el monitor Grimm EDM-180 y monóxido de carbono (CO) con un Teledyne-API T300. Las mediciones se llevaron a cabo del 12-31 de mayo de 2022, en un sitio al norte de la Ciudad de México, rodeado de zonas residenciales, industriales y comerciales.

La mediana de la concentración de PM<sub>1</sub> fue 19 μg m<sup>-3</sup>, con valores máximos entre 7-10h. Las PM<sub>1</sub> representaron el 80% de las partículas menores a 2.5 μm y presentaron altas correlaciones (Spearman, R>0.7, p<0.05) con OA, CNe, CO y NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

La fracción orgánica fue el componente más abundante con mediana {P5, P95} de 8.3{3.3,20.5} μg m<sup>-3</sup>, lo que representó el 48{25,82} % de la masa de las PM<sub>1</sub>. Las concentraciones máximas se observaron entre 06-12h, con posible origen vehicular y formación secundaria (R>0.7, p<0.05, con CO y NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). El segundo contribuyente fue el CNe con 2.4{1.3,4.3} μg m<sup>-3</sup>, con aporte de 13{7,28} %, y concentraciones máximas entre 06-08h, con posible origen vehicular. La concentración de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> fue 2.1{0.7,4.8} μg m<sup>-3</sup> con 11{5,34} % de aporte, sin variación horaria y una importante contribución de origen regional. La concentración de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> fue 1.2{0.2,5.1} μg m<sup>-3</sup> y de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 1.3{0.4,3.0} μg m<sup>-3</sup>, con 6{3, 20} % y 6{3,19} % de contribución, respectivamente. Ambas con concentraciones máximas entre 09-12h y posible origen secundario. El Cl<sup>-</sup> mostró 0.04{0.01,0.18} μg m<sup>-3</sup> con tan solo 0.3{0.1,0.8} %. Presentando máximos entre 06-09h y posible contribución de origen primario.

Se logró identificar alrededor del 84% de las especies que contribuyeron a la masa de las PM<sub>1</sub>, cuya proporción coincidió con lo descrito por estudios previos en el mismo sitio. Sin embargo, las concentraciones fueron menores a las reportadas históricamente, probablemente por las restricciones parciales asociadas con la pandemia COVID-19 vigentes durante el estudio.

**Palabras Clave:** CDMX, PM<sub>1</sub>, composición química, ACSM.



## Curvas de intensidad, duración y frecuencia, para caracterizar eventos de lluvia extrema en los Andes Tropicales

Diego Escobar-González <sup>1,\*</sup>, Mélangy S. Singaña-Chasi <sup>2</sup>, Juan González-Vergara <sup>3,4</sup>, Bolívar Erazo <sup>1,5</sup>, Miguel Zambrano <sup>6</sup>, Darwin Acosta <sup>7</sup>, Marcos Villacís <sup>8</sup>, Mario Guallpa <sup>1</sup>, Braulio Lahuatte <sup>3</sup> and Diego H. Peluffo-Ordóñez <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Gestión de Recursos Hídricos, Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, EPMAPS Agua de Quito

<sup>2</sup>Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Central del Ecuador

<sup>3</sup>Fondo para la Protección del Agua, FONAG, Mariana de Jesús N32 y Martín de Utreras

<sup>4</sup>SDAS Research Group

<sup>5</sup>Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI

<sup>6</sup>Departamento de Ciencias Exactas, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

<sup>7</sup>Centro de Control Red Monitoreo Aire, Secretaría de Ambiente

<sup>8</sup>Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental & Centro de Investigación y Estudios en Ingeniería de los Recursos Hídricos, Escuela Politécnica Nacional

\*diego.escobar@aguaquito.gob.ec, diego.p.escobar.g@gmail.com

Una práctica ampliamente utilizada para el estudio de los eventos de precipitación extrema es utilizar inferencias estadísticas sobre la Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF) de la lluvia. A pesar de su gran utilidad, la selección de los datos y la metodología adecuada para caracterizar eventos extremos de lluvia en el área urbana de las ciudades andinas de gran altitud, sigue siendo un tema abierto para especialistas y tomadores de decisiones. En este sentido, el presente trabajo desarrolla una aproximación para construir una caracterización de la lluvia extrema en la microcuenca El Batán en Quito-Ecuador, la cual es gran interés ya que incluye zonas de riesgo de desastres y diversa infraestructura urbana y de servicios. Los datos utilizados aquí contienen información del año 2000 a 2022, a escala subhoraria es decir cada 5 minutos, de 12 estaciones meteorológicas pertenecientes a la Red de Monitoreo Hidrometeorológica Telemétrica de la EPMAPS y Secretaría de Ambiente de Quito. Luego, se demuestra que la mejor función de distribución acumulada que se ajusta a los datos extremos de lluvia, es la Gamma, posteriormente se utiliza una función de distribución acumulativa de tipo potencial exponencial de 3 parámetros, también llamada *mnp*, para mejorar la aproximación en eventos de corta duración. Finalmente, el proceso de ajuste de curvas se estima numéricamente ajustando a la ecuación de Sherman. Los resultados demostraron ser adecuados para el régimen de gran altitud, es decir la función Sherman aproximada refleja los valores de lluvia extrema registradas históricamente en la zona de estudio. Como resultado destacable, se introduce un novedoso análisis espacial basado en interpolación, que permitió identificar que, en las zonas más altas de la cuenca de estudio, se caracterizan por presentar los eventos de larga duración y baja intensidad, mientras que en las zonas bajas son propios los eventos convectivos muy intensos, pero de corta duración. Igualmente importante, al utilizar las ecuaciones IDF obtenidas, se explican con éxito eventos de lluvias extremas acaecidos en el DMQ.

**Palabras Clave:** Región andina, función de distribución acumulada (CDF), curvas IDF, intensidad de lluvia, interpolación de precipitación, ecuación de Sherman.



## Sesión de Pósters



## Influencia de la contaminación atmosférica y factores meteorológicos en la eficiencia de Paneles solares en Quito, Ecuador

Bernardo Tapia<sup>1,\*</sup>, Joseph Sánchez-Balseca<sup>1,α</sup>, José Luis Pineiros<sup>1,θ</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ciencias Químicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)

\* bntapia@puce.edu.ec, <sup>α</sup>jsanchez450@puce.edu.ec, <sup>θ</sup>jlpineiros@puce.edu.ec

La energía solar es una fuente de energía alternativa, limpia, segura, rentable y amigable con el medio ambiente. La manera de aprovechar esta energía es por medio de paneles solares. Estos convierten directamente la energía solar en energía eléctrica. Los paneles fotovoltaicos de silicio cristalino son los más usados por sus características de conductividad eléctrica y su bajo costo económico. Sin embargo, las condiciones climáticas (factores meteorológicos y contaminación atmosférica) interfieren en la producción de potencia útil producida por los paneles. Los factores meteorológicos y de contaminación del aire han sido estudiados por separado, sin embargo, son escasos los estudios que los estudian en conjunto.

En el presente trabajo se analizó la influencia horaria de variables meteorológicas como la temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ), radiación ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), humedad específica (%), y precipitación (mm); además de contaminantes atmosféricos, tales como:  $\text{SO}_4$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $\text{SO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), y  $\text{PM}_{2.5}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Los datos de dichas variables provienen de un sistema de asimilación meteorológica basado en datos satelitales (Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications version 2, MERRA-2).

Estas variables están relacionadas con la producción de potencia en función del voltaje (voltios) y corriente (amperios) proporcionado por paneles fotovoltaicos. Esta investigación se llevó a cabo en Ecuador, al norte de la capital, Quito. Las coordenadas geográficas del punto de estudio fueron: Latitud:  $-0,158553$ , Longitud:  $-78,476494$  entre el 22 de diciembre 2022 al 23 de enero 2023 (datos horarios recolectados durante 32 días de 6 AM a 18 PM).

Quito es la capital de Ecuador en Sudamérica, se encuentra a 2800 msnm en los Andes. Además, se encuentra sobre la línea ecuatorial, es decir se localiza en el trópico, donde incidencia de la radiación solar es mayor a otras regiones en el mundo. Por tanto, al estar en los trópicos, la incidencia de los rayos solares es mucho mayor que otras partes del mundo. Posee 2 estaciones principales, verano e invierno. Estos factores hacen que Quito sea un lugar atractivo para el uso de paneles solares y el estudio de los mismos.

La influencia de la contaminación atmosférica y variables meteorológicas sobre la potencia producida paneles fotovoltaicos fue modelizada utilizando un marco de Modelización Lineal General (GLM en inglés). Los datos de potencia siguieron una distribución binomial negativa, debido a su sobre-dispersión en el tiempo. El modelo obtenido alcanza un índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE) de 0,71 y un coeficiente de correlación de Pearson de 0,84. El modelo propuesto es capaz de seguir la variabilidad horaria de potencia entregada por un panel fotovoltaico.

**Palabras Clave:** contaminantes atmosféricos,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ , paneles fotovoltaicos, GLM.



## Comportamiento de variables meteorológicas durante 2020 y 2021 en el Cantón San Pedro de Pelileo, Tungurahua

Amy Pérez<sup>1,\*</sup>, Carlos Alegría<sup>1,α</sup>, María de los Ángeles Burgos<sup>1,θ</sup>, René Parra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad San Francisco de Quito

\*aperezm@estud.usfq.edu.ec, <sup>α</sup>calegria@estud.usfq.edu.ec, <sup>θ</sup>mburgosc@estud.usfq.edu.ec

Analizamos el comportamiento de variables meteorológicas proporcionadas por el GAD Municipal del Cantón San Pedro de Pelileo, en la provincia de Tungurahua. Los registros provienen de una estación meteorológica (longitud: -78.546262, latitud: -1.285874) ubicada en el cerro Nitón, en la junta parroquial El Rosario. La estación recopila información de la precipitación, temperatura, velocidad y dirección del viento. Los registros analizados corresponden a los años 2020 y 2021. Para el 2020 se registró 502.50 mm de precipitación anual, siendo noviembre el más lluvioso (87.00 mm) y febrero el más seco (13.50 mm). En agosto se registró 38.00 mm y no se observó un comportamiento bimodal, como en otras ciudades de la Sierra del Ecuador. La temperatura del día medio osciló entre 8.34 °C y 13.90 °C, presentándose las temperaturas más bajas en la madrugada y las más altas cerca de las 14:00. La temperatura más baja del año fue de 4.93 °C, registrada el 13 de julio entre las 09:00 y 10:00. El valor más alto de temperatura se registró el 6 de enero, con un valor de 20.62 °C entre las 13:00 y 14:00. En agosto, el valor mínimo fue de 5.15 °C y el valor máximo fue de 17.72 °C. El valor máximo medio anual de la velocidad del viento fue de 4.46 m s<sup>-1</sup>, registrado entre las 13:00 y 14:00, mientras que el valor mínimo anual medio fue de 1.46 m s<sup>-1</sup>, registrado entre las 05:00 y 06:00. La velocidad más alta fue de 10.10 m s<sup>-1</sup>, registrada el 9 de febrero, entre las 15:00 y 16:00. En agosto se registró una velocidad máxima de 7.57 m s<sup>-1</sup>. La rosa de vientos del año 2020 indica que el viento provenía principalmente del suroeste y sur. Para el 2021 se registró 680.00 mm de precipitación anual, siendo junio el mes más lluvioso (130.00 mm) y febrero el más seco (13.50 mm). En agosto se registró 30.50 mm y tampoco se observó un comportamiento bimodal. La temperatura del día medio osciló entre 9.09 °C y 12.22 °C, presentándose las temperaturas más bajas en horas de la noche y las más altas cerca de las 13:00. La temperatura más baja fue de 7.12 °C, registrada el 31 de enero entre las 06:00 y 07:00. El valor más alto de temperatura se registró el 16 de septiembre, con un valor de 16.12 °C entre las 12:00 y 13:00. En agosto, el valor mínimo fue de 4.00 °C y el valor máximo fue de 16.82 °C. El valor máximo medio anual de la velocidad del viento fue de 5.70 ms<sup>-1</sup> registrado entre las 14:00 y 15:00; mientras que el valor mínimo medio anual fue de 2.72 ms<sup>-1</sup>, registrado entre la 01:00 y 02:00. La velocidad más alta fue de 8.65 m s<sup>-1</sup>, registrada el 15 de junio entre las 05:00 y 06:00. En agosto se registró una velocidad máxima de 12.30 m s<sup>-1</sup>. La rosa de vientos del año 2021 indica que el viento provenía principalmente del sur. Estos registros meteorológicos serían los primeros generados en la zona de estudio. Los mismos contribuyen a entender mejor el comportamiento de la atmósfera baja en la zona andina central del Ecuador, una región con topografía compleja y con pocos registros atmosféricos. Estos registros pueden ser utilizados para verificar el desempeño en la simulación numérica de la meteorología en la zona de monitoreo.

**Palabras clave:** Temperatura, precipitación, velocidad del viento, rosa de vientos.



## **Dinámica de contaminación ambiental con nematodos gastrointestinales de caballos en praderas andinas durante invierno y verano.**

Juan Sebastián Galecio<sup>1,\*</sup>, Nicole Flores<sup>1</sup>, Miguel Peña-Espinoza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Medicina Veterinaria. Universidad San Francisco de Quito.

<sup>2</sup>Institute of Parasitology, University of Veterinary Medicine Vienna.

\*jgalecio@usfq.edu.ec

### **Introducción.**

Los nematodos gastrointestinales (GI) son causantes de graves infecciones parasitarias en caballos. En climas templados durante el invierno existe una reducción significativa en la producción de huevos (oviposición) y contaminación ambiental con nematodos. En cambio, la población parasita reinicia su oviposición al inicio de primavera, momento en el cual suelen realizarse desparasitaciones estratégicas para reducir la contaminación parasitaria en la pradera y reinfecciones en los caballos. Lamentablemente, no existen estudios de la dinámica de contaminación e infección con nematodos en caballos en áreas andinas del Ecuador, que permitan desarrollar desparasitaciones estratégicas. El objetivo de este reporte fue establecer el impacto de variables ambientales durante verano e invierno sobre la dinámica de oviposición de nematodos GI en caballos a pastoreo.

### **Material y Métodos.**

El estudio se realizó en una propiedad a 3500 msnm ubicada a las faldas de la montaña Bombolí (-0.34597444781572567, -78.71152509258572) desde el 26/08/2021 al 25/09/2022. En esa propiedad se recolectaron datos diarios de temperatura ambiental (T) y humedad relativa (HR) mediante una miniestación meteorológica. Además, quincenalmente se obtuvieron muestras fecales de 9 caballos para cuantificar el número de huevos de parásitos por gramo de heces (hpg). Los caballos tuvieron acceso a pastoreo y no fueron desparasitados antes y durante el experimento, por lo que estuvieron expuestos constantemente a reinfección con parásitos. Los datos de oviposición fueron agrupados en temporada seca y húmeda en base al número de precipitaciones por mes. Temporada seca: agosto-septiembre (2021 y 2022) con  $\leq 6$  precipitaciones/mes, y temporada húmeda: octubre-julio (2022) con  $\geq 7$  precipitaciones/mes.

### **Resultados**

Durante la temporada húmeda los valores promedio de T y HR fueron de  $9,9 \pm 1,4^\circ\text{C}$  y  $95,1 \pm 4,8\%$  respectivamente. En cambio, durante la temporada seca los valores de T y HR fueron de  $10,0 \pm 2,3^\circ\text{C}$  y  $88,1 \pm 10,0\%$  respectivamente. En la temporada seca se determinaron valores de HR más bajas ( $\sim 50\%$ ) en relación a la temporada húmeda. La oviposición durante la temporada húmeda fue en promedio de 1500 hpg (IC95% = 587-3525), disminuyendo significativamente ( $p < 0,05$ ) durante la temporada seca a valores promedio de 850 hpg (IC95% = 263-2086).

### **Conclusión**

Durante el verano existe una reducción en la oviposición de nematodos GI en caballos asociado al incremento en la desecación del ambiente en comparación al invierno. Son necesarios mayores estudios para identificar cuáles son todas las variables ambientales que inciden en la reducción de la oviposición y contaminación de praderas andinas durante el verano.

**Palabras clave:** Temperatura ambiental, humedad relativa, oviposición, parásitos, contaminación ambiental, caballos.



## **Estimación de emisiones de Dióxido de Carbono debido al tránsito urbano. Caso de estudio: Pontificia Universidad Católica del Ecuador en Quito**

Galo Aguirre<sup>1,\*</sup>, Joseph Sánchez-Balseca<sup>1,α</sup>, José Luis Pineiros<sup>1,θ</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ciencias Químicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)

\*geaguirre@puce.edu.ec, αjsanchez450@puce.edu.ec, θjlpineiros@puce.edu.ec

Dado el incremento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, se han desarrollado varios métodos un método para la medición y/o estimación de la cantidad emitida de estos gases. Uno de los métodos más usados mundialmente es la huella de carbono, el cual es un método numérico para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero de una institución (organización, empresa, industria, etc.). Uno de los parámetros que analiza la HC es el transporte diario que es requerido por miembros de una institución para dirigirse hacia y desde esta. El valor resultante del producto matemático entre el trayecto recorrido y el consumo de combustible por unidad de distancia es usado comúnmente para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> en cada viaje. Sin embargo, la distancia es una medida constante para un trayecto específico entre la institución y el punto de partida para un sujeto en específico. Es decir, que el consumo de combustible para ese trayecto y sujeto siempre será el mismo y no dependerá de variables como el tráfico. En el presente trabajo se pretende añadir una variable para tener un comportamiento dinámico de emisiones. Esta variable determinada por el tiempo que se toma en realizar un viaje puede ser una opción para describir las características de tráfico, el cual varía dependiendo de la hora y la ruta seleccionada, con el fin de obtener una aproximación más acertada del valor existente de la cantidad de CO<sub>2</sub> emitido por cada vehículo para la creación de políticas públicas sobre morbilidad y mortalidad, gestión de emisión de gases y generación de políticas públicas para temas de transporte público y privado. El presente estudio se realiza en la ciudad de Quito en Ecuador, que se encuentra a una altura de 2800 m.s.n.m aprox. La población analizada corresponde a la comunidad académica de la pontificia Universidad católica del Ecuador, (staff profesores e investigadores, staff administrativo y estudiantes), durante el año 2022. Además, si existe un gran número de vehículos, el análisis por cada uno tomaría tiempo y recursos. Se propone realizar un análisis de conglomerados (cluster analysis) para reducir el número de autos agrupándolos en un tipo específico de cilindraje, combustible utilizado y la categoría (automóvil, jeep, ómnibus, etc.) a fin de presentar una caracterización objetiva de un parque automotriz a gran escala. El presente trabajo estima que las emisiones de CO<sub>2</sub> utilizando la metodología propuesta es 1.5 veces mayor que la metodología convencional. Por lo tanto, la metodología propuesta se ajusta de mejor manera a la realidad de emisiones.

**Palabras clave:** huella de carbono, CO<sub>2</sub>, tránsito urbano, cluster analysis.



## **Precipitación en el norte de Quito: niveles esperados de lluvia extrema, tendencia y relación con desastres naturales**

Edgar Herrera<sup>1,\*</sup>, María del Carmen Cazorla<sup>1</sup>, Elisa Sevilla<sup>1</sup> y equipo

Tomorrow's Cities USFQ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad San Francisco de Quito

\*eherrera@usfq.edu.ec

El barrio Santa Rosa de Pomasqui, ubicado al norte de Quito, es lugar de frecuentes aluviones, deslizamientos e inundaciones. En el presente trabajo se evalúa la posibilidad de futuros eventos de lluvia extrema, los mismos que en repetidas ocasiones preceden a los desastres naturales antes mencionados. Para esto, se hace uso de datos de precipitación total horaria de 4 estaciones meteorológicas cercanas debido a que no existe un registro cuantitativo de las lluvias acaecidas en el sitio de estudio. Éstas son: San Antonio y Calderón (desde 2000, sin registro entre 2002-2004), junto con Carapungo y Cotocollao (desde 2004). Para rellenar los puntos faltantes en las series de tiempo de las estaciones, se recurrió a las observaciones para el sitio de la red GPM (Global Precipitation Measurement) de la NASA y así completar cerca de 22 años de datos (junio 2000 - diciembre 2021). Primeramente, se calculó la precipitación total mensual de cada estación, para luego realizar un par de regresiones lineales entre la red GPM y las estaciones de San Antonio y Calderón. Se tomó entonces el valor de la pendiente resultante como factor de escalamiento a aplicar a los datos de GPM. Similarmente, se obtuvo un segundo factor entre San Antonio y las estaciones de Carapungo y Cotocollao, de modo que se completaron los datos faltantes de estas últimas. Posteriormente, para los valores máximos mensuales de precipitación de cada estación (series de 1 hora) se ajustó una distribución generalizada de valores extremos (GEV), es decir se hallaron los parámetros de locación, escala y forma de dicha distribución; para obtener entonces valores de retorno estimados para años futuros. De esta forma, en un tiempo de retorno de 20 años se espera los siguientes eventos de lluvia extrema mensual (con una confianza del 95%): Carapungo ( $50 \text{ mm h}^{-1}$ ), Cotocollao ( $46 \text{ mm h}^{-1}$ ), San Antonio ( $32 \text{ mm h}^{-1}$ ) y Calderón ( $34 \text{ mm h}^{-1}$ ). Adicionalmente, se encontró que 13 eventos de desastres naturales ocurridos en los últimos 15 años fueron precedidos de fuertes lluvias el día del incidente (18-30 mm en el día) o en la semana previa (25-45 mm acumulado en 7 días). Finalmente, se aplicó un algoritmo de descomposición en estacionalidad y tendencia basado en LOESS (locally estimated scatterplot smoothing) para cada estación, en cuyos resultados se puede observar que en los últimos años el nivel de precipitación total tiende al alza. La investigación realizada forma parte de la iniciativa Tomorrow's Cities, que busca generar respaldo científico para la toma de decisiones en la reducción del riesgo de desastres naturales en sectores de bajos recursos.

**Palabras clave:** precipitación, lluvia extrema, distribución generalizada de valores extremos (GEV), estacionalidad y tendencia.



## Monitoreo de ozono en superficie y mediante ozonosondeos en San Cristóbal, Galápagos

Manuel Mejía<sup>1,\*</sup>, Lizeth López<sup>1</sup>, Edgar Herrera<sup>1</sup> y María del Carmen Cazorla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad San Francisco de Quito

\*manuelmejiatoro@gmail.com

La Estación de Mediciones Atmosféricas - San Cristóbal (EMA SCY) es una instalación científica ubicada en la azotea del campus USFQ Galápagos (0.895 S, 89.608 W), en donde se monitorea los niveles de ozono troposférico, estratosférico y a nivel superficial. A nivel de superficie, se utiliza el instrumento 2B Tech Model 205, de dos canales, basado en el principio de absorción UV a 254 nm, que permite monitorear la concentración de ozono en el aire ambiente. Para monitoreo en la vertical, se realizan sondeos a bordo de globos meteorológicos de gran altitud equipados con una radiosonda (iMet-4RSB) y una sonda de ozono (EN SCI 2Z). Estos instrumentos miden la concentración de ozono, presión, temperatura y humedad desde la superficie hasta 30 km de altura, llegando al pico del ozono estratosférico. Los sondeos permiten detectar el estado de los niveles de ozono, y sus cambios en el tiempo, en la atmósfera de fondo del Pacífico oriental. Hasta marzo de 2023, se han realizado 35 lanzamientos desde su inicio de operación a cargo de la USFQ, el 8 de diciembre de 2021. Asimismo, se han recopilado un total de 411 días de datos de ozono superficial hasta el 31 de marzo de 2023. En este trabajo se discutirán aspectos metodológicos y resultados del monitoreo de ozono, tanto en superficie como a bordo de globos. Respecto del monitoreo en altitud, se presentará el compendio de perfiles verticales, de los cuales se identificó cuatro sondeos con niveles altos de ozono en la tropósfera baja (0 – 7 km de altitud). Se discutirá el posible origen de las masas de aire mediante retrotrayectorias del modelo HYSPLIT y visualizaciones satelitales. Por ejemplo, el 1 de julio de 2022 se muestran vientos provenientes de Panamá a 4.3 km, debido al ciclón tropical TWO, que afectó la zona oriental y central del mar Caribe. Sobre monitoreo de superficie, los resultados preliminares muestran una diferencia estacional en los niveles de ozono entre la época lluviosa y seca, así como variaciones relacionadas con eventos meteorológicos.

**Palabras clave:** San Cristóbal, EMA-SCY, mediciones atmosféricas, ozono, modelo de dispersión, ozonsonda, Hysplit, retrotrayectorias, globos metereológicos, radiosonda.



## Estimación de VOCs en Quito a partir de correlaciones VOCs-CO medidas en Santiago de Chile y colaboración para un estudio conjunto de fotoquímica

Daniela Chiquito<sup>1,\*</sup>, Isabela Saud<sup>1,θ</sup>, Melissa Trujillo<sup>1</sup>, Edgar Herrera<sup>1</sup>, Rodrigo Seguel<sup>2</sup>, Laura Gallardo<sup>2</sup> y María del Carmen Cazorla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad San Francisco de Quito

<sup>2</sup>Center for Climate and Resilience Research (CR2), Universidad de Chile

\*dchiquitor@usfq.edu.ec, <sup>θ</sup>csaud@usfq.edu.ec

Los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) son sustancias químicas orgánicas presentes en la atmósfera, las cuales pueden ser naturales o resultar de actividades antropogénicas como el uso de combustibles fósiles, producción industrial y uso de productos químicos. El ozono troposférico se forma por la reacción entre óxidos de nitrógeno y COVs bajo la acción de la luz solar y es un contaminante regulado por la legislación ambiental. La cantidad de ozono troposférico que se forma fotoquímicamente en la atmósfera depende de la proporción entre niveles de COVs y óxidos de nitrógeno. Las áreas urbanas con altos niveles de tráfico y emisiones industriales son las principales responsables de una mayor abundancia de ozono troposférico, pero esto depende del régimen químico de producción de ozono. La medición continua de ozono y óxidos de nitrógeno en el valle urbano de Tumbaco en Ecuador y estudios previos de fotoquímica, indican que el régimen de producción de ozono en este sitio es saturado por NO<sub>x</sub>. Sin embargo, desplazamientos en la proporción de COVs/NO<sub>x</sub> pueden cambiar este régimen hacia una mayor producción de ozono en el aire ambiente, como ocurrió durante las restricciones vehiculares debidas a la pandemia. Por tal motivo, es necesario estudiar estos cambios mediante un modelo fotoquímico que incorpore niveles de COVs. La literatura demuestra que los COVs provenientes del tráfico vehicular tienen una correlación directa con los niveles de CO. Mediante una colaboración con la Universidad de Chile, estamos uniendo esfuerzos para estudiar la fotoquímica de ambas ciudades. En Santiago se realizaron medidas continuas de 25 COVs en marzo de 2021. Asimismo, se tiene medidas de CO y otros compuestos. Con estos valiosos insumos, hemos determinado las razones COVs/CO para determinar COVs en Quito, usando una técnica de escalamiento con CO medido en nuestra ciudad. Los factores de escalamiento están en el rango entre 0.00075 (benzonitrilos y furanos) a 0.01943 (metanol). En este trabajo se muestran perfiles diurnos de COVs de interés y se discute las implicaciones para el trabajo futuro de modelado fotoquímico.

**Palabras clave:** COVs, régimen de producción de ozono, tráfico vehicular, razón COVs/CO, factores de escalamiento.



## **AGRADECIMIENTOS**

El CAMCA 2023 ha sido posible gracias a:

### **Conferencista Invitado**

Rodrigo Jiménez

### **USFQ**

#### **Cancillería y Rectorado**

Diego Quiroga

Andrea Encalada

Santiago Gangotena

#### **Decanato de Investigación**

César Zambrano

#### **Decanato Politécnico**

Eduardo Alba

Cristina Camacho

Darío Niebieskikwiat

#### **IIA USFQ**

#### **Comité Organizador**

María del Carmen Cazorla

René Parra

Edgar Herrera

Isabela Saud

Daniela Chiquito

#### **Página web**

Gabriela Vaca

Franco López

#### **Además**

Gisela Sánchez (Politécnico)

Carolina Proaño (Marketing Digital - Politécnico)

Andrés Anrrango (Diseño)

Erika Morillo, Pedro Acaro y personal Planta Física