



TRABAJO INTEGRADOR

“El aporte de los árboles en la contaminación con ozono en las ciudades de Campana y Zárate, Buenos Aires”

Especialización Ingeniería Ambiental

UTN – Facultad Regional Delta

Alumna: Rosana Gloria Gutierrez

Índice.

1. Objetivo	3
2. Introducción	3
3. Fundamento y Marco Teórico	4
4. Ozono Troposférico contaminante del aire	9
5. Compuestos Orgánicos Volátiles	12
6. Método o Procedimiento	14
7. Resultados	18
9. Conclusiones.....	25
10. Recomendaciones.....	26
11. Bibliografía	27

1. Objetivo

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis del aporte de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles de las especies arbóreas en el ozono troposférico, en el ámbito urbano de la ciudad de Zárate y Campana.

2. Introducción

A nivel mundial, las personas se concentran en grandes centros urbanos, debido a las oportunidades de mejoras económicas y culturales. La contaminación atmosférica surge como uno de los problemas más relevantes en las grandes ciudades en el mundo.

La presencia de ozono troposférico o también llamado ozono ambiental en las ciudades es un problema “sin umbral” porque incluso en pequeñas cantidades en el aire, tiene efectos nocivos en la salud humana y en el ambiente. La formación de ozono troposférico es provocada principalmente por las reacciones fotoquímicas entre los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles y también por el material en suspensión. En adelante, se denominará simplemente COV a los compuestos orgánicos volátiles.

Los COV's intervienen en la formación de ozono ambiental e impactan negativamente en la calidad del aire. La contribución al ambiente de COV's ya sea por fuentes artificiales o antropogénicas como por fuentes naturales o biogénicas son de igual importancia. En adelante, se llamará COVB, a los compuestos orgánicos volátiles de origen biogénico.

Las mayores emisiones de COV's provienen de las emisiones naturales o biogénicas que ocurren predominantemente en los trópicos, mientras que, en las regiones boreales los flujos de emisión son más reducidos y estos ocurren principalmente en las estaciones cálidas. En cambio, las emisiones antropogénicas predominan en las zonas altamente pobladas, como las regiones industrializadas.

Los estudios sobre las emisiones de COVB's, comenzaron en todo el mundo alrededor del año 1980, siendo el primer informe elaborado por Zimmerman que data del año 1979 en Estados Unidos. Los primeros estudios concretos y mediciones nacieron a mediados de los años noventa, con el denominado Catálogo de Emisiones Atmosféricas Mc. Innes, en 1996. En cambio, en Europa, las mediciones comenzaron a través del Proyecto de Emisiones Biogénicas en los Países Mediterráneos (BEMA). Estos proyectos y otros que se suman en la actualidad generan información sobre las emisiones biogénicas y permiten considerar de forma integral todas las emisiones en búsqueda de estrategias para asegurar la calidad del aire.

Para conocer el papel que desempeñan las emisiones biogénicas en la formación de ozono troposférico es necesario cuantificar los niveles de las dos fuentes. Una de las principales limitaciones al momento de realizar un inventario de emisiones biogénicas es contar con los factores de emisión propios de la vegetación nativa y de los ambientes naturales.

En Argentina, se realizan numerosos estudios e inventarios de emisiones atmosféricas para la determinación de los balances nacionales de gases de efecto

invernadero y cambio climático, como también para estimar la calidad del aire en zonas urbanas o para evaluar el impacto ambiental en nuevas zonas urbanas.

En la mayoría de las ciudades argentinas, se desconoce el estado actual de la calidad del aire y son pocas las que tienen un sistema de monitoreo o vigilancia ambiental para la medición de los contaminantes del aire y, en particular, de COV de fuentes antropogénicas.

En la provincia de Buenos Aires, funciona un Centro de Monitoreo de Calidad del Aire que se vincula a una Red de Estaciones de Monitoreo públicas y privadas en varias ciudades de la provincia, por medio del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible reconocido como OPDS. El Organismo Provincial a través del centro, almacena y procesa los datos de las estaciones de manera continua las 24 horas y además recibe los datos meteorológicos locales de cada estación. Los principales contaminantes que se registran son partículas en suspensión, monóxido de carbono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, ozono, entre otros. El funcionamiento está respaldado a través de la ley Provincial N°5965 y el Decreto Provincial N° 1.074/2018. Las estaciones de monitoreo, ubicadas en las ciudades de Campana y Zárate, forman parte de la red donde se lleva adelante el presente estudio a través de un convenio entre el Organismo Provincial y el Comité Interindustrial de Conservación del Ambiente Campana-Zárate que es conocido por sus siglas C.I.C.A.C.Z.

En los programas de gestión de calidad del aire en las ciudades, la medición de los niveles de ozono troposférico y el análisis de su comportamiento vinculados a la presencia de los precursores es un factor decisivo para el desarrollo de planes de reducción de emisiones. Muchas ciudades europeas difunden a la población los parámetros del gas, generando alertas para que los ciudadanos tomen los recaudos necesarios a fin de cuidar su bienestar.

En todos los casos, los estudios de emisión de COV's en las ciudades se los vinculan a los arboles urbanos con la formación de ozono ambiental. Si bien, los árboles han emitido siempre, en la actualidad la importancia radica en la presencia de otros contaminantes que, de forma conjunta, contribuyen a la formación ozono troposférico generando impactos en el smog fotoquímico, el efecto invernadero y el cambio climático.

Este trabajo, requerimiento para obtener el título en la Especialización en Ingeniería Ambiental, en la Universidad Tecnológica Regional Delta, busca analizar si los árboles de la forestación urbana, a través de la liberación de COV's, pueden influir en el aumento de la contaminación atmosférica con ozono en las áreas urbanas de la ciudad de Campana y Zárate.

3. Fundamento y Marco teórico

Las emisiones de COV's se encuentran presentes en todos los ecosistemas y procesos naturales como el fitoplancton de los océanos, los gases derivados de la actividad de los microorganismos y la emisión de las plantas, entre otras. También se incluyen, los rayos y la quema de biomasa, que se las considera emisiones abióticas. Por ello, la composición de la atmósfera terrestre es en gran medida resultado de la actividad biológica, por la presencia de gran parte de COV's en la atmósfera (Peñuelas y Lluisa, 2003).

Los COVB's liberados por las plantas se los conocen como aceites esenciales, aceites volátiles o esencias y son mezclas de muchos compuestos orgánicos que representan pequeñas cantidades respecto al peso total de la planta. Son producidos por muchas especies vegetales en las flores, frutos, hojas, tallos y raíces. También los producen los musgos, hongos y bacterias.

Desde hace varias décadas, se ha establecido la influencia que ejercen los COVB's que sintetizan y emiten los vegetales, sobre numerosas interacciones en relación con funciones fisiológicas, ecológicas y más recientemente atmosféricas. Las plantas devuelven a la atmósfera una parte importante del carbono que asimilan, en forma de COVB's, para sus procesos bioquímicos afectando las propiedades fisicoquímicas de la atmósfera.

Los COVB's contribuyen a la carga de hidrocarburos de la atmósfera y afectan significativamente la química de la atmósfera, a través de la formación de ozono y aerosoles, la oxidación del metano o el balance del monóxido de carbono. La importancia de las emisiones procedentes de la vegetación radica en su participación en los procesos de la química troposférica, ya que según diversos inventarios, contribuyen con las dos terceras partes de las emisiones globales (Guenther et.al, 1995).

Las plantas sintetizan diversos COVB's como metabolitos, aunque no se ha dilucidado completamente la razón por la que se producen, si se ha demostrado la utilidad de estos compuestos en defensa, protección y comunicación. Estos compuestos producen cambios morfológicos y conductuales en los organismos involucrados, ya sean plantas, animales o microorganismos e incluso para la misma planta. Estas interacciones tróficas son variables entre especies, como también sus efectos ocasionados. Surgen como señales de aviso o alertas ante diferentes situaciones de la planta o de los cultivos. Se activa frente al ataque de plagas, de amenazas o para la atracción de polinizadores u otros organismos y también como señales para ubicar fuentes de comida, anidación, cría y recompensa.

La relación de estos compuestos y el clima se vincula, en parte, a que son responsables del 90% de las precipitaciones en zonas boscosas, siendo estos formados por partículas microscópicas como esporas de hongos, polen, así como también de isopreno, las cuales parcialmente fotooxidadas atraen a las moléculas de agua logrando la precipitación. Del mismo modo, otros estudios indican que los COVB's podrían proteger a las plantas contra las elevadas temperaturas y a su vez estas emisiones que aumentan con el calentamiento, podrían producir una retroalimentación positiva como negativa en la temperatura del planeta. (Peñuelas y Llusia ,2003).

Estos compuestos son producidos en los tejidos vegetales mediante diferentes rutas fisiológicas y por diversos mecanismos. Los más frecuentes son: los terpenos, los alcanos, los alquenos, los alcoholes, los ésteres, los carbonilos o ácidos.

La liberación o acumulación de estas sustancias se efectúa en los tejidos vegetales y la difusión de los COVB's se producen a través de un gradiente de presión desde el compartimento celular, con una mayor concentración relativa, hacia el aire que envuelve las hojas u órganos, donde existen menores concentraciones como consecuencia del transporte, la gran reactividad y el breve tiempo de vida de la mayoría de los compuestos. La temperatura aumenta las tasas de emisión de la mayoría de los COVB's de manera exponencial. De esta forma, se incrementa la actividad enzimática y la síntesis como la presión de vapor de estos compuestos y disminuye así, la resistencia

a la vía de difusión. El patrón de emisión depende de la fuente dentro del órgano vegetal, la trayectoria de difusión, la volatilidad de los compuestos y los factores ambientales.

Los árboles sintetizan gran diversidad de COVB's y en cantidades variables, de acuerdo a la especie, etapa de crecimiento y desarrollo como también a los factores ambientales y antrópicos. Los tipos de COVB's más frecuentes son los terpenos que se encuentra en la resina y en los compuestos aromáticos que por ejemplo, son los que le otorgan olor a las flores. El isopreno es el terpeno más emitido por las especies arbóreas, sin importar la edad, la hora del día o la especie.

En las determinaciones de COVB's, el cálculo del flujo de emisión de los vegetales se realiza través de diversas técnicas a campo y en laboratorio. A campo, en condiciones naturales la medición se basa en relación a la biomasa foliar, al tiempo de medición, a las condiciones meteorológicas y a la ubicación geográfica. En cambio, en laboratorio las técnicas que se emplean son de encierro en cámaras y micro meteorológicas, que utilizan pequeñas muestras de masa foliar.

A través de las mediciones se calculan los factores de emisión, el FE de cada especie dando valores de emisión de isopreno, monoterpenos y otros COVB's. El factor de emisión es un dato específico que vincula la cantidad liberada con la actividad del contaminante emitido a la atmósfera expresado en peso del contaminante por unidad de peso, volumen y duración de la actividad de dicho contaminante. La utilidad de los factores consiste en la valoración de la cantidad producida de estos compuestos a fin de contar con datos promedios y representativos para el cálculo de las emisiones biogénicas para el estudio de la calidad del aire. Existen varias tablas de factor de emisión de especies de árboles, plantas y cultivos que se utilizan y a modo de ejemplo se presenta la tabla 1, donde puede observar en detalle las cantidades de los compuestos orgánicos emitidos por especies.

Especie	Factores de emisión*		
	Isopreno	Monoterpeno	Otros COV
	[$\mu\text{g}/\text{g}_{\text{biom}} \cdot \text{h}$]		
Vegetación zonas áridas	0,433	0,630	0,378
Cultivos (maíz)	0,000	0,472	1,889
Cipreses o cedros blancos (<i>Cupressus</i>)	0,100	1,60	1,50
Oyameles (<i>Abies</i>)	0,1133	3,40	1,85
Pinos (<i>Pinus</i>)	0,1132	3,40	1,85
Encinos (<i>Quercus</i>)	79,30	0,227	1,848
Ailes (<i>Alnus</i>)	0,1133	0,1133	1,85
Pastizales	0,1120	0,28	0,168
Vegetación en tierras húmedas por temporal	0,1120	0,28	0,168
Eucaliptos (<i>Eucaliptus</i>)	79,30	3,40	1,85

* Índices de emisión estandarizados a 30°C y PAR de 1000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$
Fuente: Guenther et al. (1993); Guenther et al. (1994)

Tabla1. Factores de Emisión de COVB's para las especies vegetales consideradas por Velasco, 2003 en el cálculo de las emisiones biogénicas en el Valle de México.

La caracterización de las emisiones biogénicas resulta compleja debido a la diversidad de especies vegetales, a la composición y cantidad de COVB's producidos dentro de los que se incluyen compuestos oxigenados (aldehídos y cetonas), compuestos cíclicos y compuestos lineales generalmente insaturados. Las emisiones de la masa vegetal son estimadas a partir de la biomasa específica de cada ecosistema, por los factores de emisión y por algoritmos que describen la dependencia de las emisiones con la temperatura y la luz solar. Se utilizan diversos instrumentos como la teledetección de imágenes satelitales y la aplicación de modelos matemáticos.

La Emisión Global de los COVB's se estima en el orden de los 1.150 TgC. y se distribuyen según el tipo de COVB's emitidos en: 44% de isopreno, 11% de monoterpenos, 22.5% de otros COVB reactivos y 22.5 % de otros COVB no reactivos (Toro. et. al.,2001) A continuación se presenta el Gráfico A con el detalle de la distribución.

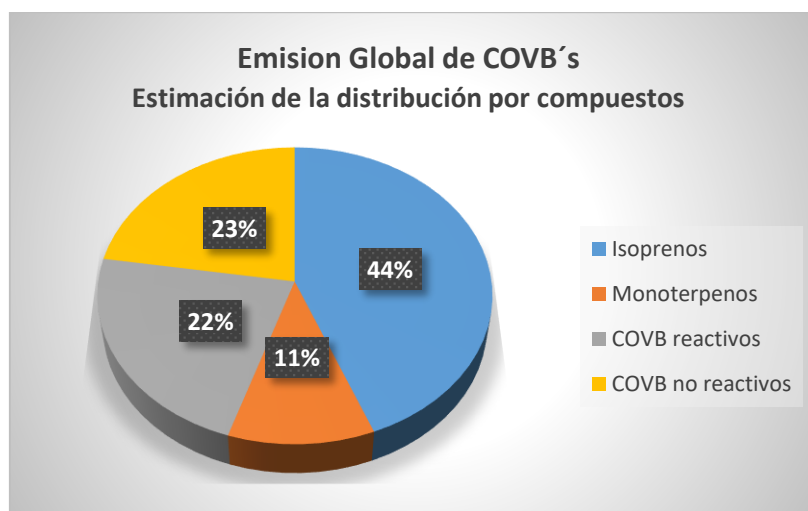


Gráfico A

Las emisiones de los bosques y selvas contribuyen de forma relevante en las emisiones globales biogénicas, como se representa en el gráfico B, con el 71% de los COVB's, mientras que el 10% del aporte corresponde a los cultivos, el 17% a los matorrales y el resto se atribuye a otras fuentes dentro de las que se pueden mencionar los océanos. (Toro. et. al.,2001)

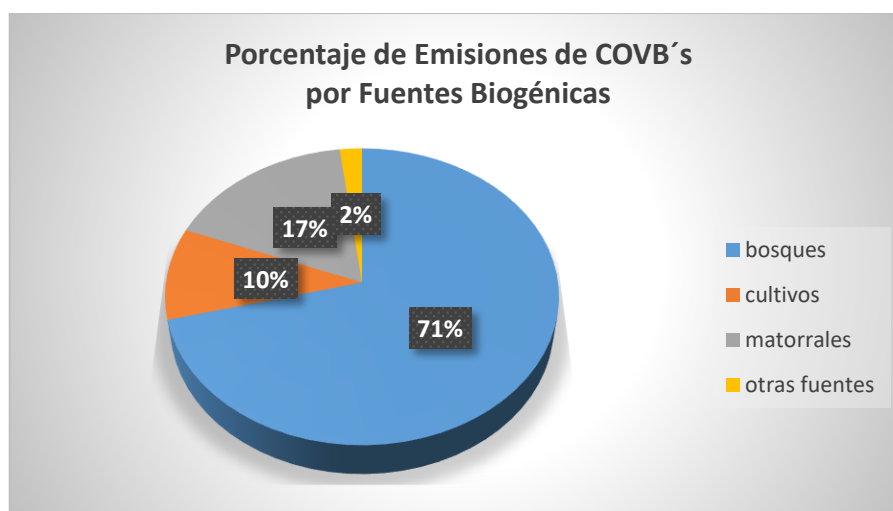


Gráfico B

Las emisiones de la vegetación urbana se combinan con las emisiones antropogénicas produciendo ozono y material Particulado, potenciando el efecto. Este potencial aumenta con el aumento de las temperaturas y pueden conducir a severos problemas con la calidad del aire en áreas densamente pobladas durante las olas de calor. (Churkina G., et.al 2017). La Figura 1, muestra la relación directa que se establece entre la luz solar, el tránsito vehicular y los árboles en la formación de ozono.

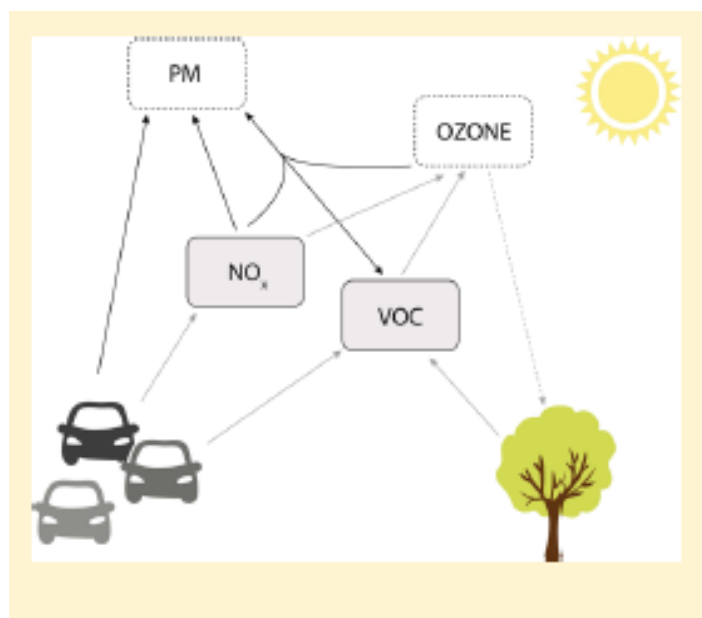


Figura 1. Fuente Churkina G. ,2017

Investigaciones de emisiones de COVB's en el arbolado urbano, del Instituto de Estudios Avanzados de Sostenibilidad de Potsdam en Alemania, determinaron que algunas especies arbóreas emiten cantidades muy pequeñas como el tilo, abedul y tulipanero a diferencia del álamo, robles, sauces y tuliperos que emiten grandes cantidades, de modo que los valores de ozono pueden llegar a ser ocho veces mayor que los generados por los árboles de baja emisión.

Otros estudios realizados en los bosques mediterráneos en Europa, señalan que el pino piñonero (*Pinus pinea* L. y la encina (*Quercus ilex*) son especies con una alta producción anual de COVB's. Nuevas investigaciones de COVB's en América del Sur, en la Universidad Técnica Federico Santa María en Chile, indican que un gran número de coníferas y árboles endémicos de Chile deberían sumarse a los inventarios de emisiones del país por las altas tasas de producción anual de COVB's.

En cuanto a la relación arbolado y salud de la población, las investigaciones muestran que existe relación entre el aumento de ozono y el consecuente deterioro del aire que impacta negativamente en la salud de la población. Un ejemplo es el estudio en seis Comunas de la ciudad de Santiago en Chile, cuyo resultado demostró que existe relación entre el tipo de especies del arbolado urbano, el ozono y el material en suspensión con las enfermedades respiratorias: asma y neumonía. Asimismo, el mismo estudio recomendó reemplazar las especies exóticas por nativas.

El arbolado urbano contribuye con importantes beneficios ambientales, sociales y económicos a la población en las ciudades. Entre las acciones que cumple se destacan

el aumento de la biodiversidad, disminución de la escorrentía de las lluvias, disminución del ruido, aporte de alimento, refugio para aves y fauna, disminución de la temperatura y actuar como filtro de los contaminantes del aire. También aumenta el valor económico de los barrios y tiene efectos positivos sobre la salud humana a través del esparcimiento, recreación, y descanso entre otros.

Las especies arbóreas que se seleccionan para los planes de plantación urbanas responden al gusto, afinidad, valor económico u otros motivos de los técnicos y profesionales que las llevan adelante, pero no se considera las interacciones entre los árboles y aún menos con la química atmosférica. En este sentido, conocer el factor de emisión de las especies arbóreas y los niveles de los contaminantes del aire en la urbe, representan una información de gran valor para generar una adecuada planificación de la forestación urbana y en zonas industriales.

La polución ambiental condiciona la salud de la población e impacta de forma negativa en la calidad de vida en las ciudades. La Organización Mundial de la Salud estimó que una de cada nueve muertes en todo el mundo es el resultado de condiciones relacionadas con la contaminación. También, en un reporte del año 2018, la Escuela Nacional de Sanidad de Madrid indica que la polución ambiental ha provocado la muerte de 93.000 personas en una década en España, responsabilizando al dióxido de nitrógeno, partículas en suspensión y al ozono. Asimismo, el Ministerio de Salud de Canadá, calculó una mortalidad cercana a los 6000 casos al año, luego de evaluar la contaminación atmosférica en ocho ciudades canadienses, cuyo componente principal fue el ozono.

En Argentina, numerosos estudios abordan la contaminación ambiental relacionada a los efectos en la salud y adquieren importancia para impulsar planes de reducción de los contaminantes. En cuanto, a la evaluación de COV's y COVB's en las ciudades aún no se ha desarrollado las mediciones de forma sostenida en el tiempo, para que los datos registrados permitan el estudio y la apreciación de los impactos que producen.

4. Ozono Troposférico contaminante del aire

La atmosfera es una capa de gases que rodea al planeta Tierra, que tiene una altura superior a los 10.000 km. Se divide en cinco capas: Troposfera, Estratósfera, Mesosfera, Termosfera y Exósfera y el 95 % de su masa se encuentra comprimida en los primeros 15 km. cercanos a la Tierra. Tiene una función vital para el desarrollo de la vida en el planeta, debido a que absorbe gran parte de las radiaciones solares, reduce las diferencias de temperatura entre el día y la noche y también actúa como un escudo protector contra los meteoritos.

El ozono se lo encuentra en la atmósfera y es una sustancia compuesta por tres átomos de oxígeno, que a temperatura y presión ambiental es un gas que desprende olores fuertes y cuando se presenta en grandes concentraciones puede volverse ligeramente azulado. Se lo emplea en diferentes usos medicinales e industriales.

De forma natural, el ozono se encuentra en la Estratósfera, en la parte superior de la atmosfera entre los 15km y los 50 km, siendo a los 25 km su máxima concentración, como puede apreciarse en la Figura 2. Por acción de la radiación ultravioleta se forma constituyendo una capa que rodea al planeta, cuya función es obstruir el paso de gran parte de la radiación ultravioleta que llega a tierra y es muy perjudicial para los seres

vivos. De igual forma, el ozono se forma y se destruye por acción de la propia radiación ultravioleta, esto genera un equilibrio dinámico.

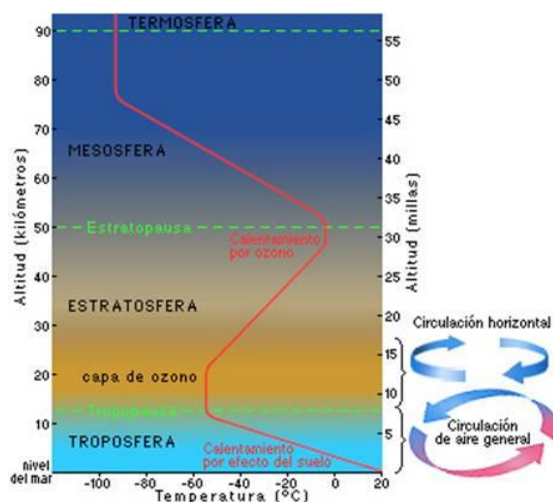


Figura 2. Diagrama general de la atmósfera (fuente Miller1991)

En sentido contrario, el ozono es tóxico cuando está presente en la región inferior de la atmósfera terrestre y cercana a la superficie, donde se localiza el aire que respiramos, en la Troposfera. En esta capa de la atmósfera, el aire circula en flujo vertical y horizontal, producidos por diferencias en presión y temperatura que dan lugar a los fenómenos meteorológicos (Figura 2). El gas es perjudicial para las personas y el ambiente.

Por ello, el aumento en la concentración de este gas en el aire que nos rodea, se considera como contaminación con ozono. Se lo denomina ozono troposférico, ozono ambiental u ozono de bajo nivel y es el principal componente del smog. Su acción perjudica a la vegetación, ya que deteriora las hojas de los árboles y plantas, reduce el rendimiento de los cultivos y el crecimiento de los bosques porque interfiere en la capacidad de almacenar y producir nutrientes, provocando que las plantas sean más susceptibles a las plagas, a otros contaminantes y a las inclemencias del tiempo. También deteriora los materiales sintéticos y el algodón, produce roturas en el caucho, acelera el desteñido en ciertas pinturas y recubrimientos.

Los especialistas de la salud indican que el gas ozono afecta las vías respiratorias, origina dolores de pecho, irritación de la garganta y de los ojos, ataques de tos, jadeo y dificultades para respirar cuando se realiza ejercicios físicos. Siendo los más vulnerables a la acción del gas son los niños, los ancianos y las personas con dificultades respiratorias. Asimismo, puede ocasionar daños permanentes en los pulmones si la exposición es de forma continua durante varios meses, siendo los más expuestos las personas que permanecen gran tiempo al aire libre..

La contaminación de ozono es un problema diurno durante los meses del verano porque la luz solar juega un papel fundamental en su formación. Este gas no se libera directamente cerca del suelo, sino que se forma mediante una intensa radiación solar con las sustancias precursoras y también en determinadas ocasiones puede descender ozono estratosférico a la superficie terrestre. El ozono troposférico, se produce en la atmósfera por reacciones químicas entre compuestos orgánicos y óxidos de nitrógeno, favorecidas por la presencia de la luz solar. El proceso comienza con las fuentes de

óxido de nitrógeno y COV a los que se los conoce como precursores principales del ozono, que reaccionan en presencia de luz solar. Estos compuestos gaseosos se mezclan como una niebla tenue en el ambiente y cuando reaccionan con la luz solar originan ozono.

Las diferentes actividades que se desarrollan en las grandes urbes y en las zonas industriales contribuyen a las emisiones antrópicas que representan la principal fuente de ozono ambiental en las ciudades. En la Figura 3, puede apreciarse las emisiones de sustancias precursoras, dentro de la ciudad, que provienen principalmente del tráfico vehicular, de las usinas de energía eléctrica, de las fábricas y lugares de quema de combustible de origen fósil. Del mismo modo, la vegetación y los árboles aportan precursores naturales en bajos niveles en consideración con los de origen antrópico en las ciudades.

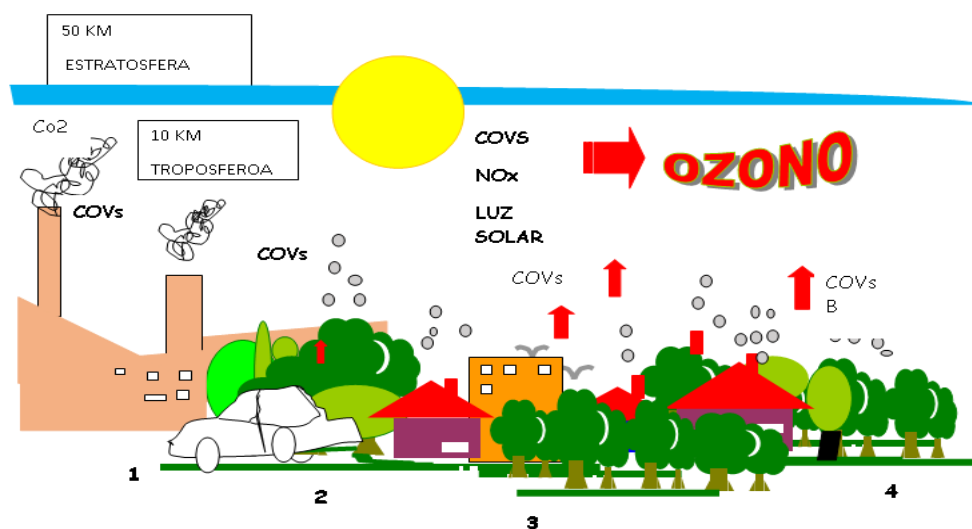


Figura 3- Fuentes de emisiones de gases precursoras de ozono troposférico: 1 Industrial, 2 Tráfico-automotor, 3 Residencial, 4 Arbolado (Fuente propia).

Existen diferentes técnicas e instrumental para medir la concentración atmosférica de ozono, que siguen métodos de medida estandarizados y regulados por normativas internacionales, lo que asegura la posibilidad de comparar los resultados procedentes de diferentes países y regiones. Los equipos de medida funcionan de manera continua y automática, ofreciendo medidas instantáneas pero en general, se suelen promediar sobre intervalos de tiempo que suelen ir de los diez minutos hasta una hora. Asimismo, las medidas horarias son las que se utilizan en la legislación. Los equipos electrónicos forman parte de la infraestructura en las redes de vigilancia de la calidad del aire, donde se integran con medidores de otros contaminantes y se complementan junto al instrumental meteorológico.

Se utilizan varias unidades de medida para indicar la concentración del ozono, se expresan en términos de la masa del gas existente en un cierto volumen de aire. De acuerdo a las normas internacionales, se utiliza como referencia un metro cúbico. Dada la pequeña cantidad de este gas presente en el aire, se suele expresar en microgramo, por ello, es común referir las concentraciones en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. También es frecuente, el uso de otra unidad para expresar las cantidades de ozono y otros gases, como la proporción de dicho compuesto en relación al propio aire en el que se encuentra, que indica las partes de ozono por millón de partes de aire, es decir ppm y también se utiliza el submúltiplo ppb, que representa mil veces inferior.

La Organización Mundial de la Salud recomienda una concentración de ozono de 100 ug/m³ como valor medio en ocho horas, pero las normas de la Unión Europea tienen como valor límite a 120 ug/m³ de ozono, valor medio en ocho horas en un máximo de 25 días al año. Han establecido como objetivo a largo plazo mantener el nivel por debajo de ese límite. Asimismo, los organismos encargados de la vigilancia ambiental realizan mediciones periódicas y tienen la obligación de difundir y alertar a la población, para tomar las medidas preventivas adecuadas cuando los niveles exceden los límites establecidos.

En Argentina, las normas de calidad del aire y contaminación se encuentran en la Ley Nacional N°20284 y Anexos I, II y III y en la Ley Nacional N°24.051 de residuos peligrosos. Asimismo, cada provincia posee facultades para adherir a la legislación nacional y para dictar las normativas necesarias para aplicar y fiscalizar el cumplimiento de las mismas en cada jurisdicción.

Las normas de calidad del aire y las concentraciones de contaminantes se establecen en el Anexo II de la Ley 20.284 como se muestra en la Tabla II de Calidad de Aire, especificado en el artículo 6° de la mencionada ley. Se fijan valores estándares en calidad de aire en seis contaminantes y considera además valores alerta, alarma y emergencia.

ANEXO II - Ley 20.284				
Contaminante (unidad)	Norma Calidad de Aire	Alerta	Alarma	Emergencia
CO (1) (ppm)	10 ppm - 8 hs	15 ppm - 8 hs.	30 ppm - 8 hs.	50 ppm - 8 hs
	50 ppm - 1 h.	100 ppm - 1 h.	150 ppm - 1 h.	150 ppm - 1 h.
NOx (2) (ppm)	0,45 ppm - 1 h.	0,6 ppm - 1 h.	1,2 ppm - 1 h.	0,4 ppm - 24 hs.
		0,15 ppm - 24 hs.	0,3 ppm - 24 hs.	
SO2 (3) (ppm)	0,03 ppm (70 ug/m ³) (promedio mensual)	1 ppm - 1 h.	5 ppm - 1 h.	10 ppm - 1 h.
		0,3 ppm - 8 hs.		
O3 (y oxidantes en general) (4) (ppm)	0,10 ppm - 1 h.	0,15 ppm - 1 h.	0,25 ppm - 1 h.	0,40 ppm - 1 h.
partículas en suspensión (mg/m ³) (5)	150 ug/m ³ (promedio mensual)	no aplicable	no aplicable	Idem
Partículas sedimnetables (6) (mg/cm ² 30 días)	1,0 mg/cm ² 30 días	Idem	Idem	Idem

Tabla II. Calidad de Aire, Anexo II Ley 20.284.

Del mismo modo, la Ley N° 5965 y Decreto Reglamentario N° 1.074/2018 de la Pcia. Buenos Aires, la Ley 1356 de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la ley N° 11.717 y Decreto Reglamentario N° 028/07 de la Pcia. Santa Fe y otras leyes provinciales abordan la calidad del aire y la contaminación fijando las normas para dar cumplimiento a la legislación nacional y también establecen valores estándares para los contaminantes.

5. Compuestos Orgánicos Volátiles

Los compuestos orgánicos volátiles llamados por su sigla COV en español y VOC en inglés, son los hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura, excluyendo al monóxido de carbono y al dióxido de carbono. Se puede considerar como COV a un compuesto orgánico que a 20°C tenga una presión de vapor igual o mayor a 0.01kPa. Presentan una cadena de carbonos con un número inferior a doce y contienen otros elementos como hidrógeno, oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno.

La normativa europea los define como compuestos orgánicos con una presión de vapor superior a 0.01kPa. a 293,15°K. Asimismo, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, conocida por sus siglas U.S E.P.A, define a los COV's como sustancias con bajos puntos de ebullición y una presión de vapor mínima de 0.13kPa. a 25°C y 101KPa. y presentan en sus moléculas uno o dos átomos de carbono. De esta manera, para la E.P.A quedan excluidos el CO, CO₂ y CH₄.

Son compuestos volátiles, liposolubles, tóxicos e inflamables. La volatilidad les confiere la capacidad de propagarse en el aire y modificar la composición química de la atmosfera provocando impactos directos e indirectos en el ambiente. Poseen una alta reactividad química en presencia de la luz solar produciendo la contaminación atmosférica conocida como smog, reducen la capa de ozono y actúan negativamente en el cambio climático. Por ello, son contaminantes del aire, precursores en la formación de ozono ambiental y representan un riesgo para la salud de las personas.

Las fuentes pueden ser de origen natural o artificial. Los COV's de fuentes artificiales o antrópicas tienen su origen principalmente en actividades industriales. Son liberados en la producción, distribución y combustión de los productos derivados del petróleo, en las centrales eléctricas, en el escape de los vehículos automotores, en los disolventes de la industria del lavado en seco, en la evaporación de los disolventes, pinturas, adhesivos, plásticos y aromatizantes. Dentro del hogar se puede encontrar fuentes de COV's en los productos de limpieza e higiene personal, en repelentes de polillas, en pinturas de muebles, en cosméticos y otros. Algunos ejemplos de estos compuestos son el propano, benceno, tolueno, butano, etileno, etano y otros.

Las emisiones naturales o biogénicas de COV's provienen de la vegetación, de los océanos, de las aguas superficiales continentales, de los sedimentos, de la descomposición microbiana del material orgánico, de los depósitos geológicos de hidrocarburos y de los volcanes. Algunos ejemplos de estos compuestos son el metano, isopreno, pineno, metanol, etileno y limoneno.

Los efectos de los COV's sobre la salud son variados y producen un alto grado de toxicidad hasta la ausencia de efectos conocidos. Estos efectos dependerán de la naturaleza de cada compuesto, del grado y del período de exposición al mismo. Los COV's se pueden clasificar según su peligrosidad en 3 grupos: extremadamente peligrosos para la salud, compuestos de clase A que producen daños al ambiente y compuestos de clase B que producen un menor impacto en el ambiente.

Algunos síntomas frecuentes ante la exposición a estos compuestos son las irritaciones de ojos, garganta y nariz, náuseas, vómitos de sangre, alergias, dolores de cabeza, dolores estomacales e intestinales, mareos, irritabilidad, fatiga, manchas en la piel, reacciones alérgicas, hinchazón. Se acumulan en diversas partes del cuerpo

humano, por la afinidad con las grasas por ser liposolubles. Incluso, a largo plazo pueden causar daños en riñones, hígado, sistema nervioso central y algunos pueden ser carcinógenos como por ejemplo el benceno.

Las distintas normativas Europeas imponen límites de emisión de los COV's a los fabricantes en los distintos segmentos industriales. En Argentina, las leyes Nacionales N° 20284 y N° 24.051, mencionadas con anterioridad, fijan los niveles límites en el aire. Son muy pocos los países que tienen proyectos de ley específicos sobre este tema, ya que la mayoría están regulados de forma general con el resto de los contaminantes.

6. Métodos o Procedimientos

Se planteó el trabajo a través 4 tres partes:

1. Registro de datos mensuales de ozono durante los años 2015 al 2019 de las Estaciones de Monitoreo en Campana y Zárate.
2. Entrevistas a la referente del área de Ambiente de la Municipalidad de Zárate y al Técnico de Monitoreo del CICACZ para saber si conocen los COVB's y si se tienen en cuenta en la selección de especies arbóreas para la forestación urbana.
3. Encuestas a un grupo de personas de la ciudad de Zárate, a fin de indagar si conocen los COVB's que liberan los árboles y si los vinculan con la calidad del aire.
4. Caracterización del arbolado urbano de las ciudades de Campana y Zárate.

Como se mencionó antes, este trabajo se realizó en las áreas urbanas de la ciudad de Campana y Zárate que forman un aglomerado urbano con una población estimada en 185.382 habitantes (INDEC, 2010). Son ciudades ubicadas a la vera del Río Paraná de las Palmas que desarrollan una destacada actividad fabril en continua expansión. Las ciudades forman un importante polo de desarrollo industrial sobre el corredor de la Ruta Nacional N° 9, que une Buenos Aires – Rosario - Córdoba y poseen varios puertos que acentúan la actividad comercial.

El crecimiento poblacional de las ciudades está relacionado con oferta de trabajo que genera de las numerosas y diversas industrias y/o servicios. Algunas industrias son muy destacadas a nivel nacional e internacional como Siderca, Toyota, Quilmes, Honda, Monsanto.

Las ciudades han desarrollado una trama urbana compleja y de amplia superficie con sectores fabriles muy próximos a las dos ciudades. En las imágenes A y B, las ciudades se las aprecia con importantes dimensiones, el río que las delinea y las divide en áreas las continentales e insulares. También las rutas nacionales y provinciales que las atraviesan e influyen el crecimiento de las zonas urbanas.



1. Registro de datos mensuales de ozono.

A través de las Estaciones de Monitoreo en la ciudad de Campana y Zárate que forman parte del Centro de monitoreo de calidad del aire del OPDS, se obtuvieron los datos de las concentraciones diarias de ozono ambiental del período que abarca los años 2015 al año 2019. También, los gráficos que detallan los días y la cantidad registrada en ppm por año y por estación de monitoreo.

Esta información se utilizó para cotejar los niveles de ozono distribuidos a lo largo del año, evaluar su comportamiento y en particular analizar el período de los meses otoño invierno que concentra la poda del arbolado urbano

Los datos fueron aportados por la Municipalidad de Zárate y el C.I.C.A.Z de la Red de Estaciones de Monitoreo de la calidad del aire que está instalada en Zárate y Campana, desde el año 2009 por el impulso del Centro Industrial Zarate Campana.

El sistema de monitoreo continuo está compuesto por tres estaciones remotas de toma de muestras, instaladas en la sede de la Municipalidad de Campana, en el Hogar Santa Teresita de la ciudad de Zárate y en el predio de la Central Termoeléctrica Manuel Belgrano, ubicada en Campana. La red cumple con tres procesos funcionales: 1- medición de los parámetros en tiempo real 2-Transferencia de los datos obtenidos a nivel municipal y provincial 3-Almacenamiento y procesamiento de los datos en la estación central y su presentación. Se registran Ozono, Dióxido de azufre, Óxidos de Nitrógeno, Monóxido de Carbono y Material Particulado o en Suspensión.

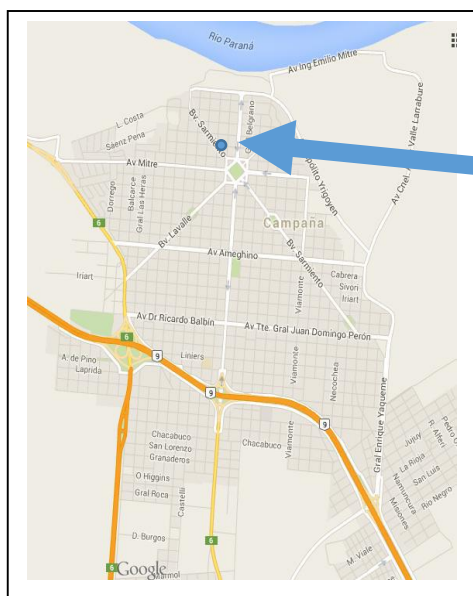
Para este trabajo sólo se tomaron los datos de dos estaciones ubicadas en el área urbana: la sede de la Municipalidad de Campana y el Hogar Santa Teresita en Zárate, de acuerdo al objetivo de estudio.

La red no mide concentraciones de COV's ni de COVB's. Por ello, se consideró al ozono para cotejar sus niveles mensualmente y de forma anual en el período mencionado para generar el análisis sobre el comportamiento del gas. Se lo considera un buen indicador para evaluar la calidad del aire y también inferir sobre el comportamiento de los contaminantes precursores.

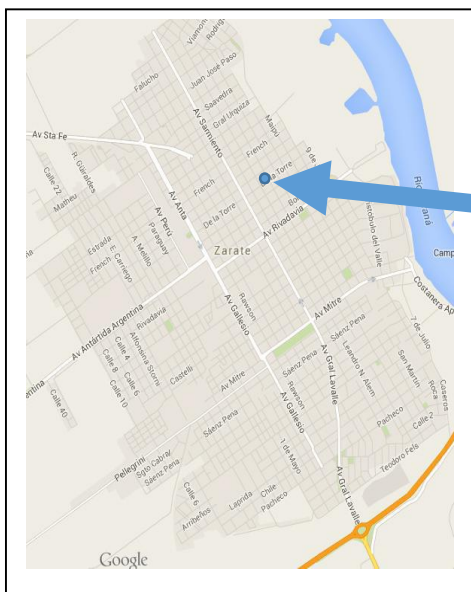
Teniendo en cuenta la estrecha relación entre los contaminantes, como ya se explicó, los compuestos orgánicos volátiles son precursores para la formación de ozono ambiental, se parte del supuesto que el aumento en la concentración de ozono se vincula de forma directa al aumento en la concentración de los contaminantes precursores tanto de fuentes móviles en la ciudad como de los aportes de los árboles. Como también, se supone que el stress del arbolado en los momentos de poda o tala durante los meses de otoño –invierno podrían emitir mayores cantidades de COVB's y esto promueve mayores cantidades o picos diarios de ozono en ese período.

Ubicación de las estaciones de Monitoreo en Campana y Zárate

Municipalidad de Campana - Campana



Hogar Santa Teresita - Zárate



2. Entrevistas

Se realizó una entrevista dirigida de tres preguntas a cada profesional, en torno al arbolado urbano y la relación de los árboles en un aumento de ozono troposférico.

Se les preguntó si conocían que los árboles emanan COVB's al ambiente, sobre el riesgo ambiental de que estos contaminantes contribuyan a un aumento de ozono ambiental en la ciudad y sobre las características de selección de especies arbóreas para los planes de forestación urbana y en zona industrial.

Con el fin de poner en evidencia lo nuevo y poco conocido sobre este tema se recurre a esta entrevista con profesionales que tienen a cargo la vigilancia en el tema ambiental y el asesoramiento a los responsables en la toma de decisiones.

3. Encuestas a la comunidad.

La encuesta se efectuó en el grupo de personas que componen la Red de huertas y Promotores del Programa Prohuerta de Zárate. Estos grupos promueven el cuidado del ambiente y la difusión de la producción de alimentos de forma amigable con el medio ambiente del partido de Zárate.

La encuesta semiestructurada, en el formato de Google Drive, se envió a más de 50 personas a través de correos electrónicos y en los grupos de Whatsapp. Se consultó con el propósito de considerar si este tema es de conocimiento en la comunidad y si genera interés o preocupación.

La encuesta permitió registrar no solo las respuestas sino también características de los encuestados, a través de datos personales como la edad, sexo, nivel de estudio. Esta información brinda un perfil de la muestra de la comunidad consultada.

La encuesta se basa en seis preguntas para identificar el nivel de conocimiento de la comunidad sobre los COVB's, los contaminantes del aire y los árboles como posibles elementos que pueden contribuir al aumento del ozono.

Como devolución de la encuesta se les envió un folleto informativo sobre los COVB y el papel que ejercen en el aumento del ozono troposférico.

4. Caracterización del arbolado urbano

No se encontró información reciente sobre censos del arbolado urbano en las dos ciudades, para recabar información sobre el número de árboles, las especies plantadas, estado sanitario, arboles podados y otros datos para analizar el mismo.

Este instrumento representa una fotografía de un momento de la masa arbórea de la ciudad y permite realizar un diagnóstico, cuantificar algunas variables obtenidas, evaluar el estado sanitario y la implementación de los planes anuales de plantación y mantenimiento. Permite el desarrollo de planes de gestión en la forestación urbana. De acuerdo a la información recabada se realizaron dos censos en la ciudad de Zárate, efectuados en el año 1997 y entre los años 2010 y 2012, pero sin publicar.

Por ello, se realizó un recorrido de observación y apreciación de la forestación urbana en las dos ciudades durante el año 2019 en los meses de mayo a septiembre, con el objetivo caracterizarlos superficialmente para un primer abordaje sobre cómo están constituidos y si las intervenciones a través de la poda son importantes en el período de otoño invierno.

8. Resultados

1. Resultados de los registros mensuales de ozono

Se presentan los gráficos con los niveles de ozono medidos en cada estación por año, en la ciudad de Zárate y Campana en el período que abarca los años 2015 al 2019. La concentración se indica en ppm y los días registrados con un promedio diario del contaminante.

De los registros de ozono troposférico surgen las concentraciones que se ubican por debajo de 0.1 ppm a excepción del año 2018, en la Estación de Campana, que registró en el mes de enero, una concentración cercana a 0.12 ppm que es el límite legal o el indicado por la normativa. Asimismo, en el sistema de Monitoreo se registran los datos de Temperatura del aire y otros para cotejar y analizar con el registro de los contaminantes.

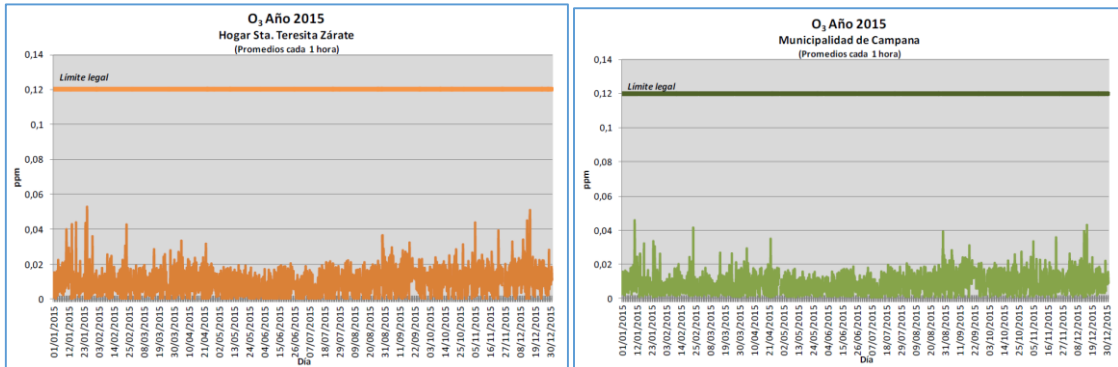
Se observa en los gráficos en cada año y por estación, que los niveles de ozono medidos durante el año oscilan de 0 a 0.04 ppm y que hay días sin registros. Del mismo modo, se registran mayores concentraciones en los meses de verano, concentrados en pocos días que superan las 0.6 ppm. Además, esos días registran elevadas temperaturas del aire.

No se aprecia niveles significativos de ozono durante el período de poda e intervenciones en el arbolado urbano, que coinciden con los meses de mayo, junio, julio y agosto. En este período, las mediciones arrojan valores bajos de ozono en los años analizados y en las dos ciudades.

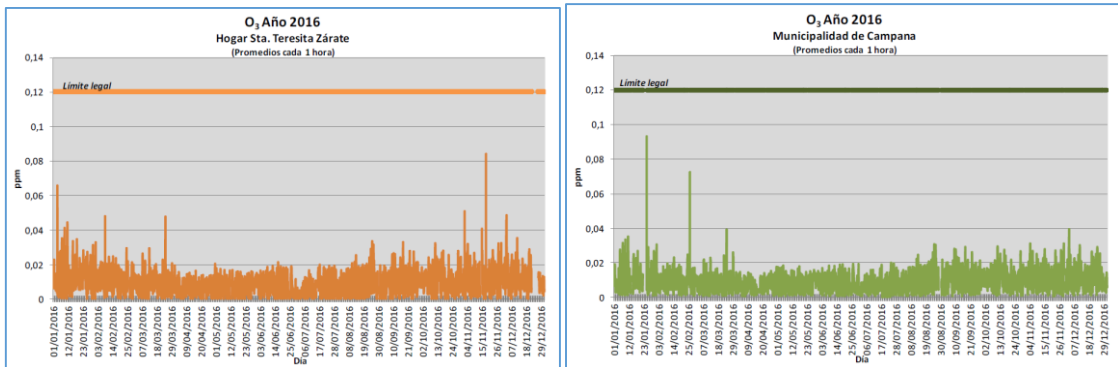
Las concentraciones medidas de ozono indican en el período de tiempo analizado, que los mayores niveles en el aire se registran en la época estival que coincide con el patrón de comportamiento del ozono troposférico.

Se presentan los gráficos de ozono troposférico por año y por estación.

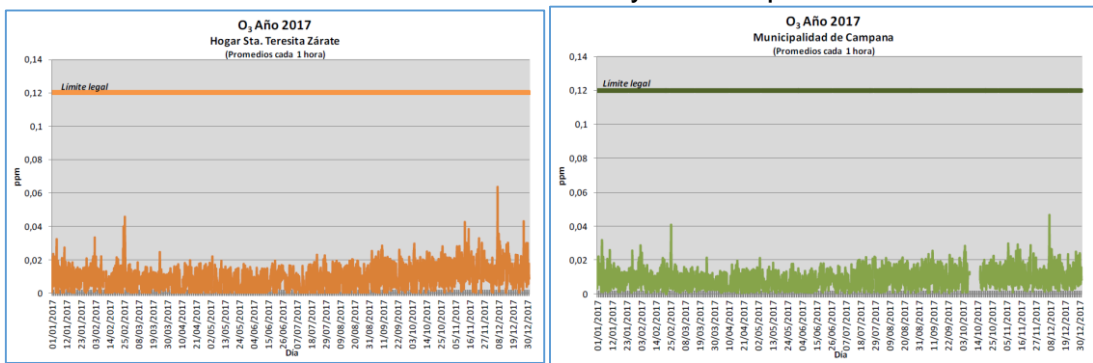
Gráficos O₃ Año 2015– Estación en Zárate y en Campana – Informe CICACZ



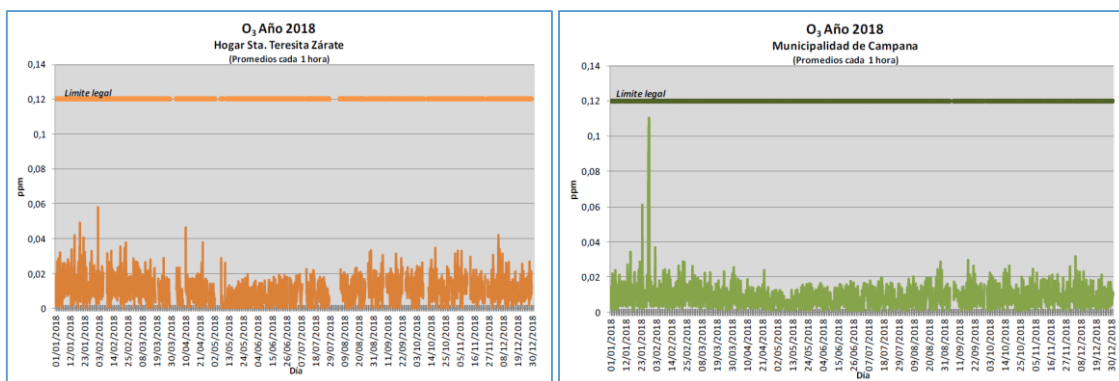
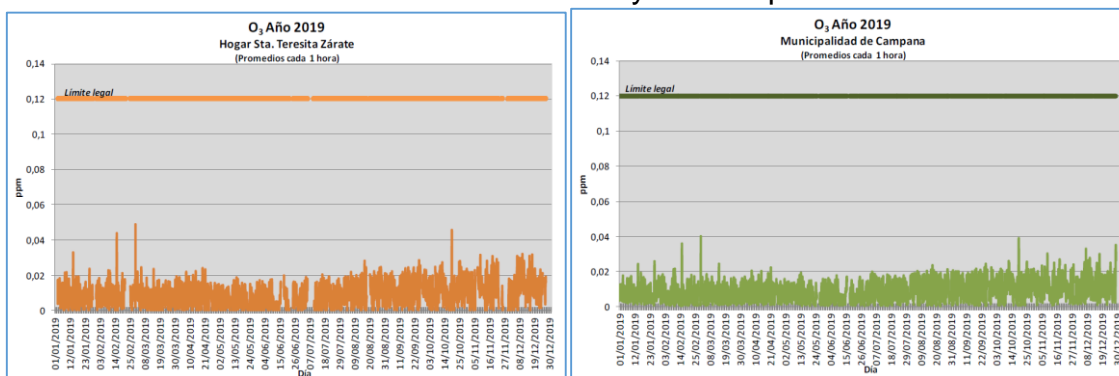
Gráficos O₃ Año 2016 – Estación en Zárate y en Campana – Informe CICACZ



Gráficos O₃ Año 2017 – Estación en Zárate y en Campana – Informe CICACZ



Gráficos O₃ Año 2018 – Estación en Zárate y en Campana – Informe CICACZ

Gráficos O₃ Año 2019 – Estación en Zárate y en Campana – Informe CICACZ

2. Resultados de las entrevistas

Las entrevistas se llevaron a cabo de forma telefónica y de manera coloquial se formularon las preguntas. En un ámbito cordial, los profesionales brindaron respuestas claras y sencillas.

Las respuestas ponen de relieve el desconocimiento del tema, dado que ninguno de los profesionales consultados tenía conocimiento de que los árboles liberan compuestos orgánicos volátiles.

En cuanto a la consulta sobre la selección de especies arbóreas utilizadas en la forestación urbana y /o industrial tenían en cuenta la producción de COV's, la respuesta fue negativa, porque no consideraban este tema como de importancia porque lo desconocían.

Según lo informado, las especies son seleccionadas por algunas características como el valor ornamental, follaje perenne o caduco, tamaño del árbol, si producen rotura de veredas si dan frutos grandes y otras. Pero es muy común que terminen comprando las especies que tienen los viveros proveedores al momento de la compra, a pesar de no corresponder a la selección realizada para cumplir con el fin de forestar.

También coincidieron que resulta difícil evaluar si el arbolado constituido en la ciudad puede contribuir o no, a la contaminación del aire. Debido a que no cuentan con elementos de medición o análisis de las sustancias que liberan, que les permita generar una opinión y en consecuencia tomar las medidas adecuadas en la elección de especies arbóreas como las relacionadas a las tareas de poda y tala rasa.

Los entrevistados mostraron interés por el tema pero no se vislumbró que a corto plazo, este tema pudiese influenciar la determinación de especies para los planes de forestación urbana y/o industrial.

3 – Resultados en las Encuestas

La consulta a través de la encuesta alcanzó a 48 personas, donde el 75% fueron mujeres y un 85.4 % del total, poseen un nivel de estudio terciario y universitario, como se muestra en los Gráficos C y D.

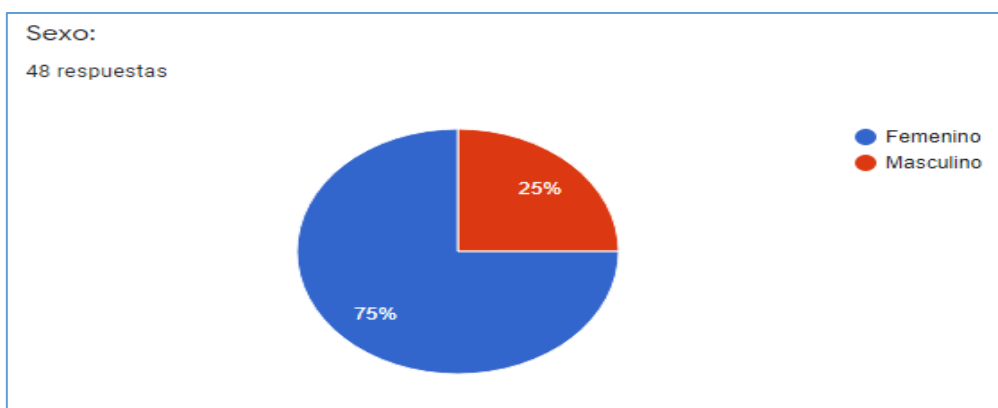


Gráfico C – encuesta a la comunidad

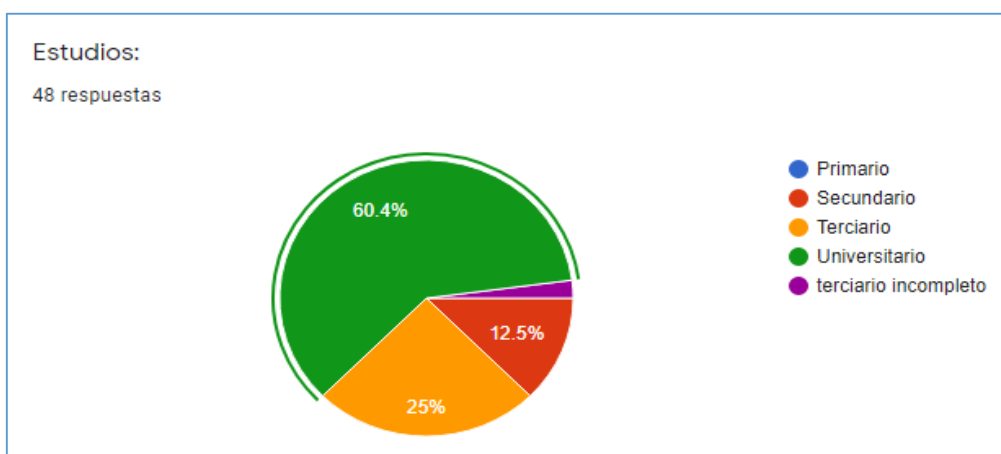


Gráfico D – encuesta a la comunidad.

Los siguientes gráficos muestran las preguntas consultadas en la encuesta y las respuestas expresadas en porcentaje.



Grafico E – encuesta a la comunidad.

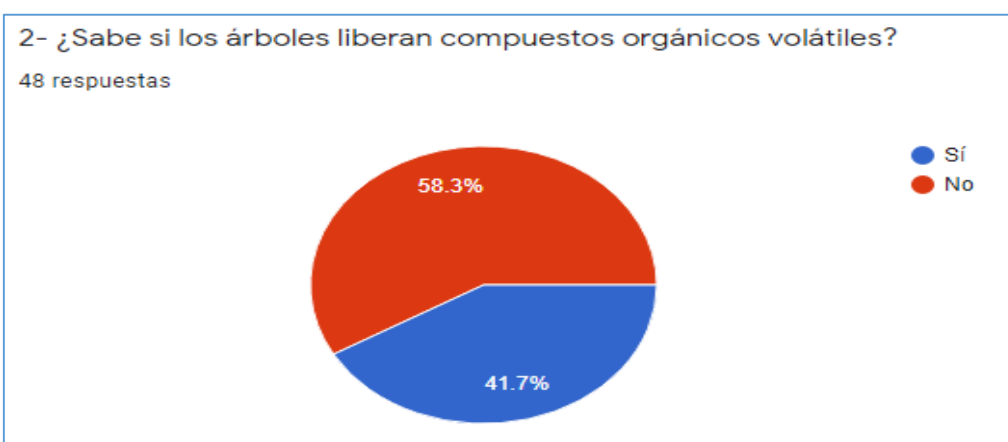


Grafico F – encuesta a la comunidad.

Es significativo que la mitad de los encuestados reconoció a los COV's, pero más de la mitad no identificó que los árboles liberan estos compuestos.

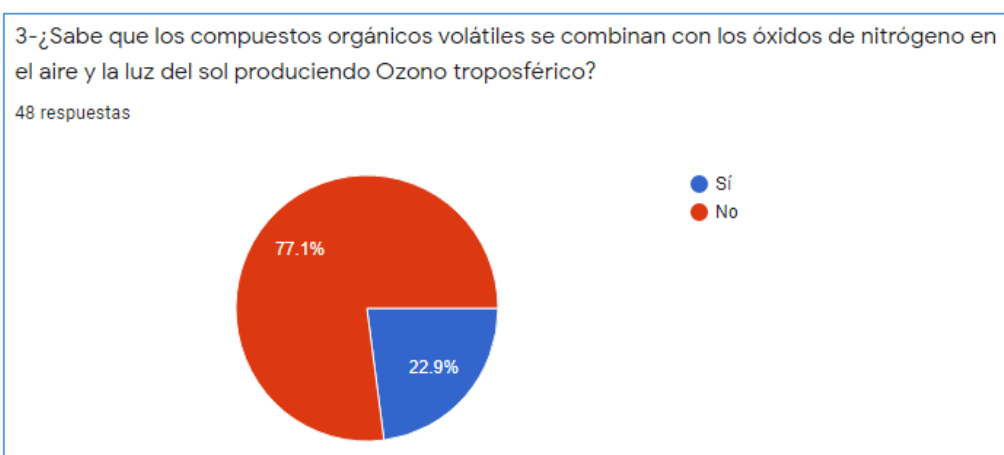


Grafico G – encuesta a la comunidad.

4- Está informado si el Ozono troposférico, en el aire que respiramos, es perjudicial para la salud de las personas y otros seres vivos?

48 respuestas

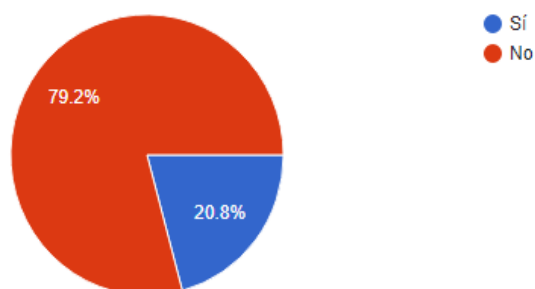


Gráfico H – encuesta a la comunidad.

Asimismo, más del 70 % no relacionaron que estos compuestos combinados con otros pueden producir ozono ambiental y aún mayor es la cantidad que desconocieron que el ozono es perjudicial para la salud, como lo muestran los Gráficos G y H.

5- ¿Puede identificar algún contaminante del aire?

48 respuestas

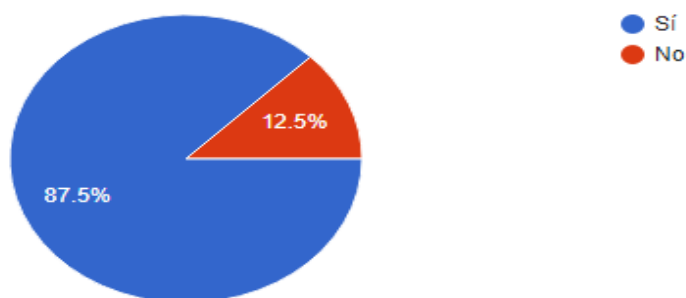


Gráfico I – encuesta a la comunidad.

En caso afirmativo marque:

48 respuestas

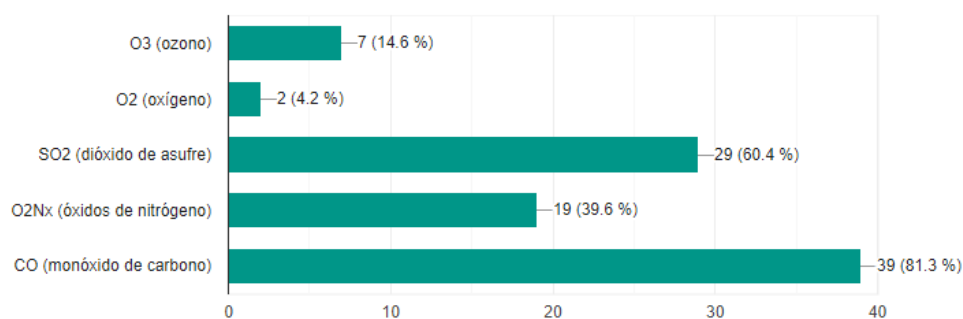


Gráfico J – encuesta a la comunidad.

Del mismo modo, este grupo consultado reconoce que puede identificar contaminantes del aire en un 87, 5 %. Asimismo en el Gráfico J, se aprecia que reconocieron a tres contaminantes del aire: CO, O₂Nx y SO₂ y en menor escala al O₃.



Gráfico K – Encuesta a la comunidad.

La encuesta arrojó datos que muestran un considerable conocimiento de las personas encuestadas sobre los contaminantes del aire y la importancia de acceder a informes de calidad del aire como surgió del Gráfico K, con el 95.8 % de los consultados.

4. Arbolado urbano de las ciudades de Campana y Zárate

Del recorrido realizado en el arbolado de las ciudades de Campana y Zárate surgió que en cada ciudad no cubría el total del ejido urbano de forma continua en toda la superficie urbana, sino que presentaba huecos o baches de variado tamaño sin árboles. Del mismo modo, una marcada diferencia en el cuidado, mantenimiento, reposición de plantas y planificación de estos espacios públicos en bulevares de avenidas, paseos y plazas en detrimento del arbolado de veredas que se presentaban con cazuelas pequeñas, veredas levantadas, árboles muertos o con ramas secas o muy bajas.

También se registró que la poda y extracción de los árboles se realizaba sin planificación, atendiendo las urgencias y lo común fue que la poda estaba manos del ciudadano que optaba por la tala rasa de los individuos. Como también se observó que no había áreas totalmente podadas, sino árboles salteados en cada ciudad.

Las especies arbóreas que predominan en el arbolado son exóticas en las dos ciudades. Las especies más frecuentes fueron: Fresno, Acer, Plátanos, Tilo, Acacia bola, Ligustro disciplinado, Jacarandá y nativas como Palo Borracho, Carnaval, Acacia Visco, Lapachos y Palmera Pindó.

Puede notarse la gran brecha, en el Gráfico L, que marca la diferencia entre las plantas exóticas y nativas plantadas en las dos ciudades, es una estimación realizada cada 5 manzanas en cada ciudad.

Este dato, es estimado pero muy significativo, teniendo en cuenta que estudios de COVB's en arbolado en Chile, recomiendan reemplazar las exóticas por plantas nativas.



Gráfico L

La somera descripción de la forestación urbana de las dos ciudades, pone de relieve la falta o poca planificación en los planes de gestión pública de la forestación urbana

9. Conclusiones

Este trabajo pone en evidencia la poca información registrada de los compuestos orgánicos volátiles de fuentes naturales y antrópicas en el ámbito urbano en las ciudades de Campana y Zárate. Como también, la falta de planificación en la gestión pública del arbolado urbano.

Actualmente, el Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire en la Provincia de Buenos Aires, a través de las Redes de las Estaciones de Monitoreo en Zárate y Campana, no contemplan la medición de los compuestos orgánicos volátiles ni poseen el equipamiento necesario.

La población consultada no relaciona la contaminación ambiental con la liberación de COVB's de la vegetación y aún menos, que el arbolado urbano puede contribuir a la formación de ozono ambiental según la especie arbórea.

Los niveles de ozono registrados en las dos ciudades no presentan valores de concentraciones que superen los límites de la legislación y en general los valores oscilan entre 0.02 y 0.04 ppm con pocos registros superiores a 0.06 ppm por año, en el período analizado del año 2015 al año 2019.

Del análisis del comportamiento del ozono ambiental en las dos ciudades, se puede inferir que si bien existen compuestos precursores para la formación de ozono, los datos no alcanzan para señalar que las emisiones del arbolado pueden incidir sobre los aumentos en los niveles del gas. Asimismo, no hubo valores significativos de ozono en los meses donde los árboles podrían emitir mayores niveles de COVB's por el stress frente a la poda, en el período estudiado.

Para la Gestión de los Planes de Forestación Urbana y de las áreas industriales, los profesionales paisajistas, urbanistas y los técnicos Municipales, no cuentan con información sobre las emisiones de COVB's de las diferentes especies vegetales y de

esta forma evitar la plantación de las especies que liberan mayores concentraciones de COVB's.

En la evaluación de los aportes del arbolado urbano para la formación de ozono troposférico, con los datos obtenidos no son suficientes para indicar que la emisión de COVB's tiene efectos o provocan el aumento del gas en las ciudades de Campana y Zárate. Se requiere conocer los datos obtenidos de censos del arbolado urbano de cada ciudad como también realizar mediciones de isopreno y de COV que aportan el tránsito de vehículos principalmente, para comenzar los estudios sobre las emisiones del arbolado y valorar la necesidad de realizar otras mediciones.

Las investigaciones indican que las emisiones de COVB's de los vegetales en el ámbito urbano, las emisiones del tránsito y las altas temperaturas es una tríada que desencadena la contaminación de ozono, pero ante la falta de mediciones y de estudios locales que lo relacionen con el deterioro de la salud no es factible a corto plazo la gestión de planes ambientales.

Ante el creciente aumento de la población en los centros urbanos, como una tendencia mundial, el aumento del confort de vida influye en el detrimento de la calidad del aire e impacta en la salud de la población, se necesitan mediciones de COV y de las emisiones de COVB's del arbolado para establecer los efectos en la química de la atmosfera.

10. Recomendaciones

La contaminación atmosférica cada día adquiere más relevancia en los estudios de las afecciones de la salud de la población y por ende de la calidad de vida. Por ello, es necesario promover estudios e investigaciones tendientes a la cuantificación de las emisiones de los bosques nativos, la determinación de factores de emisión de las especies nativas y de los biomas a fin de incorporarlos al inventario de emisiones atmosféricas nacional.

Es necesario implementar mediciones de COV's y COVB's en el monitoreo ambiental de las ciudades, para contar con información que permita realizar evaluaciones sobre los efectos de cada uno de forma integral en el aumento de ozono troposférico. De esta forma, los programas de mejora de la calidad del aire en las ciudades podrán tener mayores elementos para la toma de decisiones.

Difundir el estado de la calidad del aire en las ciudades suscita el interés en el tema como la concientización de los ciudadanos y por ende tiende a construir sociedades más comprometidas en el cuidado ambiental. De esta forma se contribuye a la prevención y la reducción de la contaminación atmosférica.

Fomentar las campañas de educación ambiental para dirigentes y en las escuelas a fin de informar sobre los contaminantes del aire que provocan perjuicios a la salud como también de la importancia del arbolado en las ciudades. Del mismo modo, que impulsar la participación ciudadana y del sector educativo en el debate de ideas como de propuestas para los programas de gestión del cuidado del ambiente.

La legislación nacional que aborda la contaminación del aire requiere de instrumentos ágiles que permitan la actualización de los parámetros de los contaminantes como de presupuestos significativos, no sólo para la vigilancia y control sino también para promover las investigaciones.

11. Bibliografía.

Ansede M., 2019. “*Un macroestudio alerta de las muertes provocadas por la contaminación urbana*”. España, Periódico El País.

<http://www.arbolesymedioambiente.es/biogenicas.html>

Arboricultura Urbana y Medio Ambiente. Informe.

<http://www.arbolesymedioambiente.es/biogenicas.html> Consultado: 13/06/2019

Camargo Caidedo Y; Bolaño Ortiz T. y Alvarez Mancilla A., 2010. “Emisiones de compuestos orgánicos volátiles de origen biogénico y su contribución a la dinámica atmosférica”. Colombia. Rev. Intropica ISSN 1794-161X 5 p.77 – 86.

CEC. Org., 2008 .El Mosaico de América del Norte. Panorama de los problemas ambientales más relevantes. Informe.

<http://www3.cec.org/islandora/es/item/2349-north-american-mosaic-overview-key-environmental-issues-es.pdf>

C.IC.A.C.Z. <https://www.cicacz.com.ar/>

Churkina G, Kuik F., Bonn B., Lauer A., Grote A., Tomaiak K., Butler T. ,2017. “Effect of VOC Emissions from Vegetation on Air Quality in Berlin durinh a Heatwave”. Environ Sci. Technol. N° 51,11, 6120 -6130

Criollo C. 2015. *Análisis de propuestas de contribución del arbolado urbano para la mejora de la calidad del aire en áreas de la provincia de Santiago*. Tesis Magíster en Gestión y Planificación Ambiental. Programa Interfacultades, Universidad de Chile.

Criollo C., Assar R., Cáceres L. y Prendéz M. 2016. “Arbolado urbano, calidad del aire y afecciones respiratorias en seis comunas de la provincia de Santiago, Chile”. Revista chilena enfermedades respiratorias.Vol.32 no.2

E.P.A. <https://espanol.epa.gov>

Fuentes, J.D., M. Lerdau, R. Atkinson, D. Baldocchi, J.W. Bottenheim, P. Ciccioli, B. Lamb, C. Geron, L. Gu, A. Guenther, T.D. Sharkey, y W. Stockwell. 2000. “Biogenic hydrocarbons in the atmosphere boundary layer: A Review” Bull. Am. Meteorol. Soc. 81: 1537-1575

Guenther A.C., Hewitt, C.N., Eriksson, D., Fall, R., Geron, C., Graedel, T., Harley, P., Klinger, L., Lerdau, M., Mckay, W.A., Pierce,T., Scholes, B., Steinbrecher, R., Tallamraju, R., Taylort, J., Zimmerman, P. 1995. “A global model of natural volatile organic compound emissions”. *Journal of Geophysical. Research* 100: 8873.

Gaona Colman E, 2017 *Contaminación atmosférica: cinética y mecanismos de la fotodegradación de compuestos orgánicos biogénicos*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Químicas, UNC - Instituto de Investigaciones en Físicoquímica de Córdoba – INFIQC.

Google Earth

Greenpeace, 2018. Monitoreo del Aire en la ciudad de Buenos Aires. Informe.

<http://www.plataformaurbana.cl/archive/2009/08/28/contaminacion-por-ozono-el-desconocido-aporte-de-los-arboles/>

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Argentina 2017

<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario-nacional-gei-argentina.pdf>

Ley Nacional 20284

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/40000-44999/40167/norma.htm>

Ley Nacional 24.051

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/450/textact.htm>

Lipp D., 2015. “Diagnóstico de la contaminación por ozono en la región metropolitana de Buenos Aires”. Actas Congreso Internacional de Geografía 76° Semana de Geografía.p.137-141.

Llusià, J. y Peñuelas J., 2000. “Seasonal patterns of terpene content and emissions from seven Mediterranean woody species under field conditions”. American J. Bot. 87: 133-140.

Mark, F, 2014. “Arboles contaminantes”. Medioambiente. Investigación y Ciencia N°45. <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/ms-cerca-de-una-nueva-fsica-601/rboles-contaminantes-12097>

OPDS <http://www.opds.gba.gov.ar/>

OMS. Guías de calidad del aire.

https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_agq/es/ consultado: 7/6/2019

Organización Panamericana de la Salud – Organización Mundial de la Salud. <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire> Consultado: 8/9/2019.

Peñuelas, J. y Filella I., 2001b. *Herbaria century record of increasing eutrophication in spanish terrestrial ecosystems*. Global Change Biol. 7: 427-433.

Peñuelas, J. y Llusia J. 2002. “La emisión de compuestos orgánicos volátiles por las plantas mediterráneas”. Ecosistemas 11: 1 – 9.

Peñuelas, J. y Llusia J. 2003. “Emisiones biogénicas de COV’s y cambio global ¿Se defienden las plantas contra el cambio climático?” Ecosistemas 12: n°1-7 p 83-89

Peñuelas, J. 2004. “Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles como paradigma de la interacción del bosque con la atmósfera”. In Valladares, F(Ed). Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Ministerio de Medio Ambiente, España, p: 281-308.

Prendez M. y Peralta H. 2005. “*Determinación de Factores de Emisión de Compuestos Orgánicos Volátiles de Dos Especies Arbóreas Nativas de La Región Metropolitana, Chile.*” Laboratorio de Química de la Atmósfera, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile. Información Tecnológica Vol. 16 N°1.

Prendez M, Carvajal V, Corada C, Morales J, Alarcón F, Peralta H. 2013. “Compuestos orgánicos biogénicos volátiles del bosque urbano de la Región Metropolitana, Chile. Environ Pollut 2013; 183: 143-50.

Sabillón, D. 2002 *Determinación de los factores de emisión de monoterpenos en tres especies típicas de la vegetación terrestre mediterránea: Pinus pinea, Pinus halepensis*

y *Quercus ilex*. Tesis doctoral. Director: Lázaro Cremades Oliver. Departamento de Ingeniería Química. Universidad Politécnica de Cataluña, España.

Scaliter. J 2017. “Plantar árboles no es tan verde, al menos durante las olas de calor”. Boletín Ciencia 0
<https://www.quo.es/ciencia/a65811/plantar-arboles-no-es-tan-verde-al-menos-durante-las-olas-de-calor/>

Sistema Nacional de Información y de Recursos Naturales. Informe de Medio Ambiente. Gobierno de México
<https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap5.html>

Toro, M.V., L.V. Cremades y J.J. Ramírez. 2001. “Inventario de emisiones biogénicas en el Valle de Aburrá”. Rev. Ing. Gest. Amb. 17: 32-33

Velasco, E. 2003. “Estimates for biogenic non-methane hydrocarbons and nitric oxide emissions in the Valley of Mexico”. Atmos. Environ. 37: 625637