Universidad Autónoma Tomás Frías "UATF"
Instituto de Investigación de la Facultad de Medicina
Instituto Pulmonar y Patología en la Altura "IPPA"

BOLETÍN INFORMATIVO N° 1

LA QUEMA DE LOS BOSQUES BOLIVIANOS AFECTA LA CALIDAD DEL AIRE Y ATENTA CONTRA LA SALUD EN ESTOS TIEMPOS DE PANDEMIA COVID-19

Autores: Roberto Carlos Vera, Natalia Zubieta-DeUrioste, Gustavo Zubieta-Calleja*
Email:robertormc@gmail.com, n_zubieta@yahoo.com, gzubietajr@gmail.com*
Web: www.uatf.edu.bo www.Altitudeclinic.com

Fecha de Presentación: 30 de septiembre del 2020
Fecha de Aprobación: 13 de octubre del 2020

Resumen: El presente documento tiene el fin de dar a conocer los acontecimientos ambientales asociados a las quemas de bosques que ocurren en el país e influyen en la salud, en este tiempo de pandemia del COVID-19. Se analizan los riesgos que se presentan al afectar la calidad del aire, comprometido por la quema indiscriminada del bosque amazónico, del bosque Seco Chiquitano, de otras áreas protegidas del país, y pastizales, generando gran cantidad de humo que se distribuye extensamente. Asimismo, se toma en cuenta la influencia directa e indirecta que tiene la concentración de humo sobre la salud y sobretodo en las vías respiratorias de no solo los pacientes que sufren del COVID-19, el asma y bronquitis crónica, sino de aquellos que quedaron con limitaciones respiratorias por la fibrosis pulmonar secundaria a la neumólisis por COVID-19.

¿Qué son los Gases de Efecto Invernadero (GEI)?
Al nombrar los Gases de Efecto Invernadero (GEI), nos referimos a las propiedades ambientales de la corteza terrestre y ciertas cualidades asociadas a la atmósfera. Los elementos *gaseosos, tanto naturales como antropogénicos (generados por el hombre)* [1], tienen diferentes propiedades físicas y químicas, con capacidad de expandirse y/o concentrarse en una determinada área donde se generan. Estos GEI, como el monóxido de carbono (CO) y Dioxido de Carbono (CO2), según ciertas fuentes de información, tienen su acción en el ambiente y producen el calentamiento global (CG), afectando muy severamente a la atmósfera y sobre todo a la capa de ozono. Los estudios afirman que: *El calentamiento global no solo incide en el derecho a la salud, a la alimentación, al agua, a la cultura, al desarrollo o a una vivienda adecuada, sino que amenaza la supervivencia misma de las personas y su derecho a la vida y a la integridad física* [2]. También afecta a los animales y las plantas. Si bien es conocido que existen diferentes tratados y/o acuerdos internacionales para regular el impacto del calentamiento global, los miembros del G20 detrás de casi el 75% de las emisiones mundiales de GEI (incluyendo el uso de la tierra), pretenden eliminar la disparidad en las emisiones hasta el 2030 [3]. Un aspecto que se debe considerar en

estos dos últimos años, es la gran quema de los bosques y pastizales que ocurre en el planeta por diferentes eventos naturales y/o la influencia de la mano del hombre, los cuales han generado un gran impacto ambiental, alertando textualmente que: "…*los incendios forestales expelen una cantidad enorme de contaminantes que afectan la calidad del aire y esto, a su vez, tiene un impacto nocivo en la salud"* [4]. A pesar de haber vivido una catástrofe ambiental el 2019, por esta situación de incendios, de igual manera durante el 2020 los focos de calor o incendios en el hemisferio sur del planeta se siguen produciendo y generando concentraciones elevadas de GEI, afectando la calidad de aire en cada región, siendo estos un factor agravante ante la situación que se atraviesa actualmente (Fig. 1). Es evidente, que hasta la fecha se tienen más de 5000 focos de calor [5], que generan humo de gran magnitud, el mismo que es transportado por los fuertes flujos de viento extendiéndose a más del 50% del territorio nacional.

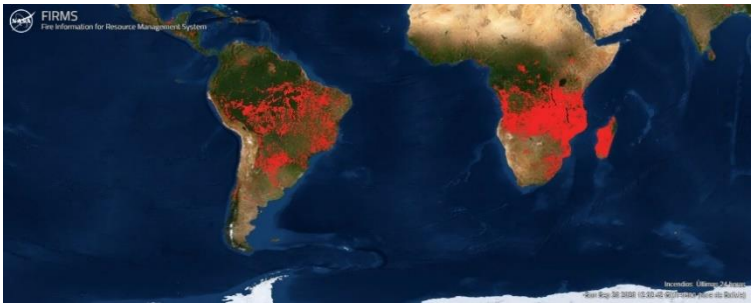


Figura 1: Focos de calor septiembre 2020 en el hemisferio sur del planeta
Fuente URL: https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:2020-09-192020-09-20;@-26.7,-23.9,3z

¿Qué son el material particulado PM10 y PM2,5?

La dinámica de la corteza terrestre produce una infinidad de interacciones entre las moléculas y las partículas que se encuentran suspendidas en el aire de la atmósfera. El viento por su alta energía, es un factor principal de transporte de materiales finos o diminutos, denominados como material particulado (PM Particulate Matter en Inglés). Este tipo de material se ha convertido en un contaminante ambiental, conocido como partículas suspendidas, aeropartículas, material particulado y/o aerosoles, que son algunos de los términos técnicos utilizados para nombrar una mezcla de compuestos microscópicos o muy pequeños, en forma de líquidos y/o sólidos suspendidos en el aire. Las partículas se clasifican en 2 tipos: 1) Las partículas primarias, las cuales están compuestas por el hollín, polvo, humo y niebla tóxica, que se generan por la contaminación, principalmente debida a la actividad humana; 2) Las partículas secundarias, que se forman en la atmósfera como resultado de reacciones químicas e interacciones físicas con la radiación solar, a partir de la presencia de materiales gaseosos, llamados precursores [6]. Entre ellos podemos mencionar: al dióxido de azufre (SO_2), los óxidos de nitrógeno (NOx), los compuestos orgánicos volátiles (COV) y el amoniaco (NH_3), los cuales forman partículas de sulfatos y nitratos, principalmente. Estas afectan la calidad del aire en el ambiente, y los organismos internacionales afirman que: "*la contaminación del aire doméstico es una importante causa de muerte en entornos rurales y urbanos"* [7]. Es así que los estudios sobre esta temática se abordan continuamente para generar criterios de protección de la salud, considerando el riesgo de inhalar las partículas. Las partículas se clasifican en: 1) partículas de diámetro aerodinámico menores a 10 micrómetros "µm" (PM10) conocidas también como "fracción respirable o inhalable", 2) partículas con diámetro aerodinámico menor a 2.5 µm (PM2.5) que comprende la "fracción fina", y 3) "partículas ultrafinas" que se refieren a las partículas menores a 1 µm (PM1) [8]. Es por ello que hoy en día, es importante controlar la producción de material particulado, que ocasionan problemas de salud, especialmente en las vías respiratorias y algunos daños severos en los ojos, fundamentados en documentos de la Organización Mundial de la Salud (OMS): *Se estima que la contaminación ambiental del aire, tanto en las ciudades como en las zonas rurales, fue causa de 4,2 millones de muertes prematuras en todo el mundo por año; esta mortalidad se debe a la exposición a partículas pequeñas de 2,5 micrones o menos de diámetro (PM2.5), que causan enfermedades cardiovasculares, respiratorias, y cáncer* [9].

¿Cuáles son los límites de seguridad para la salud del material particulado en la calidad de aire?

Para comprender la calidad de aire en una determinada localización, es importante acudir a las normas nacionales e internacionales que rigen el control. La OMS menciona que: *"Existe una estrecha relación cuantitativa entre la exposición a altas concentraciones de pequeñas partículas (PM10 y PM2,5) y el aumento de la mortalidad o morbilidad diaria y a largo plazo. A la inversa, cuando las concentraciones de partículas pequeñas y finas son reducidas, la mortalidad conexa también desciende, en el supuesto de que otros factores se mantengan sin cambios. Esto permite a las instancias normativas efectuar proyecciones relativas al mejoramiento de la salud de la*

población que se podría esperar si se redujera la contaminación del aire con partículas" [10]. Ante esta concepción, podemos mencionar que la contaminación partícular conlleva efectos sanitarios que se constituyen en un peligro para la salud pública. Es por ello que la OMS establece los límites de concentraciones particuladas permisibles (Tabla 1).

TIEMPO / MATERIAL	Media anual	Media en 24h	Media en 1h
Partículas gruesas (PM10)	20µg/m^3	50µg/m^3	-
Partículas finas (PM2.5)	10µg/m^3	25µg/m^3	-
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	40µg/m^3	-	200µg/m^3

Tabla N°1: Valores Límites de concentraciones particuladas según la directriz de 2005 de la OMS
Fuente: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

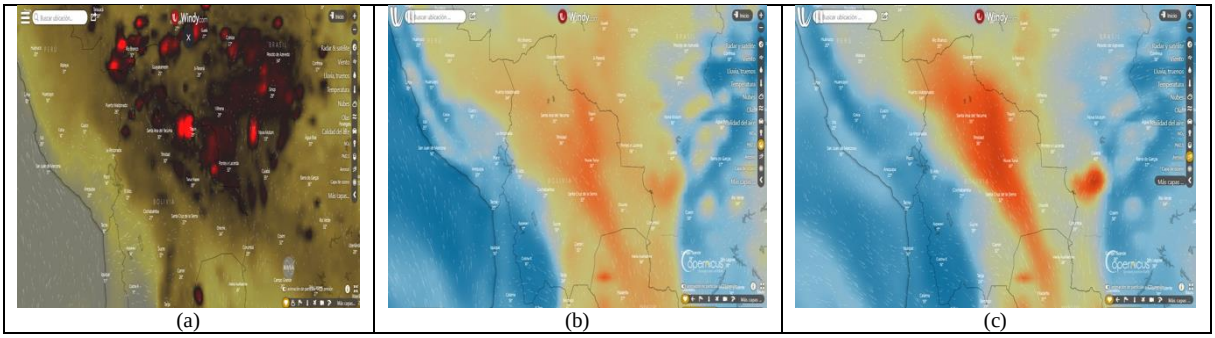
Estos límites deben ser controlados en el medio ambiente. Sin embargo, existen otros parámetros de la calidad de aire como el Índice de Calidad de Aire (ICA), los cuales se analizan por medio de modelos matemáticos que permiten ver la calidad del aire en un determinado lugar. Estos valores se muestran en la Tabla 2.

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	O3 8h ppm	O3 1h ppm	PM_{10} 24h µg/m^3	$PM_{2.5}$ 24h µg/m^3	CO 8h ppm	SO_2 24h ppm	NO_2 1h ppm
0 - 50	Verde	Buena	0.000 0.059	-	0 54	0 12	0 4.4	0 0.035	0 0.053
51 - 100	Amarillo	Moderada	0.060 0.075	-	55 154	12.1 35.4	4.5 9.4	0.036 0.075	0.054 0.100
101 - 150	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	0.076 0.095	0.125 0.164	155 254	35.5 55.4	9.5 12.4	0.076 0.185	0.101 0.360
151 - 200	Rojo	Dañina a la salud	0.096 0.115	0.165 0.204	255 354	55.5 150.4	12.5 15.4	0.186 0.304	0.361 0.649
201 - 300	Púrpura	Muy Dañina a la salud	0.116 0.374	0.205 0.404	355 424	150.5 250.4	15.5 30.4	0.305 0.604	0.650 1.249
301 - 400	Marrón	Peligrosa	-	0.405 0.504	425 504	250.5 350.4	30.5 40.4	0.605 0.804	1.250 1.649
401 - 500	Marrón	Peligrosa	-	0.505 0.604	505 604	350.5	40.5	0.805	1.650

(c)2019 titinas83 & losviajeros.com

Tabla N°2: Índice de Calidad de Aire (ICA)
Fuente: https://www.losviajeros.com/Fotos.php?pl=61126

Estos valores permiten establecer el grado de contaminación ambiental que existe en una determinada región a partir de los valores monitoreados por instrumentos de alta calidad y precisión. Es importante considerar que estos instrumentos de alta gama tienen un valor económico elevado y que existen otros instrumentos de mediana y baja calidad, los cuales con un certificado de calibración pueden monitorear los valores In-Situ de la contaminación. Además, es importante señalar que, al tiempo de analizar los valores registrados, se deben tomar en cuenta los principios físicos del manejo de instrumentos, analizando los fenómenos que se quiere medir, interpretar y/o examinar. Con respecto a estos aspectos, dentro de estas últimas semanas, la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, y una parte substancial del territorio nacional, se han visto influenciados por una gran cantidad de nubes de humo, consecuentes de la quema indiscriminada y/o natural que existe en la región del oriente boliviano. Ante esta situación, las autoridades gubernamentales declararon *emergencia nacional por los incendios en el oriente del país que amenazan nuevamente a la zona de la Chiquitania y al Parque Noel Kempff Mercado* [11], zonas que representan las principales reservas naturales de Bolivia. Sin embargo, los focos de calor más intensos se encuentran en la republica del Brasil, señalando que: *"Una nueva ola de incendios forestales amenaza el ecosistema del Pantanal"* [12], observándose a nivel satelital y en la superficie, que la densidad de humo afecta a la visibilidad atmosférica y a la calidad de aire de las regiones adyacentes.
Ante esta situación, la Universidad Autónoma "Tomas Frías" con su Instituto de Investigación de la Facultad de Medicina, en colaboración con la Carrera de Ingeniería Ambiental de la "UAGRM" y el Instituto Pulmonar y Patología en la Altura "IPPA", realizó una evaluación técnica-científica cuantitativa de los contaminantes que trae el humo y llegan a las diferentes regiones del país, asumiendo la responsabilidad social académica en el marco normativo del cumplimiento de los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible [13], con el rigor de aplicar el procedimiento de los objetivos Salud y Bienestar (ODS-3) y Acción por el Clima (ODS-13).



(a) (b) (c)

Figura 2, Imágenes Satelitales Copernicus-Windy (a) Humo de CO en la atmósfera de Bolivia, (b) PM2.5, (c) Aerosol, 12/06/20
Fuente: https://www.windy.com

Es evidente que en estas imágenes de la figura 2, se observa la propagación de los incendios iniciados en el mes de agosto, los cuales se incrementaron progresivamente hasta la fecha (20 septiembre del presente año), y debido a la velocidad del viento, el humo lleva consigo ciertas cantidades de material particulado contaminante, el mismo que se ha dispersado a gran parte del territorio nacional, incluidas las regiones de los valles y el altiplano boliviano. Esta situación llegó a ser crítica y alarmante, favoreciendo la pérdida acelerada de nuestros recursos naturales endémicos, incrementando el riesgo de desarrollar infecciones respiratorias, problemas oculares y otros. Esto es aún más preocupante sabiendo que nos encontramos susceptibles al riesgo de contagio del COVID-19.
Por estos motivos, las autoridades gubernamentales y/o académicas, deben informar y proporcionar los valores de la concentración de las partículas PM10 y PM2.5 y los índices de la calidad de aire (ICA), en todas las regiones urbanas y rurales, cercanas a los focos de calor, tomando en cuenta su importancia y su necesidad.

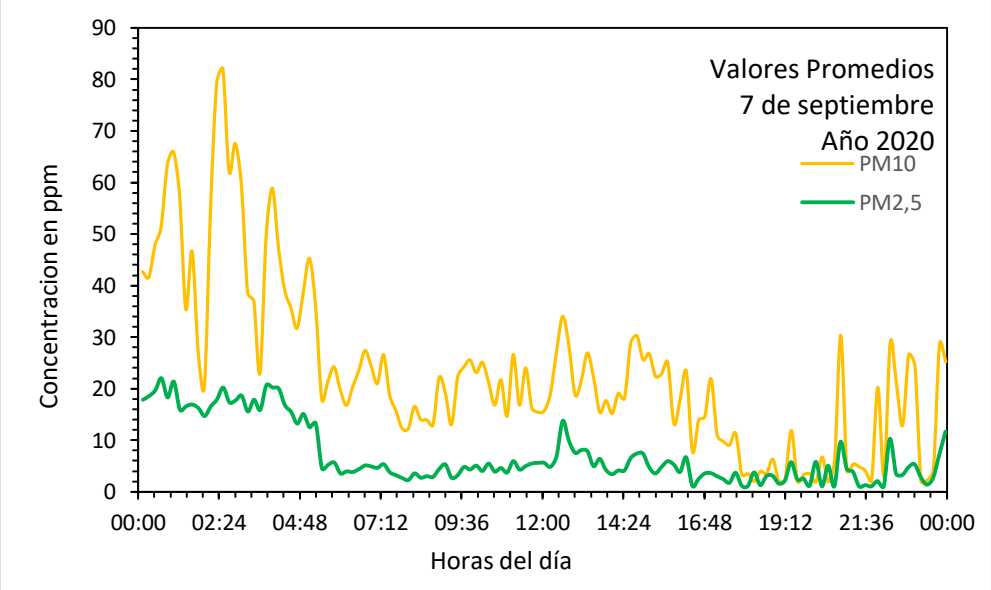


Figura 3: Comportamiento de la concentración de PM10 y PM2.5 en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra 7/10/2020.
Fuente: Inv. Facultad de Medicina UATF- Carrera de Ciencias Ambientales-UAGRM.

De esta manera, en la Figura 3 se evidencia el comportamiento de la concentración del material particulado (PM2.5 y PM10) en la atmósfera de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra. Con estos datos y otros compuestos como: el dióxido de nitrógeno (NO2), el dióxido de azufre (SO2), los gases volátiles (VOC), el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de carbono (CO2), se calcula el ICA con una fórmula matemática en relación a la temperatura y presión atmosférica en el momento de la medición. El resultado de esta operación para el 7 de septiembre del año actual, fue de 177 (UA, Unidad Adimensional), que se clasifica como “Dañino para la salud”, especialmente para personas que sufren enfermedades respiratorias y oculares. Si bien el año 2019 sufrimos una tragedia ambiental similar en nuestro territorio nacional, en esta gestión del 2020 se describe que: *el panorama al inicio de la época seca y de la temporada crítica de incendios en el país presenta grandes y nuevos desafíos, donde la pandemia del COVID-19*

y la inseguridad alimentaria se suman a un escenario de desastre que vivimos [14]. En este contexto el análisis y seguimiento realizado por la fundación FAN, demuestra en su reporte del mes de septiembre (ver Figura 4), la gran cantidad de deforestación que se produjo en este tiempo de incendios incontrolados, donde la superficie de la desertificación se incrementó por estas acciones naturales y/o la influencia antropogénica (por mano del hombre). La consecuencia de estos eventos originará con el lapso del tiempo, un decremento en los niveles de producción de oxígeno generado por los árboles en toda región del país.

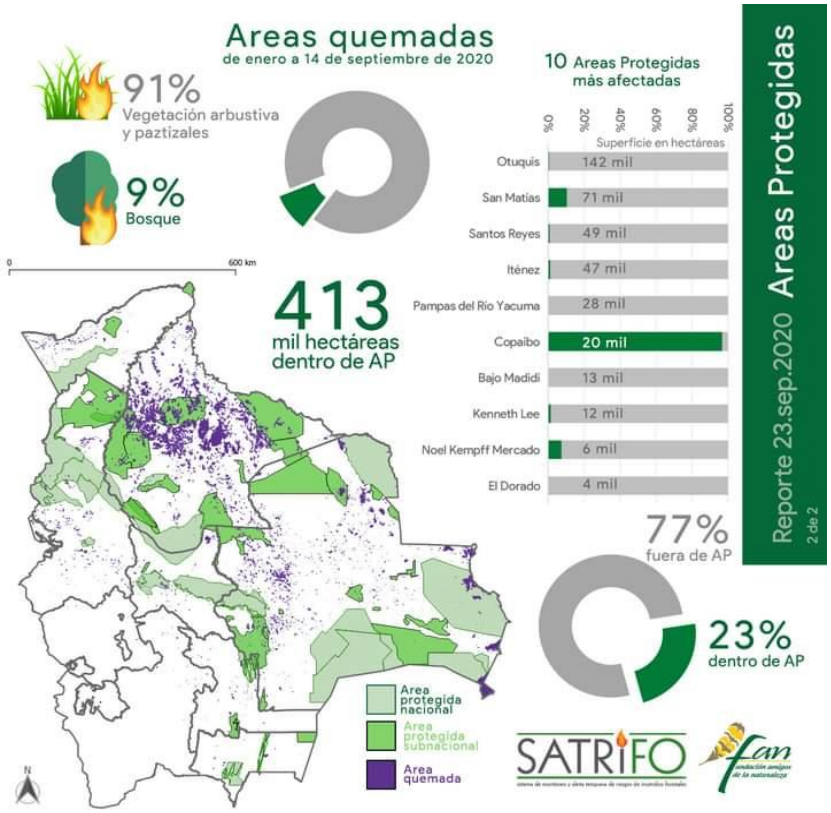


Figura 4: Descripción de las Áreas quemadas en Bolivia, de enero al 14 de septiembre del 2020
Fuente: http://incendios.fan-bo.org/Satrifo/

Muchos estudios que se realizan en Europa, Asia y otros, muestran una correlación entre el nivel de contagio del COVID-19 y la mala calidad del aire, evidenciado por los análisis físicos y químicos. En la figura 5, se muestra que las interacciones físicas y químicas a nivel molecular se desarrollan continuamente con los principios de adhesión [15] y cohesión [16]. Por lo que se ha demostrado, una correlación directa entre mayores tasas de contagio de COVID-19 y niveles más elevados de PM10 en los territorios con mayor contaminación en el norte de Italia. Cada vez que el promedio de PM10 diario incrementa en 50 $\mu g/m^3$, la tasa de contagios incrementa un 0,234%. Es decir que, a niveles promedios de PM10 de 350 $\mu g/m^3$, la tasa de contagio es 2 veces mayor que a niveles de PM10 de 50 $\mu g/m^3$ [17]. Estos datos evidencian la realidad actual que atravesamos, por lo que es necesario realizar monitoreo permanente del material particulado en todas las regiones del país. Las altas concentraciones de PM10 se constituyen en un riesgo para la función respiratoria durante la pandemia del COVID-19.

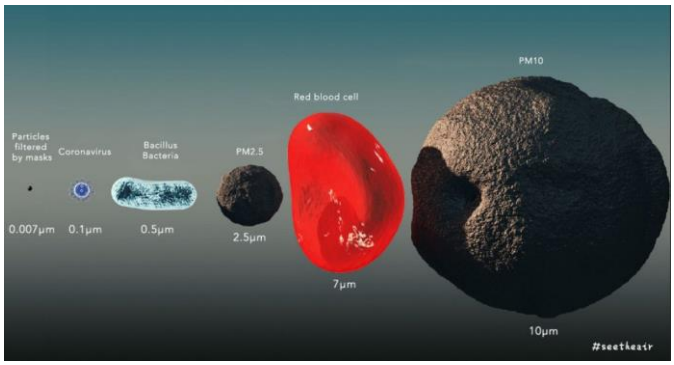


Figura 5: Tamaño comparativo entre las partículas PM10, PM2.5 y el CoV-2.
Fuente: https://abcdust.net/cual-es-el-tamano-de-un-virion-de-covid-19-en-relacion-con-el-mp10-2-5/?lang=es

¿Qué son los AOD y cómo se monitorean?

Como fue mencionado anteriormente, el material de polvo y contaminantes transporta partículas finas que tienen diferentes características (tamaño y relación con el grado de contaminación), es importante tomar en cuenta que esta materia puede sufrir diferentes trayectorias dentro de la atmósfera [18]. Esto depende de los fenómenos físicos y del grado de contaminación por el humo, asociado a la mano del hombre, debidos a las diferentes quemas de pastizales y/o acontecimientos naturales que se suscitan por la sequedad del terreno en estas épocas de agosto a septiembre en las diferentes áreas de los bosques protegidos del país y del continente. Por lo tanto, los humos que se generan en estos acontecimientos pueden alcanzar diferentes alturas y cubrir grandes extensiones, ocasionando un perjuicio y riesgo en la salud de las personas próximas a estos puntos y/o focos de calor de contaminación. Es por ello que; desde hace más de una década, se realiza el monitoreo de la profundidad óptica espectral (AOD), con un proyecto denominado AERONET, el mismo que es realizado por la NASA de los Estados Unidos de América. Este proyecto, tiene diferentes puntos de observación en todo el globo terráqueo (Figura 6), con el fin de observar el AOD, que existe en la atmosfera de la tierra [19]. En Bolivia, tan solo existen dos instrumentos para el monitoreo de este AOD, el primero se encuentra en el Instituto de Física de la Atmósfera (UMSA-La Paz) y el segundo en la Universidad Tecnológica Privada de Santa Cruz (UTEPSA-Santa Cruz). Estos instrumentos conjuntamente con otros, monitorean los AOD, mediante el fotómetro solar CIMEL que analiza y transmite los datos registrados en los lugares posicionados.

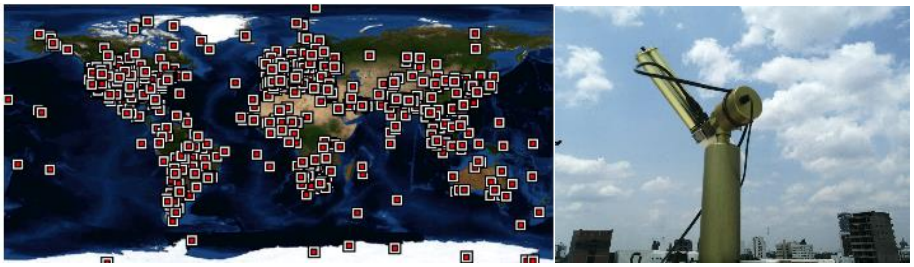


Figura 6: Mapa AERONET-NASA (izq.), Fotómetro CIMEL(der.) vista el 10/10/2020
Fuente: https://aeronet.gsfc.nasa.gov/

Este instrumento mide la cantidad de aerosoles en toda la columna de la atmósfera, en una serie de longitudes de onda fijas dentro del espectro visible e infrarrojo cercano. El registro de datos se lleva a cabo en intervalos frecuentes Una vez recolectada esta información, es trasmitida por medio de radiofrecuencia al servidor y centro de análisis de AERONET, que se encuentra en los Estados Unidos. Estos datos pueden encontrarse en el sitio web (https://aeronet.gsfc.nasa.gov/), del cual se puede extraer la información necesaria sobre este monitoreo del AOD. En este sentido, observando la situación ambiental en estos últimos años, se evidencia a simple vista que la cantidad de humo es oscilante, siendo el 2019 el más alarmante. Por ello, es importante observar el registro histórico del AOD, para las diferentes gestiones, hasta la actualidad (Figura 7).

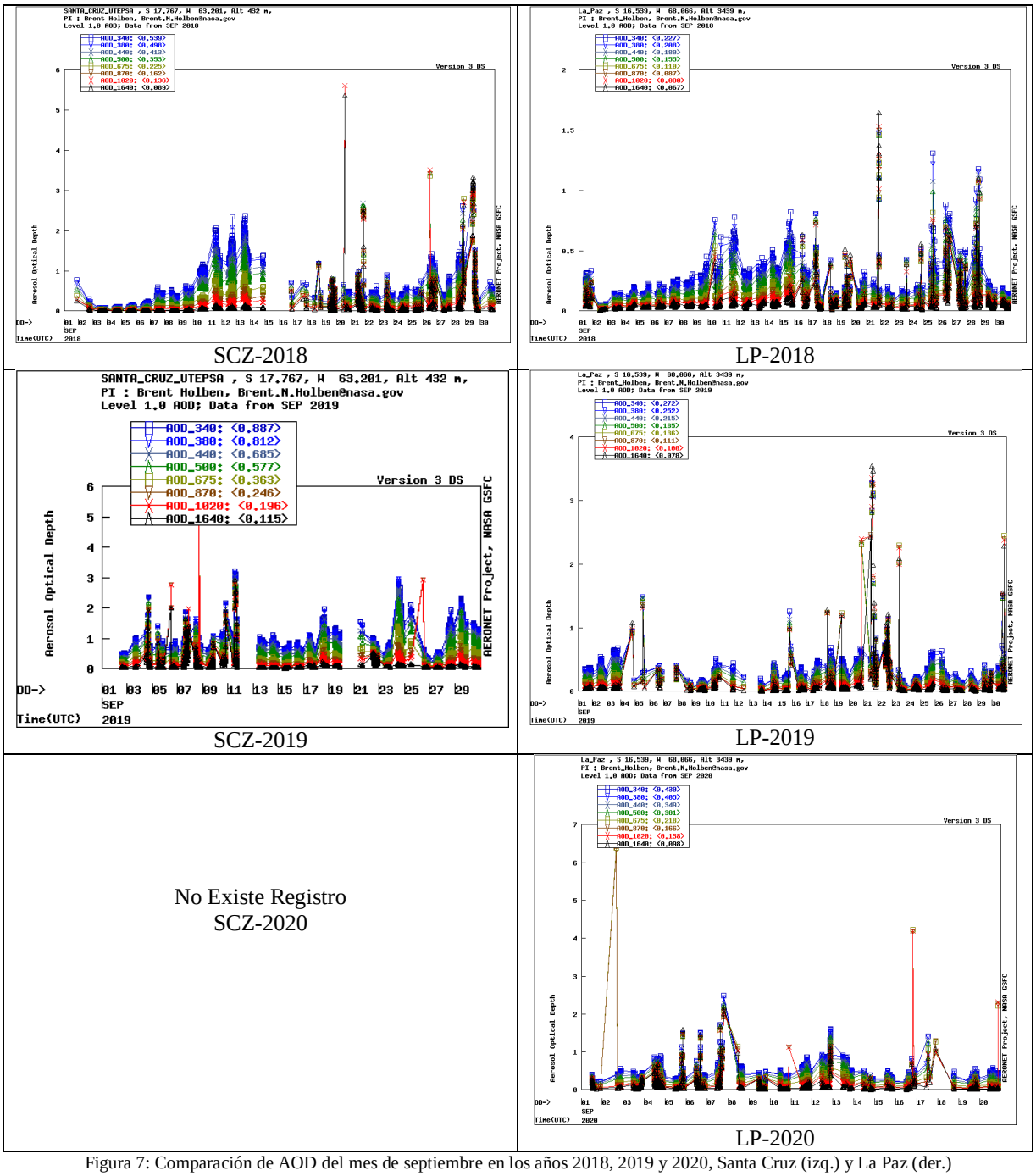


Figura 7: Comparación de AOD del mes de septiembre en los años 2018, 2019 y 2020, Santa Cruz (izq.) y La Paz (der.)
Fuente: https://aeronet.gsfc.nasa.gov/

De acuerdo a esta comparación del mes de septiembre entre los años 2018, 2019 y 2020, entre las ciudades capitales de Santa Cruz de la Sierra y La Paz, se puede evidenciar que el AOD en longitudes de onda más cortas tienen promedios mensuales significativamente más grandes en el 2019 que en 2018 y 2020. Sin embargo, se evidencia que el grado de contaminación que ocurre por la influencia del humo proveniente de los incendios dentro de los meses de agosto y septiembre para este año 2020, alcanza grandes distancias, afectando así la salud de la población. Además, es importante señalar que estudios dentro de esta pandemia demuestran que: *"La evidencia encontrada reporta que la incidencia y el riesgo de morbilidad y mortalidad por Covid-19 se incrementan con la exposición crónica y aguda a la contaminación del aire…"* [20]. Por tal razón, es importante señalar que el riesgo de la salud de un individuo es mayor por la concentración del humo que existe en todo el territorio nacional, generando una mayor probabilidad de contraer una enfermedad respiratoria y/o algún tipo de alergia, principalmente en aquellas

personas vulnerables a este fenómeno en este tiempo de pandemia. Esto incluye a las personas con enfermedades respiratorias como el asma, bronquitis crónica, enfermedades cardíacas, mujeres embarazadas y otras asociadas al lugar de actividad de trabajo y/o deporte al aire libre, que tienen el riesgo de inhalar estas concentraciones de humo peligrosas para la salud. La exposición a corto plazo a concentraciones más altas de PM2.5, PM10, CO, NO2 y O3, se asocia con un mayor riesgo de infección por COVID-19. Sin embargo, la exposición a corto plazo a una concentración más alta de SO2, está relacionada con la disminución del riesgo de infección por COVID-19 [21].

Las Complicaciones pulmonares y el COVID-19: la Neumólisis

El nuevo concepto "Neumólisis" desarrollado por el Prof. Dr. Gustavo Zubieta-Calleja del IPPA (Instituto Pulmonar y Patología en la Altura) de La Paz, Bolivia, en referencia al compromiso pulmonar muy serio ocasionado por el Coronavirus en la actual pandemia del COVID-19, se constituye en un factor de gran riesgo en esta época [22]. El Coronavirus Cov-2 ingresa al pulmón por la vía inhalatoria y se anida en los neumocitos (las células respiratorias en el pulmón) ingresando por los receptores ACE-2. Esto, con el objetivo de reproducir su material RNA y replicarse. Consecuentemente, ocasiona la destrucción de estas células, Neumólisis (neumo=pulmón, lisis=destrucción). Por esta razón, se produce una lesión severa de diversas partes del pulmón, ocasionando un descenso del nivel de oxígeno, evidenciado por la pulsoximetría digital. Los pulmones de los pacientes se van destrozando gradualmente conforme el virus se propaga. Al inicio, se produce una "hipoxemia silenciosa o silente" que posteriormente deriva en falta sustancial de aire. Hipoxemia significa: hipo=baja, oxemia=oxígeno en la sangre [23] [24] [25].

En estas circunstancias, el humo en el ambiente es un factor seriamente agravante comprometiendo la salud particularmente de los que no tienen acceso a oxígeno medicinal, lo que puede costarles la vida.

Los que logran sobrevivir al ataque del virus se recuperan, pero pueden quedar con un cuadro de fibrosis (cicatrización) pulmonar severo que disminuye la captación de oxígeno y reduce su capacidad para realizar esfuerzos o hacer ejercicio. Es decir, quedan los pulmones con limitaciones. Ante esta insuficiencia respiratoria, el humo ocasionado por las quemas, es un factor seriamente agravante que pone en riesgo la vida de los habitantes. Por otra parte, las personas que se encuentran en un ambiente con humo están inhalando las partículas arriba descritas y es como si estuvieran fumando. Es bien sabido que el fumar es un factor cancerígeno. Las partículas no eliminables se anidan en el pulmón en forma permanente como en la Silicosis (enfermedad de los mineros) y esto ocasiona en ellos una insuficiencia respiratoria y polieritrocitemia (aumento de los glóbulos rojos; poli=muchos, eritrocito=glóbulo rojo, hemia=en la sangre). Esto implica que el daño pulmonar ocasionado por la inhalación de PM10 y PM2.5 puede resultar en lesión permanente en los sujetos susceptibles. La inhalación del humo de las quemas, a su vez, es irritante de los bronquios, y es causa de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC). El EPOC se caracteriza por tos y expectoración frecuente, asociado a falta de aire al hacer ejercicio.

Conclusiones

Si bien se sabe que las actividades del chaqueo y/o quema de bosques en el territorio nacional son frecuentes en los periodos de agosto a septiembre aproximadamente, la evidencia de la información demuestra que: Brasil lidera este ranking latinoamericano y mundial con más de un millón de hectáreas pérdidas durante el 2019 y le sigue Bolivia que ocupa el cuarto lugar en el mundo y el segundo en Latinoamérica, donde en esta gestión 2020, los incendios también han generado un gran impacto y con ello aumentando la desertificación de los bosques en nuestro país [1]. Por lo que es necesario considerar que la mayor incidencia del humo se concentra en la región del oriente boliviano, pero por los vientos fuertes generados en la atmosfera, alcanzan gran parte del territorio nacional. Por lo tanto, afecta la calidad de aire en el ambiente y por ende con el tiempo afectará a la atmósfera, constituyéndose en un gran riesgo para la salud de la población en este tiempo de pandemia COVID-19. Asimismo, en los días con alto índice de nubosidad y/o humo, se evidencia la disminución de la intensidad de radiación solar, la misma que es imprescindible para el ser humano [26]. Más aún, las personas que tienen algún tipo de alergia y/o pocas defensas se tornan más vulnerables a los contaminantes que se transportan en el aire como, por ejemplo: las personas con enfermedades respiratorias como el asma, bronquitis crónica, enfermedades cardíacas, mujeres embarazadas y otras asociadas al lugar de actividad de trabajo y/o deporte al aire libre, que tienen el riesgo de inhalar estas concentraciones de humo peligrosas para la salud. Los pacientes con COVID-19 que presenten secuelas de la neumólisis podrían sufrir una mayor falta de aire comprometiendo seriamente su salud.

Bibliografía.

[1] OMM, «Cambio Climatico,» 12 Septiembre 2020. [En línea]. Available: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-sp.pdf.

[2] Naciones Unidas-CEPAL, «Cambio Climático y Derechos Humanos,» 20 Diciembre 2019. [En línea]. Available: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44970/4/S1901157_es.pdf.

[3] ONU (programa para el medio ambiente), «Informe sobre la disparidad en las emisiones del 2019,» [En línea]. Available: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30798/EGR19ESSP.pdf?sequence=17. [Último acceso: 17 Septiembre 2020].

[4] ONU-Noticias, «Los efectos nocivos en el aire de los incendios en Australia llegan hasta Sudamérica,» 7 Enero 2020. [En línea]. Available: https://news.un.org/es/story/2020/01/1467611. [Último acceso: 18 Septiembre 2020].

[5] MMAyA, «Reporte de focos de calor, quemas e incendios forestales registrados del 14 al 20 de septiembre en todo el país,» [En línea]. Available: https://www.mmaya.gob.bo/2020/09/reporte-de-focos-de-calor-quemas-e-incendios-forestales-registrados-del-14-al-20-de-septiembre-en-todo-el-pais/. [Último acceso: 19 Septiembre 2020].

[6] J. Figueruelo Alejano y M. Marino Dávila, Química Física del Ambiente y de los procesos Medioambientales, Barcelona: Reverté, 2004.

[7] OMS-ONU, «Primera conferencia mundial de la OMS sobre la contaminación del Aire y la Salud,» 1 Octubre 2018. [En línea]. Available: https://www.who.int/airpollution/events/conference/Air-Pollution_and_Health_Conference_Concept-Note_FINAL_web5-ES.pdf.pdf. [Último acceso: 18 Septiembre 2020].

[8] M. Allaby, Atmosphere: A Scientific History of Air, Weather, and Climate, New York: Facts On File, 2009.

[9] OMS, «Calidad del aire y salud,» 2 Mayo 2018. [En línea]. Available: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health. [Último acceso: 20 Septiembre 2020].

[10] Who, «Organización Mundial de la Salud,» 2 Mayo 2018. [En línea]. Available: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health.

[11] Agencia-EFE, «Áñez anuncia la declaración de emergencia por los incendios en el oriente boliviano,» 15 Septiembre 2020. [En línea]. Available: https://www.efe.com/efe/america/sociedad/anez-anuncia-la-declaracion-de-emergencia-por-

los-incendios-en-el-oriente-boliviano/20000013-4343436. [Último acceso: 20 Septiembre 2020].

[12] DW, «Los incendios arrecian nuevamente en Brasil,» 25 Agosto 2020. [En línea]. Available: https://www.dw.com/es/los-incendios-arrecian-nuevamente-en-brasil/av-54697115. [Último acceso: 20 Septiembre 2020].

[13] PNUD-ONU, «Objetivos de Desarrollo Sostenible,» [En línea]. Available: https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html. [Último acceso: 12 Marzo 2020].

[14] FAN, «Monitoreo de quemas e incendios forestales 2020,» [En línea]. Available: http://incendios.fan-bo.org/Satrifo/reportes/Reporte_Abril2020-v5.pdf. [Último acceso: 21 Septiembre 2020].

[15] Y. A. Cengel y J. M. Cimbala, Mecánica de Fluidos: Fundamentos y Aplicaciones, México D.F.: McGraw Hill, 2012.

[16] F. White, Mecánica de Fluidos, México: McGraw Hill, 2008.

[17] ABCDUST, «¿Cuál es el tamaño de un virión de Covid-19 en relación con el MP10-2.5?,» [En línea]. Available: https://abcdust.net/cual-es-el-tamano-de-un-virion-de-covid-19-en-relacion-con-el-mp10-2-5/?lang=es. [Último acceso: 21 Septiembre 2020].

[18] N. De Nevers, Ingeniería de Control de la contaminacion del Aire, México: McGRAW Hill, 1998.

[19] AERONET-NASA, «AERONET,» 30 Septiembre 2019. [En línea]. Available: https://aeronet.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/data_display_aod_v3?site=SANTA_CRUZ_UTEPSA&nachal=0&year=2019&month=9&aero_water=0&level=1&if_day=0&if_err=0&place_code=10&year_or_month=0.

[20] E. Félix-Arellano, A. Schilmann, M. Hurtado-Díaz, J. Texcalac-Sangrador y H. Riojas-Rodríguez, «Revisión rápida: contaminación del aire y morbimortalidad por Covid-19,» *Salud Pública De México,* vol. 65, nº 5, pp. 582-289, 2020.

[21] Z. Yongjian, X. Jingui, H. Fengming y C. Liqing, «Association betwen short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China,» *Science of the Total Environment,* vol. 727, nº 138704, 2020.

[22] El Diario, «El coronavirus es fatal debido a la Neumolisis,» 9 Julio 2020. [En línea]. Available: https://www.eldiario.net/movil/?n=7&a=2020&m=07&d=09.

[23] G. &. Z.-D. N. Zubieta-Calleja, «El COVID-19 y las complicaciones Pulmonares: Neumólosis y Baja tolerancia a la Hipoxia,» *Comite Nacional de Bioética,* vol. 3, nº 1, 2020.

[24] G. Zubieta-Calleja, «Pneumolysis and Silent Hypoxemia: 2nd World Conference on Advances in COVID-19,» [En línea]. Available: https://wroldcovidconf.com. [Último acceso: 21 Septiembre 2020].

[25] G. R. Zubieta-Calleja, N. Zubieta-DeUrios, T. Venkatesh, K. K. Das y J. Soliz, «COVID-19 and Pneumolysis Simulating Extreme High-altitude Exposure with Altered Oxygen Transport Physiology; Multiple Diseases, and Scarce Need of Ventilators: Andean Condor´s-eye-view,» *Reviews on Recent Clinical Trials,* vol. 15, nº 1, 2020.

[26] G. Zubieta-Calleja, «COVID-19 Publication, interviews & conference,» [En línea]. Available: http://altitudeclinic.com/blog/2020/06/covid-19-pubs/.

[27] J. L. Pinedo Vega, Fundamentos de Física de la Atmósfera: Atmósfera y Energía, Barcelona: Editorial Académica Española, 2012.