

LA GENTRIFICACIÓN DE LOS CLIMAS URBANOS Y SU INFLUENCIA SOBRE LAS TEMPERATURAS DE LA SUPERFICIE TERRESTRE Y EL COVID-19 DURANTE EL AÑO 2020 EN SANTIAGO DE CHILE

Hugo Romero

Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU),
Universidad de Chile (UChile), Chile
hromero@uchilefau.cl

Flávio Henrique Mendes

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ),
Universidade de São Paulo (USP), Brasil
friquemendes@usp.br

Resumen: Las investigaciones exploratorias sobre el comportamiento espacial del COVID-19 se han concentrado en las correlaciones entre las tasas de morbilidad y mortalidad y sus determinantes socio-económicos. Reconociendo la indudable importancia de las condiciones climáticas y sus cambios estacionales en los brotes y difusión de la pandemia, se han correlacionado también, con resultados diversos, con informaciones climáticas a escala de ciudades, países y regiones globales, sin explorar las características diferenciales de los climas al interior de las ciudades y su relación espacial con las tasas de incidencia del COVID-19. El clima urbano de Santiago de Chile, representado en este caso por la distribución espacial de las Temperaturas de la Superficie Terrestre (TST) a través del año 2020, se asocia con las tasas de incidencia de la pandemia a escala de comunas o conjuntos de barrios, observando condiciones de injusticias socioambientales que son urgentes de resolver.

Palabras clave: Comodificación y gentrificación de los climas urbanos, Temperaturas de la Superficie Terrestre, tasas de incidencia del COVID-19 por comunas, coronavirus, pandemia.

Urban climates gentrification and its influence on land surface temperatures and COVID-19 during 2020 in Santiago de Chile

Abstract: Exploratory research on the spatial behavior of COVID-19 has focused on correlations between morbidity and mortality rates and their socio-economic determinants. Recognizing the undoubted importance of climatic conditions in outbreaks and the spread of the pandemic, they have been also correlated, with diverse results, with climatic information at the level of cities, countries and global regions, without, however, considering the differential characteristics of climates within the city and their spatial relationship with COVID-19 incidence rates. Santiago de Chile's urban climate, represented in this case by the spatial distribution of Land Surface Temperatures (LST) through 2020, is associated with the incidence rates of the pandemic at the level of communes or sets of neighborhoods, observing conditions of socio-environmental injustices that are urgent to resolve.

Keywords: Urban climates comodification and gentrification, Land Surface Temperature, neighborhood incidence rates of COVID-19, coronavirus, pandemic.

1. Introducción

La Pandemia de COVID-19 ha afectado severamente a los países y ciudades latinoamericanas; se han multiplicado las investigaciones epidemiológicas que permiten explicar las situaciones registradas y, por sobre todo, que intentan predecir y gestionar la evolución futura de esta y otras amenazas a la salud pública. Los contagios se han concentrado en las ciudades, en especial en las capitales de los países, como Santiago en el caso de Chile, donde se localiza el mayor número de habitantes (sobre el 36% de la población nacional) y de los enfermos y muertos causados por la pandemia (Minsal, 2021).

Los estudios sobre las relaciones espacio-temporales entre los contagios y sus factores explicativos al interior de las ciudades se han referido especialmente a los determinantes socio-económicos que, en el caso de Chile, al igual que en toda la región latinoamericana, destacan por el predominio de elevados niveles de desigualdad social entre sus diversos barrios. Las significativas diferencias que se observan al interior de las ciudades involucran relevantes condiciones de injusticia, que no se reducen solo a las características sociales y económicas, sino que también incluyen grandes desigualdades ambientales, entre las cuales destacan las contrastadas condiciones climáticas urbanas. Sin embargo, estas últimas no se han considerado mayormente en los análisis realizados hasta ahora, lo que constituye el objetivo principal de esta aproximación preliminar y limitada por la falta de información concluyente acerca de un proceso aun en desarrollo.

La publicación reciente del libro sobre Climatología Urbana de América Latina (Henríquez y Romero, 2019) presenta en forma selectiva algunos de los más importantes progresos experimentados por esta disciplina en el subcontinente, incluyendo capítulos referidos a islas de calor, sustentabilidad urbana, riesgos socio-naturales y rol ambiental de la vegetación para enfrentar el Cambio Climático y la contaminación atmosférica. El libro constituye también un reconocimiento y homenaje a científicos latinoamericanos, como los profesores Ernesto Jáuregui y Carlos Augusto de Figueredo Monteiro, que hace más de treinta años contribuyeron a fundar este tipo de estudios en la región, conscientes que se trataba de un tema fundamental para garantizar niveles de seguridad y confortabilidad a la creciente población urbana, que se concentraba ilimitadamente en megalópolis en medio de profundas desigualdades e injusticias socio-ambientales. Los mencionados profesores fueron a su vez mentores y educadores de una amplia generación de discípulos y continuadores de su obra, que han generado a su vez, innumerables avances en la climatología urbana de la casi totalidad de los países latinoamericanos, al mismo tiempo que han alentado la formación de laboratorios y núcleos de investigación que, a través de numerosos y diversos programas de postgrado, han fortalecido los conocimientos especializados en este campo en toda la región.

En esta pléyade de orientadores e impulsores de la climatología latinoamericana también han estado presente profesores españoles, destacando principalmente los académicos José María Cuadrat y Javier Martín Vides. La mayoría de los investigadores que trabajan en la actualidad en climatología urbana en Latinoamérica han recibido, en forma directa o indirecta, las contribuciones de dichos académicos. En nuestro caso, uno de los autores de este trabajo tuvo al Profesor Cuadrat como Director de Tesis de Doctorado en la Universidad de Zaragoza y, como, a su vez, este académico chileno ha contribuido a formar otros tantos especialistas, se puede decir que la impronta del Profesor Cuadrat no solo se ha manifestado en las generaciones actuales, sino que además debe proyectarse hacia las del futuro.

En el diseño e implementación de un futuro urbano sustentable, que brinde equidad territorial y justicia socio-ambiental a todos los habitantes de las ciudades de la región, es necesario colocar a la climatología urbana como un pilar fundamental. No es posible estar de acuerdo con las situaciones de injusticia climática que la pandemia ha desnudado tan dramáticamente en todas las ciudades latinoamericanas, las que se han sumado a unos estados permanente de sufrimiento ante las condiciones de frío o calor excesivo al interior y exterior de las viviendas, así como a la ocurrencia frecuente y generalizada de desastres hidro-climáticos que afectan a la mayoría de los ciudadanos. La climatología urbana debe ser definitivamente considerada en los diseños, planes y modelos de gestión de las ciudades latinoamericanas, dejando de ser un objetivo reclamado, pero lejos aún de ser implementado adecuadamente, especialmente cuando en todo el mundo se advierten los principales efectos adversos del Cambio Climático, a los cuáles las ciudades, bajo sus actuales formas de funcionamiento, contribuyen significativamente.

En los estudios sobre las correlaciones espaciales entre la morbilidad y mortalidad de la pandemia y sus factores causales que circulan en Santiago de Chile actualmente, no se menciona al clima urbano; en caso que ello ocurra se trata de la comparación de datos e informaciones meteorológicos promedios obtenidos para ciudades localizadas en diferentes regiones de los países y continentes, que parten del supuesto que las temperaturas, la humedad y la ventilación son homogéneas al interior de las ciudades, lo que está muy distante de la realidad prevaleciente en Latinoamérica. En estas ciudades, el clima de los diferentes barrios refleja esencialmente los usos y coberturas de suelos, densidades de ocupación del territorio, tipos y materiales del medio ambiente construido y, por lo tanto, los niveles socioeconómicos de sus habitantes (Mendes, Romero y Silva Filho, 2020; Romero y Mendes, 2020a).

Si reconocemos las desigualdades socio-climáticas como uno de los principales rasgos ambientales distintivos de las ciudades latinoamericanas, podremos aproximarnos de mejor manera a la constelación de relaciones espaciales que explican la permanente injusta distribución de la salud ambiental y su agudización bajo la actual pandemia. Desde luego y tal como nos ha enseñado la geografía física crítica (Lave *et al.*, 2014; Lave, Biermann y Lane, 2018), no se trata de separar al clima urbano de los determinantes sociales y económicos, sino que, por el contrario, apreciar en forma ponderada los procesos atmosféricos de carácter global y aquellos que se desarrollan al interior de las ciudades, en combinación con la actuación de los factores socioeconómicos, cuyas interacciones permiten comprender las tan diversas situaciones que se han registrado en el espacio y el tiempo de la geografía de la pandemia.

Los estudios sobre las relaciones entre climas urbanos en general y de sus componentes específicos (radiación solar, temperaturas, humedad atmosférica y ventilación), con los indicadores socioeconómicos de los habitantes de las ciudades, y de ambos sobre la salud pública, se han fortalecido y precisado durante los últimos años (Tang, Di, Xiao, Lu y Zhou, 2017; Chakraborty, Hsu, Manya y Sheriff, 2019), comprendiendo también las relaciones entre los usos y coberturas de los suelos con la generación de formas climáticas típicas de las ciudades, como las islas de calor urbano causadas principalmente por la impermeabilización de la superficie de los suelos y el desaparecimiento de la vegetación (Sun, Lü, Yang y Cheng, 2019), coincidiendo todos ellos en la existencia de climas muy diferentes según se trata de áreas ocupadas por habitantes ricos o pobres.

Mientras en las ciudades de los países desarrollados los grupos sociales más vulnerables son considerados minorías, en las ciudades latinoamericanas constituyen inquestionablemente una mayoría que no tiene necesariamente incorporada en sus formas de vida cotidiana el disfrutar de climas agradables, aire limpio, seguridad ante las amenazas naturales y confortabilidad climática al interior y exterior de sus hogares. La climatología urbana no corresponde solo a los atributos químicos o físicos que caracterizan a la atmósfera sobre un determinado lugar y bajo condiciones asociadas a los diferentes tipos de tiempo, sino que se trata más bien de un componente del espacio

producido y reproducido socialmente, en función de los objetivos y recursos disponibles de los grupos sociales diferenciados en virtud de su poder adquisitivo. El clima urbano, consecuentemente, se encuentra “comodificado” (Castree, 2003; Romero y Mendes, 2020b; Thornes; Randalls, 2007), como cualquier otro bien o servicio al interior de la ciudad, y, para acceder a sitios de temperaturas y humedad más moderadas, adecuadamente ventilados, con menores concentraciones de contaminantes e instalados en sitios capaces de enfrentar riesgos hidro-meteorológicos como heladas, inundaciones, aluviones o sequías, se tiene que disponer de los suficientes recursos económicos para comprar un clima, que cada vez es más difícil de encontrar en el mercado, como consecuencia de los cambios globales y de sus elevados niveles de escasez, justamente como resultado de una urbanización desaprensiva e interesada solo en su comercialización. Los climas urbanos son ofertados como atributos fundamentales de la calidad ambiental de los paisajes y proyectos urbanos, lo que implica que el aire no es más un bien libre y ha perdido su carácter de bien común al interior de las ciudades:

“La atmósfera es una parte esencial de la vida en la Tierra, pero cada vez más, la atmósfera y la información sobre ella están siendo transformadas de ser consideradas como parte de los comunes globales, para serlo como una mercadería para ser comprada y vendida. (Thornes y Randalls, 2007, p. 273).

“Las actividades de muchos gobiernos e industrias han desafiado cada vez más el concepto de la atmósfera como un ‘bien público’, caracterizado por su consumo sin exclusividad y sin rivalidad” (Elling, 1989, *apud* Thornes y Randalls, p. 274).

El Estado y el mercado se han asociado en ciudades como Santiago no solo para demarcar mediante la planificación urbana los sitios de mejor calidad climática, sino que además han dividido sus actuaciones entre aquellas que implican omisión y las que, por el contrario, significan comisión. Esta última intervención consiste en la ejecución de un proceso de gentrificación climática, por el cual se realizan planes y proyectos por parte del sector público y privado para mejorar los climas urbanos degradados y transformarlos en atractivos para los habitantes de mayor poder adquisitivo.

Extensas remodelaciones urbanas, que han expulsado a los habitantes originarios de menores ingresos, se estructuran mediante el diseño y ejecución de obras destinadas a mejorar la calidad del aire y de los climas, tales como control de densidades y alturas de las edificaciones, trazado de avenidas anchas que no reduzcan el factor de visibilidad de los cielos y, por sobre todo, instalación de áreas verdes y conexión con los remanentes de paisajes naturales (Shokry, Connolly y Anguelovski, 2020). Otras veces se autorizan proyectos inmobiliarios en medio de paisajes naturales que inmediatamente pasan a ser comodificados y ofertados por el mercado a precios elevados. De manera opuesta, cuando no se hace nada para mejorar la calidad del aire y de los climas en los barrios más desposeídos, se trata de una omisión que deja en manos de los actores privados la posibilidad de controlar y mejorar las condiciones ambientales de

sus barrios, ya afectados por la precaria calidad de las viviendas que acompañan el poblamiento espontáneo de los habitantes con mayor urgencia social o las construcciones públicas de grandes conjuntos de habitaciones carentes de servicios y equipamientos comunitarios. En Santiago de Chile se aprecian las bondades y perjuicios de la gentrificación climática al comparar las temperaturas, humedad, coberturas vegetales y niveles de ventilación entre sus barrios y comunas ricas y pobres (Irrázaval, 2012; Smith y Romero, 2016; Mendes *et al.*, 2020; Romero y Mendes, 2020b).

Conceptualmente, la gentrificación climática en las ciudades latinoamericanas forma parte de la llamada gentrificación ecológica, una suerte de respuesta de la planificación urbana ante el proceso de Cambio Climático, que se presenta como un devenir apocalíptico, que para ser enfrentado, hace necesario adquirir la fantasía de la inmunidad, comprando y practicando un modo de vida eco-amistoso. Este modo de vida vacía de significado a la naturaleza y a la sustentabilidad, que actúan en la planificación urbana como “combustible para dar la apariencia de estar haciendo algo acerca del cambio global y el medio ambiente cuando en efecto se trata de despliegues destinados a mantener la prioridad del crecimiento económico para el logro de la competitividad global” (Harper, 2019, p. 64).

Respecto a la distribución espacial de la pandemia de COVID-19 en Santiago de Chile, Vergara-Perucich, Correa-Parra y Aguirre-Núñez (2020), han analizado los contagios mediante el desarrollo de un modelo de regresión múltiple que relaciona el aumento de casos experimentado entre el 30 de marzo y el 22 de mayo de 2020 como variable dependiente, seleccionando como variables explicativas el hacinamiento de habitantes por vivienda, la precariedad de sus construcciones, el nivel educacional de los jefes de hogar y el precio de las casas. Esta última resultó ser la variable que mejor explica el aumento de la pandemia por comunas y consiguientemente, las tasas de morbilidad y mortalidad al interior de la ciudad.

En Santiago de Chile hay viviendas que no tienen ningún valor para el mercado, en un extremo, y en el otro, aquellas que superan los US\$ 5.000 por m² construido. Los valores promedios por rangos fluctúan entre US\$ 100 y 2.500/m²; es decir, en promedio las diferencias de precios de las casas pueden alcanzar hasta 25 veces por metro cuadrado construido. Para los autores, el precio de las viviendas, dada la segregación territorial prevaleciente al interior de la ciudad, representa la interpretación económica por parte del mercado inmobiliario de un conjunto sistémico de atributos comodificados, tales como localización de los terrenos, tamaño de las viviendas, densidad de ocupación de los suelos, accesibilidad a los centros de bienes y servicios, materialidad de las construcciones, existencia y tamaño de las áreas verdes, estatus social de los habitantes de los barrios, seguridad ciudadana ante la delincuencia creciente, menor ocurrencia de amenazas naturales y, en síntesis, todos aquellos bienes y servicios que conforman el espacio urbano y son transados en el mercado formal. En el caso de los extensos barrios informales, donde predomina la autoconstrucción de viviendas o de conjuntos sociales, estos se lo-

calizan generalizadamente en las áreas de mayores riesgos naturales y sociales, con alta densidad y tasas de hacinamiento, espacios reducidos, carencia de espacios públicos, ausencia de áreas verdes, altas tasas de criminalidad, precariedad y falta de aislamiento de las viviendas y ausencia de servicios adecuados, incluyendo los de atención de la salud pública. Debido al estricto modelo neoliberal de desarrollo seguido por Chile durante más de cuarenta años, todos estos atributos del espacio urbano se adquieren libremente en el mercado y su accesibilidad constituye la principal forma de segregación socio-económica. En términos de salud, son los principales factores o determinantes de las tasas generales de morbilidad y mortalidad de sus habitantes. En el caso de Santiago, la ciudad fragmentada implica que la esperanza de vida de las mujeres que habitan en las comunas socialmente más vulnerables del sector poniente sea ocho años menos que la de quienes habitan en las comunas ricas del sector oriente (Bilal *et al.*, 2019).

Las temperaturas superficiales registradas por los suelos y captadas por las imágenes satelitales no solo permiten identificar las islas de calor urbano y otros rasgos de los climas locales, sino que además, representar las condiciones socio-ambientales de sus barrios. Las comunas ricas registran menores oscilaciones diarias y variaciones estacionales y mensuales de sus temperaturas, en comparación con las comunas de menores ingresos. Corresponde examinar, entonces, la relación que puede existir entre la distribución mensual de las Temperaturas de la Superficie Terrestre (TST) y las tasas de incidencia de COVID-19, observadas durante el año 2020 en las diferentes comunas de Santiago, con la finalidad de poder sugerir medidas de planificación, diseño y gestión de los espacios que recuperen el valor de los climas urbanos como un bien común y permitan proponer intervenciones que aseguren su distribución equitativa y justa.

2. Materiales y Métodos

El área de estudio fue la ciudad de Santiago de Chile, que se localiza a 33° 26' S y 70° 39' W, a 570 m de altitud media en relación al nivel del mar y que forma parte de la Región Metropolitana de Santiago (RMS), donde viven más de 7 millones de habitantes (INE, 2017) o 43% de la población nacional, distribuida en 38 comunas (Figura 1). Esta región registra veranos (diciembre-marzo) cálidos y secos, e inviernos (junio-agosto) frescos y lluviosos, característicos del tipo de clima Mediterráneo Csb, según la clasificación de Köppen-Geiger (Peel, Finlayson y McMahon, 2007).

Para comprender el comportamiento espacial del COVID-19 en Santiago de Chile, fueron correlacionadas sus tasas de incidencia (número de casos cada 100 mil hab.) con la TST media de cada una de las 38 comunas existentes en la RMS en diferentes meses del año 2020. Las tasas de incidencia representan la cantidad de infectados por el virus, mientras la TST corresponde al calor almacenado en el suelo, pudiendo ser esta variable climática un indicativo de vulnerabilidad socio-ambiental.

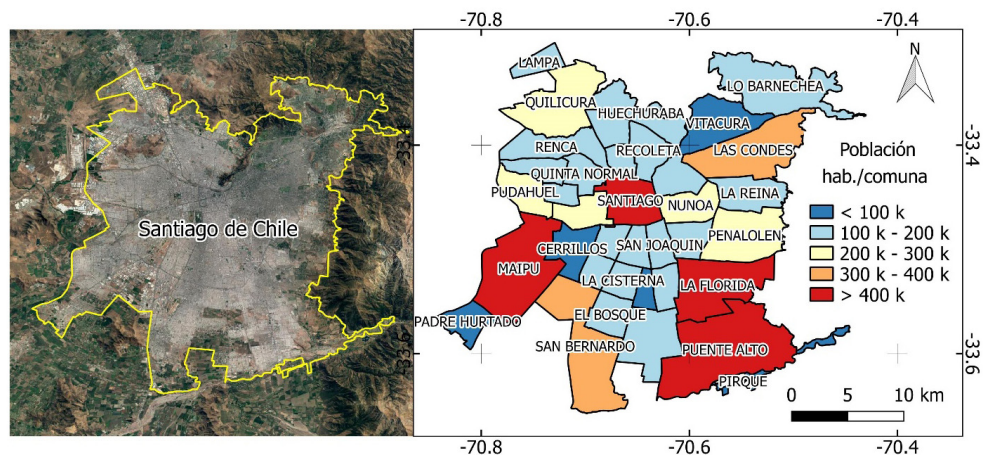


Figura 1. Vista aérea de Santiago de Chile y población residente en cada una de las 38 comunas en que se divide política y administrativamente.

Fuente: Elaboración propia, desde Google Earth e informaciones oficiales del INE (2017).

Los datos de contagios del virus tuvieron como fuente los Informes Epidemiológicos del Ministerio de Salud chileno (Minsal, 2021). El Minsal monitorea los contagios y difunde los Informes oficiales cada tres o cuatro días, en promedio; aunque pueden ocurrir subnotificaciones de casos, especialmente en períodos de monitoreo muy cortos, con personas asintomáticas. En esta investigación se analizaron registros de los Informes de los días 07 de abril (5° Informe) y 03 de mayo (14° Informe), correspondientes a la estación de otoño; 23 de julio (36° Informe), que representa a la estación de invierno; 13 de septiembre (51° Informe), correspondiente a inicios de la primavera, y 03 de diciembre (74° Informe), emitido a inicio del verano, todos del año de 2020. Estas fechas son cercanas a los días en que se encuentran disponibles imágenes satelitales: 07 de abril, 09 de mayo, 28 de julio, 14 de septiembre y 03 de diciembre de 2020. Para determinar las tasas de incidencia en cada comuna bastó dividir la cantidad de infectados (casos absolutos) por su población (INE, 2017) y multiplicar por 100.000.

Las tasas de incidencia fueron clasificadas cualitativamente en bajas, medias, altas, muy altas y críticas, basadas en los valores promedios acumulados para cada periodo analizado: abril (mín. 0; máx. 118; promedio 31), mayo (mín. 89; máx. 418; promedio 166), julio (mín. 1494; máx. 5546; promedio 3432), septiembre (mín. 1717; máx. 5984; promedio 3846) y diciembre (mín. 2020; máx. 6594; promedio 4232 contagios/100.000 hab. - equivalente al 4,2% de toda la población de Santiago). La relativización de estos números permitió realizar la comparación espacial entre las diferentes comunas y meses, dado su crecimiento exponencial (Romero y Mendes, 2020a).

El satélite elegido para obtener las medias de las TST fue el Landsat-7 (sensor ETM+ C1 Level-1), en su banda 6 (térmica), y píxel de 60 m de tamaño, cuya escena de Santiago es *WRS Path: 233; WRS Row: 083*. Estas imágenes representan imágenes adquiridas cada 16 días, cruzando el cielo de Santiago siempre cerca de las 10.00 hrs de la mañana (hora local). Disponer de imágenes sin nubes en el otoño e invierno limita la disponibilidad de informaciones. Las imágenes fueron descargadas por el enlace LandsatLook Viewer (<https://landlook.usgs.gov/landlook/viewer.html>), pero también se puede utilizar el Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), ya que los dos pertenecen al USGS (United States Geological Survey). En la secuencia, es necesario descomprimir el archivo, obteniendo dos archivos de la carpeta: la banda térmica en formato.tif y los metadatos en formato.txt. Las cinco imágenes satelitales fueron procesadas en el *software* QGIS, según la metodología propuesta por Luca Congedo (2014), cuyo Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) convierte matemáticamente los niveles de grises en TST, aplicando la corrección atmosférica y convirtiendo valores en Kelvin para grados Celsius.

3. Resultados

En la fecha de preparación de este artículo, había pasado un año desde que la Organización Mundial de la Salud (OMS) decretó el estado de pandemia por COVID-19 el 11 de marzo de 2020. Desde entonces, al 24 de febrero de 2021, el mundo había registrado más de 112 millones de contagios, destacando entre los países más afectados los Estados Unidos (28 millones de casos), India (11 millones), Brasil (10 millones), Rusia (4 millones) y Reino Unido (4 millones), todos países con grandes poblaciones que, juntos, contabilizaron más de 50% de los casos totales. En totalidad, se habían registrado más de 2,5 millones de muertes, lo que significaba una tasa global de incidencia de 1,4% y una letalidad de 2,2% (JHU, 2021). En Latinoamérica, Brasil, Argentina y Colombia presentaban las mayores tasas de incidencia, mientras que México, Ecuador y Bolivia alcanzaban las mayores tasas de letalidad. Además, estos ocho países alcanzan valores por encima de los promedios mundiales. Sin embargo, muchos países europeos se encontraban igualmente en situación crítica (como Reino Unido, Italia, España y Portugal) presentando las más altas tasas de incidencia, al menos hasta fines de febrero de 2021 (Tabla 1).

En agosto de 2020 (es decir en pleno invierno), Chile registró la mayor tasa de incidencia entre los países latinoamericanos, alcanzando al 2,0% de su población (Romero y Mendes, 2020a). A la fecha de escribir este artículo (28 de febrero de 2021), la situación de salud pública continuaba siendo crítica, especialmente en los estratos más vulnerables de la población.

Tabla 1. Número de casos y de muertes, tasa de incidencia y tasa de letalidad por COVID-19 en Latinoamérica y otros países del mundo, registrados al 24 de febrero de 2021

| <i>Posición del país respecto al total de la población mundial</i> | <i>País</i> | <i>Casos</i> | <i>Muertes</i> | <i>Población total</i> | <i>Tasa de incidencia</i> | <i>Tasa de letalidad</i> |
|--|-------------|--------------|----------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 2° | India | 11.047.000 | 156.705 | 1.380.004.385 | 3,3% | 1,4% |
| 3° | EUA | 28.377.000 | 507.153 | 331.002.651 | 2,1% | 1,8% |
| 6° | Brasil | 10.324.463 | 249.957 | 212.559.417 | 4,9% | 2,4% |
| 9° | Rusia | 4.154.000 | 83.044 | 145.934.462 | 2,8% | 2,0% |
| 10° | México | 2.060.908 | 182.815 | 128.932.753 | 1,6% | 8,9% |
| 21° | Reino Unido | 4.157.000 | 121.979 | 67.886.011 | 6,1% | 2,9% |
| 23° | Italia | 2.849.000 | 96.666 | 60.461.826 | 4,7% | 3,4% |
| 29° | Colombia | 2.237.542 | 59.260 | 50.882.891 | 4,4% | 2,6% |
| 30° | España | 3.171.000 | 68.468 | 46.754.778 | 6,8% | 2,2% |
| 32° | Argentina | 2.085.411 | 51.650 | 45.195.774 | 4,6% | 2,5% |
| 43° | Perú | 1.300.799 | 45.683 | 32.971.854 | 3,9% | 3,5% |
| 63° | Chile | 812.344 | 20.310 | 19.116.201 | 4,2% | 2,5% |
| 67° | Ecuador | 278.779 | 15.634 | 17.643.054 | 1,6% | 5,6% |
| 80° | Bolivia | 245.719 | 11.547 | 11.673.021 | 2,1% | 4,7% |
| 89° | Portugal | 800.586 | 16.136 | 10.196.709 | 7,9% | 2,0% |
| 235° | Global | 112.841.807 | 2.503.055 | 7.805.657.500 | 1,4% | 2,2% |

Fuente: Elaboración propia, desde JHU (2021) y Worldometer (2021).

3.1. Distribución espacial de las Temperaturas de la Superficie Terrestre

LasTST pueden registrar un valor que duplique a la temperatura del aire(Souza y Silva, 2005). De esta forma, la TST no solo condiciona en gran medida a esta última, sino que, a su vez, está directamente influida por la cantidad de vegetación y tasas de impermeabilización de los suelos, así como con la materialidad de las construcciones e infraestructura urbana (Mendes *et al.*, 2020). Chile se divide en 16 regiones político-administrativas, de las cuales la Región Metropolitana de Santiago se ubica en la zona central del país (Figura 2A). En abril (Figura 2B), a comienzos del otoño, el promedio de la TST en las 38 comunas de Santiago fue 24,3°C, siendo las comunas ricas del sector oriente de la ciudad (Vitacura, Las Condes, Lo Barnechea y Providencia) cerca de 2 a 3°C más frescas que el resto, debido a su mayor altitud, menores densidades construidas y extensas áreas verdes. Por el contrario, las comunas de Lampa, Quilicura y Cerrillos (del sector poniente) fueron las más cálidas, debido al predominio de alta densidad de viviendas, sectores industriales, suelos desnudos o impermeabilizados y ausencia de ve-

getación. De esta manera, se configura una distribución espacial típica de los climas urbanos de Santiago, que diferencian permanentemente al sector oriente, vecino a la Cordillera de los Andes, del sector poniente, localizado en el sector más bajo de la cuenca de los ríos Maipo y Mapocho. en cuyo interior se ha desarrollado la capital de Chile.

En mayo (Figura 2C), cuando comenzó a manifestarse el frío local como consecuencia de la llegada del invierno, la TST registrada fue de 16,0°C, y las comunas ricas quedaron con temperaturas cerca de este valor promedio, demostrando una baja desviación estándar. El sector oriente presentó fragmentos con valores más elevados y se observó una franja de temperaturas más elevadas en el piedemonte andino, asociada seguramente a la mayor dinámica de las masas de aire que descienden desde las montañas, que superan los 3.000 m de altura e impiden el estancamiento de los flujos y la concentración de las bajas temperaturas, que por el contrario, se estabilizan en los sectores más bajos de la cuenca, como en la franja fría de aproximadamente 12°C que se observa en el sector poniente. En el mes de julio (Figura 2D), en pleno invierno, se registró 5,8°C como TST promedio para la ciudad, y las comunas más ricas presentaron valores encima de este parámetro. Por el contrario, las comunas del sector poniente, concentraban el frío en zonas de gran vulnerabilidad social, como las comunas de La Pintana, San Ramón y Quilicura, que registraron valores de TST entre cero y 1,0°C, con todo el discomfort climático y los mayores riesgos para la salud pública que ello implica.

En el mes de septiembre, comienzos de la primavera (Figura 2E), el promedio de las temperaturas superficiales ascendió a 19,8°C, y las comunas ricas presentaron un comportamiento similar al observado en mayo, mientras que las comunas del poniente quedaron encima del promedio, registrando incluso valores extremos, superiores a 25°C en las áreas del NW y SW de la ciudad. Por fin, en diciembre (Figura 2F), la TST promedio alcanzó los 30,5°C y se restituyó en plenitud la diferenciación oriente-poniente, por la cual las comunas de Lo Barnechea, Vitacura, Las Condes, Providencia y La Reina alcanzaron temperaturas superficiales hasta 10°C más bajas que los extremos cálidos registrados en las comunas del NW (Lampa, Quilicura) y del SW (Cerrillos, El Bosque, San Ramón).

3.2. Distribución espacial de las tasas de incidencia de la pandemia

El análisis de las variaciones espaciales de las tasas de incidencia de COVID-19 durante el año 2020 (Figura 3) indica que en el mes de abril las cifras más altas se registraron en las comunas más ricas y con temperaturas templadas del NE de la ciudad y en unas cuantas del centro de la ciudad, que concentran algunos de los principales mercados y servicios públicos y privados. Si bien el sector poniente alcanzaba cifras menores de enfermos, algunas comunas de alta vulnerabilidad social, como El Bosque y San Ramón comenzaban a destacar por sus elevados números.

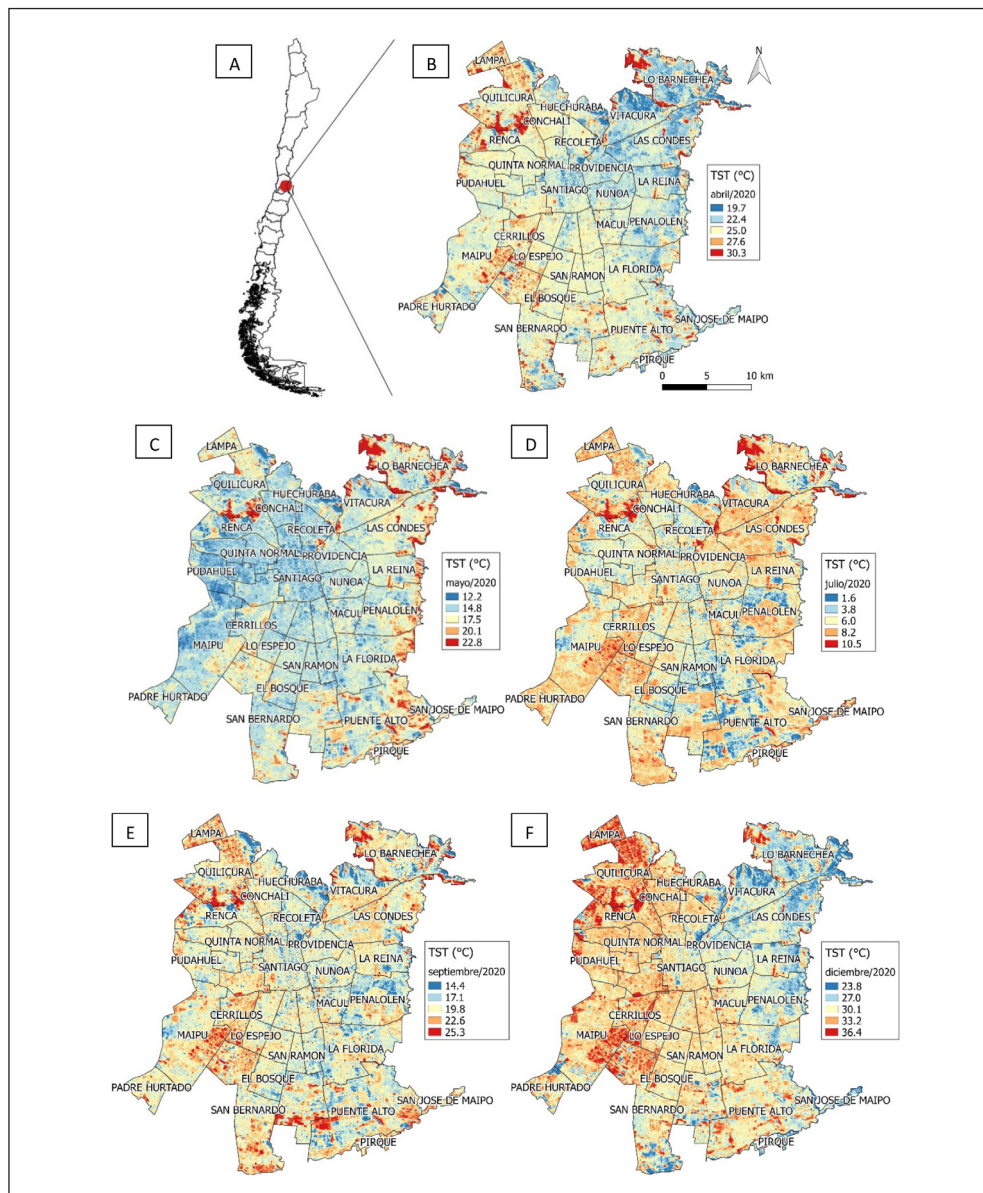


Figura 2. (A) Ubicación de Santiago entre las 16 regiones político-administrativas en que se divide Chile y distribución de las Temperaturas de la Superficie Terrestre en los días seleccionados de los meses de (B) abril, (C) mayo, (D) julio, (E) septiembre y (F) diciembre, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

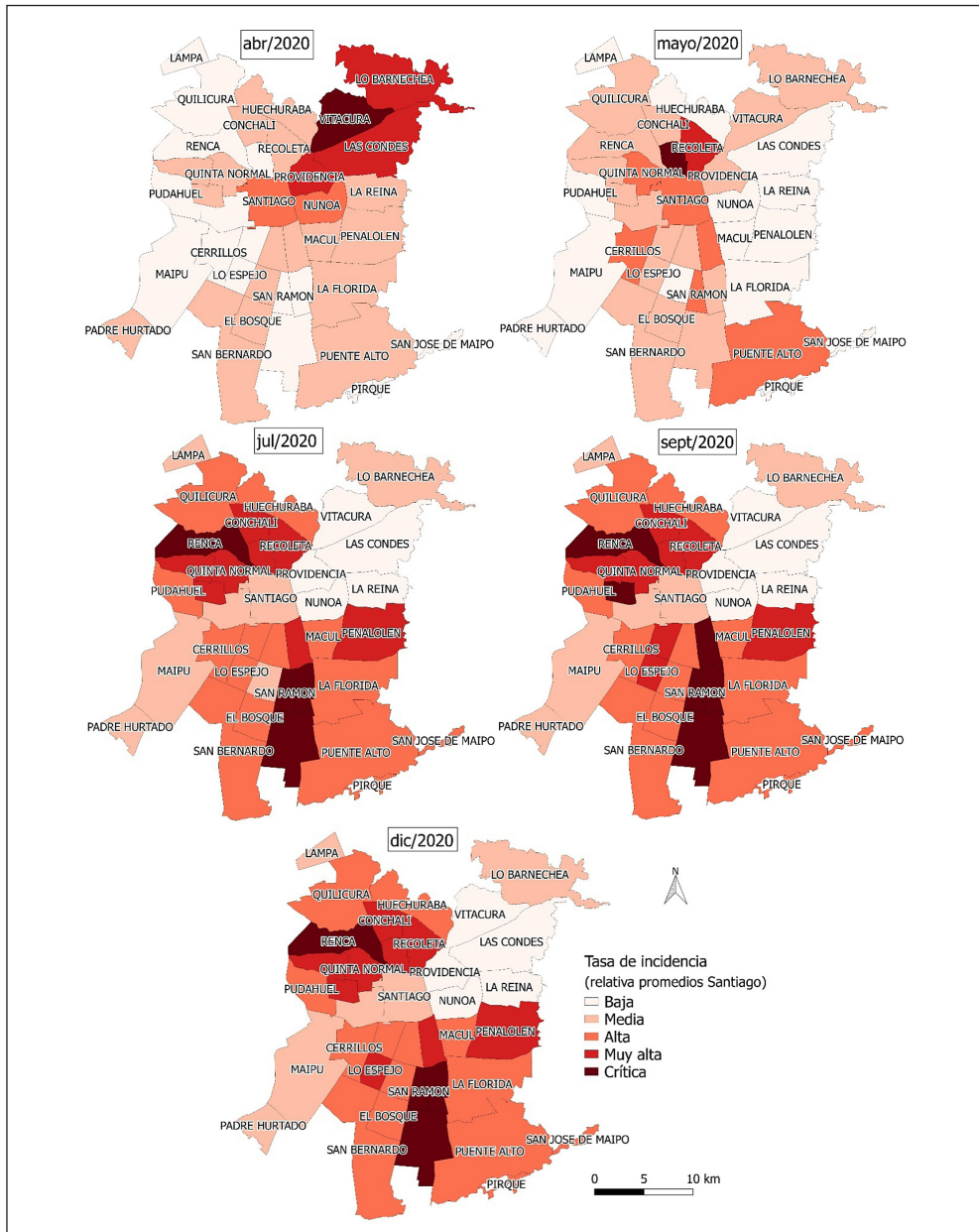


Figura 3. Evolución de las tasas de incidencia (contagios por 100.000 habitantes) del COVID-19 durante el año de 2020 en Santiago de Chile.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de informes oficiales de Minsal (2021).

En mayo, los niveles más críticos de contagio avanzaron hacia el centro y comunas peri-centrales de la ciudad, como Santiago, Recoleta y Quinta Normal, al mismo tiempo que se registraban elevadas tasas en las comunas de Cerrillos y San Ramón, localizadas al poniente. En el mes de julio y en medio de las rigurosas condiciones que caracterizan a las temperaturas del invierno, especialmente en las comunas instaladas en los sectores más deprimidos de la cuenca, se advierte no solo un dramático cambio en los espacios urbanos afectados, sino que también la concentración de las mayores cifras observadas en el año en superficies y corredores localizados en las comunas de mayor vulnerabilidad social y ambiental.

En septiembre, con el arribo de la primavera y sus temperaturas más cálidas, las tasas de incidencia mejoraron notoriamente en forma generalizada, aunque se mantuvieron altas en comunas puntuales del norponiente y centro de Santiago. El mejoramiento de las cifras y el convencimiento de que se replicarían las condiciones más favorables asociadas a la llegada del verano en el Hemisferio Norte, aumentó las expectativas de haber superado las condiciones más críticas de contagio. Sin embargo, el incremento de la movilidad debido a las celebraciones de las fiestas de fin de año, así como la reapertura del comercio y de los servicios, así como por la imperiosa necesidad de trabajo que enfrentaba la sociedad, implicaron la generación de una segunda ola de contagios que se acentuó a partir de los meses de enero y febrero de 2021, esta vez en las comunas de mayor población, como Puente Alto (29 mil casos), Maipú (18 mil casos), Santiago (18 mil casos) y La Florida (16 mil casos). Adicionalmente, los contagios se concentraron en comunas de considerable vulnerabilidad social, como La Granja, Renca, La Pintana y San Ramón, todas con más de 6,0% de su población infectada. Según la Secretaría Regional Ministerial de Desarrollo Social y Familia (2019), las comunas de La Granja y Renca, por ejemplo, registran unos niveles medios de prioridad social, mientras que La Pintana y San Ramón se posicionan como la primera y la cuarta, respectivamente, entre las zonas que presentan los mayores Índices de Prioridad Social (IPS) superior a 80,00. Con fines comparativos se puede indicar que las comunas de Vitacura, Las Condes, Providencia, Lo Barnechea, La Reina y Ñuñoa (comunas del sector oriente) registran IPS inferiores a 38,00.

3.3. Relaciones espaciales entre Temperaturas de la Superficie Terrestre y la tasas de incidencia de la pandemia

Las correlaciones negativas entre las condiciones de TST y las tasas de incidencia de COVID-19 predominaron en todas las estaciones climáticas durante el año 2020, excepto en el mes de diciembre. Las comunas más frías concentraron los contagios en los meses de invierno y primavera (Figura 4). En el mes de abril, las aún bajas tasas de incidencia surgieron espacialmente en las comunas con TST en el rango de 24-26°C. Al mes siguiente, el significativo descenso térmico estacional generalizó la distribución de la pandemia por toda la ciudad junto con una distribución más dispersa de los con-

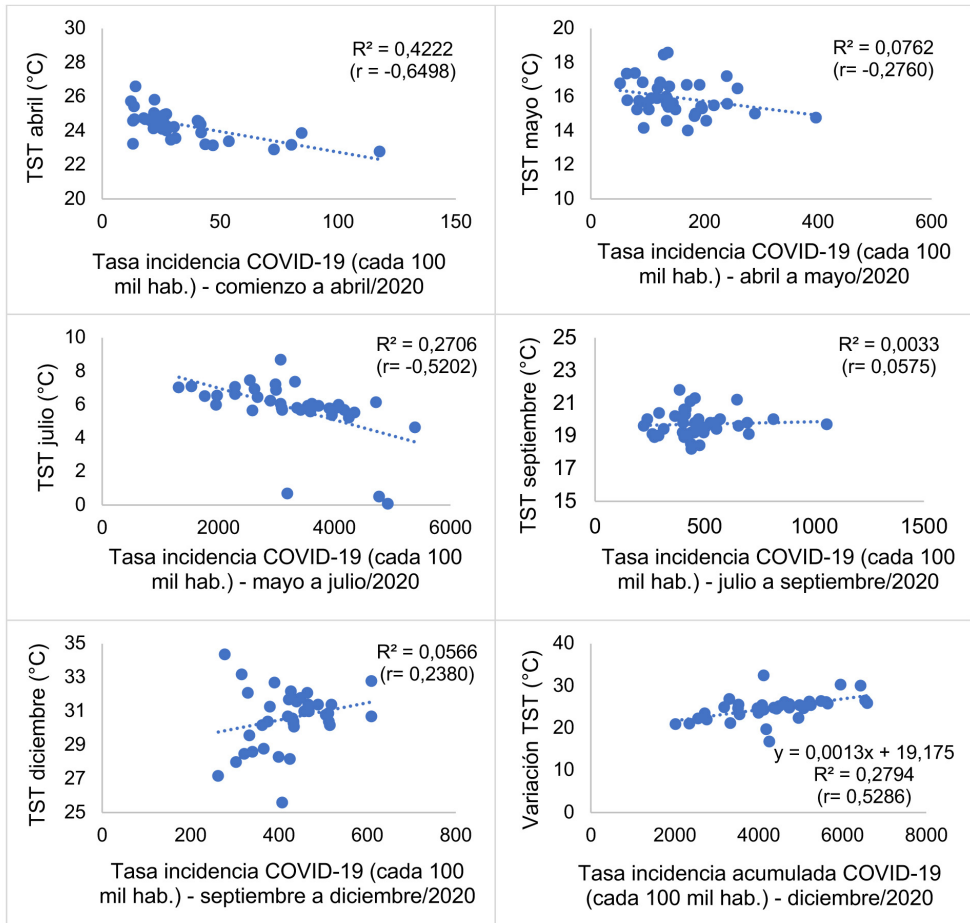


Figura 4. Correlación entre TST y las tasas de incidencia de COVID-19 (por cada 100 mil hab.) en los períodos de abril, abril a mayo, mayo a julio, julio a septiembre, y septiembre a diciembre de 2020. Además, el último gráfico presenta la situación de las tasas de incidencia acumuladas hasta el mes de diciembre de 2020 en relación a la variación de TST entre julio (mes más frío) y diciembre (el más cálido).

Fuente: Elaboración propia, sobre información oficial deMinsal (2021).

tagios, tornando poco significativa la relación entre ambas variables al interior de la ciudad. En julio nuevamente las mayores tasas de incidencia se ubicaron en las comunas más frías, principalmente en La Pintana (TST promedio 0,1°C), San Ramón (0,5°C) y Quilicura (0,7°C), que son al mismo tiempo algunas de las áreas socialmente más vulnerables de la ciudad. A partir del mes de septiembre se observó una tendencia de estabilización bajo la cual permanecieron las comunas más críticas.

En diciembre, el patrón espacial, social y climáticamente diferenciado entre las comunas del poniente y oriente tendió más bien a incorporar comunas del sur y suroccidente de la ciudad, que registraron las más altas tasas de incidencia, tales como La Granja, Renca, La Pintana y San Ramón, comunas que aún en la estación cálida mantenían sus altas concentraciones de enfermos, por encima de 6,0% de sus poblaciones. Por el contrario, las comunas de mayores ingresos del noreste presentaron una situación completamente diferente, con las menores tasas de incidencia: Vitacura, Las Condes, Providencia, Ñuñoa y La Reina, todas ellas entre 2,0% y 2,8%, por debajo del promedio de la ciudad hasta fines del año de 2020 (4,2%).

4. Discusión y Conclusiones

En un informe preliminar, Mena *et al.* (2021) analizaron la incidencia y mortalidad atribuidas a la pandemia y su asociación con el status demográfico y socioeconómico de las comunas de Santiago de Chile, a partir de los excesos en las cifras de muertes y las tasas de mortalidad causadas por la pandemia. Las desigualdades entre las comunas respecto al sistema de cuidado de la salud fueron ratificadas a través de la consideración de la menor capacidad de testeo de la enfermedad y mayores retrasos para conocer sus resultados en las zonas socialmente más vulnerables. Las desigualdades socioeconómicas explican una gran parte la variación de las muertes, así como la sub-estimación de sus cifras en los informes oficiales distribuidos. Hasta fines de agosto de 2020, Santiago de Chile, que contiene el 36% de la población nacional, había concentrado el 55% de los casos confirmados de COVID-19 y el 65% de las muertes atribuidas a la pandemia. En términos de disparidad comunal, Vitacura, con el máximo status socioeconómico de la ciudad y del país (Índice de Desarrollo Socio Económico (SES) de 93,7) alcanzó la cifra de 22,6 casos por 10.000 habitantes como tasa máxima de incidencia a mediados de mayo de 2020, mientras que La Pintana, con el más bajo indicador de desarrollo de la ciudad (17,0), registró 76,4 por 10.000 habitantes en la primera semana de junio de 2020.

En mortalidad se apreciaban cifras igualmente representativas de la profunda segregación socio-ambiental existente al interior de la ciudad. En este caso, la comuna de San Ramón, clasificada entre las de menor desarrollo social (SES 19,7) registraba 4,4 muertes semanales en la segunda semana de junio, mientras que la de Vitacura alcanzaba menos de una muerte en igual período. Para Mena *et al.* (2021), además de los

determinantes sociales, la movilidad urbana durante los períodos de confinamiento decretado por las autoridades sanitarias, ratifican la segregación socio-económica. Las comunas de mayor nivel, la redujeron en 61% mientras que las más pobres solo alcanzaron un 40%, lo que indicaría que los habitantes de estas últimas, no pudieron financiar estar en sus casas durante los confinamientos.

En términos de exceso de muertes, alcanzaron a 1,7 veces del valor esperado, entre mayo y junio de 2020, con un *peak* de 2110 muertes en la primera semana de junio (pleno invierno en el hemisferio sur), en relación a un valor esperado de 802. Las tasas de incidencia informadas en los meses de marzo y abril fueron menores en las comunas de menores ingresos debido a la realización de menos testeos, lo que habría influido en una tardanza para enfrentar la pandemia en dichas áreas urbanas. Por el contrario, las comunas más ricas realizaron más testeos, obteniendo sus resultados en menores tiempos, lo que facilitó la adopción de medidas de aislamiento, que pudieron ser cumplidas en mayor medida puesto que sus habitantes practicaban el teletrabajo en sus trabajos más formales. Las tasas de mortalidad para gente joven fueron igualmente, significativamente mayores en las áreas más pobres.

Tal como se ha indicado, los modelos de correlaciones espaciales que permitan conocer el rol de los factores causales sobre los contagios y muertes provocados por el COVID-19 en la población de Santiago, han concluido que el precio de la vivienda, ha resultado ser la variable que mejor explica las diferencias de comportamiento de la enfermedad entre los diversos sectores de la ciudad. Se trata de una cifra que sintetiza la comodificación por parte del mercado inmobiliario de la totalidad de los atributos que determinan el valor de los hogares y los barrios, incluyendo tácitamente entre ellos, la calidad del aire y de los climas.

Por otro lado, estudios como los de Smith y Romero (2016), Mendes *et al.* (2019), Romero (2019) y Romero y Mendes (2020) coinciden en que las tasas de impermeabilización y los índices de productividad de biomasa son la principal causa que determina la distribución espacial y temporal de las temperaturas y de sus principales rasgos urbanos, correspondientes a islas, archipiélagos, corredores y puntos extremos de calor y de frío. En las ciudades latinoamericanas ambas variables se relacionan directamente con el nivel socioeconómico de las poblaciones, concentrándose los valores extremos en las comunas donde residen los grupos de menores ingresos. Las áreas verdes son muy indicativas de las injusticias socioambientales al interior de la ciudad, dado que por la condición semi-árida de Santiago solo el riego artificial permite su presencia y mantención, algo que resulta imposible de afrontar económicamente por parte de los municipios de menores ingresos.

Estudios anteriores (Gutiérrez-Hernández y García, 2020; Sajadi *et al.*, 2020) han indicado que el COVID-19 alcanzó su máxima dispersión espacial en los meses secos y fríos en las zonas de climas subtropicales y de tipo mediterráneo del Hemisferio Norte,

pero, por el contrario, que en las regiones tropicales esto ocurrió bajo condiciones cálidas y húmedas. Como Chile es un país muy largo, extendiéndose por más de 4.500 km entre las latitudes 18 y 56°S, posee una alta variedad zonal en sus climas, cuyas tasas de incidencia de la pandemia han variado considerablemente en el transcurso del año entre las regiones del norte, centro y sur del país (JHU, 2021). Las regiones más australes, como Magallanes, Los Ríos, Los Lagos y La Araucanía, en que el invierno se prolonga hasta fines de año y las bajas temperaturas se registran aun en verano, han sido las más afectadas por los contagios, debiendo soportar prolongadas cuarentenas, lo que ha sido un tanto menor en el caso de las regiones centrales del país.

Reconociendo la importancia de la estacionalidad climática en la ocurrencia de la enfermedad y sus resultados fatales, se debería suponer que las regiones del norte, en la vecindad del Trópico de Capricornio, deberían haber registrado anticipada y permanentemente las menores tasas de incidencia. Sin embargo, las regiones más septentrionales, si bien registran por lo general temperaturas más elevadas que el centro y sur de Chile, reciben gran cantidad de trabajadores conmutantes que laboran en las faenas mineras, así como elevados números de migrantes internacionales que ingresan al país en forma legal e ilegal, contribuyendo a transmitir los contagios.

Las investigaciones que han examinado las correlaciones espaciales entre la pandemia de COVID-19 y los determinante socioeconómicos han señalado la profunda injusticia que ha acompañado el surgimiento y difusión de la enfermedad, así como los indicadores de morbilidad y mortalidad que han diferenciado notablemente sus efectos sobre las comunidades más pobres y vulnerables de nuestras ciudades. Sin embargo, no se ha prestado mayor atención a las condiciones ambientales y entre ellas a la climatología urbana, no obstante que los estudios existentes en Chile y el extranjero señalan con claridad no solo la influencia de las variaciones temporales y espaciales de los climas sobre la salud pública, sino que también la estrecha relación que existe entre éstas y las condiciones socio-económicas de los habitantes de la ciudades. Concentrada en aclarar la complejidad de los sistemas naturales, mediante métodos y modelos estadísticos cada vez más sofisticados, la climatología urbana no concedió igual importancia a la comodificación del aire de las ciudades, olvidando su carácter de bien común y componente fundamental sobre la salud y bienestar de las sociedades en su totalidad. A lo menos en Chile, el clima se compra y vende a precio de mercado, como todos los bienes y servicios que oferta la ciudad contemporánea, estando incluido en el valor total de las viviendas; por lo tanto, para acceder a un clima y aire de calidad es necesario disponer de suficientes recursos económicos como para instalarse en un barrio caracterizado por temperaturas moderadas, presencia de áreas verdes, adecuada ventilación y bajas concentraciones de contaminantes atmosféricos, de todo lo cual depende a su vez, la salud de las personas y los ecosistemas.

La gentrificación ecológica o mejoramiento de las condiciones climáticas y ambientales de ciertos barrios para atraer hacia ellos a los sectores de mayor poder adquisitivo,

ha dejado de lado a los grupos sociales más vulnerables y aumentado las desigualdades climáticas, al punto de que Santiago se divide a lo menos en dos climas urbanos principales que se corresponden con la tradicional división socio-económica de la ciudad, desde la Avenida Vicuña Mackena hacia el oriente o desde ésta hacia el poniente, así como en innumerables zonas climáticas locales, que corresponden cada una de ellas a la residencia preferente de un determinado grupo social.

Familiarizados con el concepto de que el clima es un fenómeno natural, la pandemia ha desmentido dramáticamente este supuesto y los contagiados y fallecidos se han localizado preferentemente en barrios diferenciados por sus condiciones ambientales, climáticas y socio-económicas. Desde luego que ninguna de estas características explica por sí sola el comportamiento temporo-espacial de la pandemia. Si bien en el caso de Santiago es indudable la influencia de la estacionalidad climática y las condiciones ambientales específicas de las diferentes comunas y barrios sobre la salud pública, la ponderación de su accionar continua siendo una interrogante. Cuando se esperaba un verano más favorable, el aumento de la movilidad, principalmente en las comunas más populosas, implicó una nueva ola de contagios.

Chile recibió las primeras 10 mil dosis de la vacuna el 24 de diciembre de 2020 y, en febrero de 2021, comenzó la vacunación masiva de su población, esperando alcanzar la inmunidad colectiva (80% de la población vacunada) a fines del mes de junio de 2021. Esta medida, sin embargo, no puede permitir que se olviden las deficiencias estructurales de nuestras ciudades y los elevados niveles de desigualdad que explican sus problemas socioambientales, socioeconómicos y socioclimáticos, que deben ser superados incrementalmente para devolver a la ciudadanía conceptos de bienestar, seguridad y salubridad, que se han demostrado claramente limitados, no solo desde esta pandemia, sino que como componentes consustanciales de las formas de planificar, diseñar, gestionar y habitar el medio ambiente urbano.

Concebida en Chile la vacunación como una tarea colectiva, oportuna, gratuita y justa (brindada a todos por igual sin discriminación de clase social, etnia, género o edad), han renacido las esperanzas de que la equidad socio-ambiental y la justicia climática sean posibles. La climatología urbana debe contribuir a afianzar este objetivo proporcionando las informaciones y conocimientos, que transmitidos eficientemente a la ciudadanía, la doten de herramientas para exigir una ciudad realmente al servicio de las comunidades humanas.

Agradecimientos

El presente trabajo fue realizado con apoyo de la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamiento 001.

Bibliografía

- Bilal, U., Alazraqui, M., Caiaffa, W.T., Lopez-Olmedo, N., Martinez-Folgar, K., Miranda, J.J., Rodriguez, D.A., Vives, A. y Diez-Roux, A.V. (2019). Inequalities in life expectancy in six large Latin American cities from the SALURBAL study: an ecological analysis. *The Lancet Planetary Health* 3 (12), pp. e503-e510. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30235-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30235-9)
- Castree, N. (2003). Commodifying what nature. *Progress in Human Geography* 27 (3), pp. 273-297. <https://doi.org/10.1191/0309132503ph428oa>
- Chakraborty, T., Hsu, A., Manya, D. y Sheriff, G. (2019). Disproportionately higher exposure to urban heat in lower-income neighborhoods: a multi-city perspective. *Environmental Research Letters* 14 (10), pp. 10503. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab3b99>
- Congedo, L. (2014). Semi-Automatic Classification Plugin User Manual. *Technical Report*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1219.3524>
- Gutiérrez-Hernández, O. y García, L.V. (2020). ¿Influyen tiempo y clima en la distribución del nuevo coronavirus (SARS CoV-2)? Una revisión desde una perspectiva biogeográfica. *Investigaciones Geográficas* 73, pp. 31-55. <https://doi.org/10.14198/INGEO2020.GHVG>
- Harper, E. (2019). Ecological Gentrification in Response to Apocalyptic Narratives of Climate Change. The Production of an Immune Political Fantasy. *International Journal of Urban and Regional Research* 44 (1), pp. 55-71. <https://doi.org/10.1111/1468-2427.12842>
- Henríquez, C., Romero, H. (2019). *Urban Climates in Latin America*. Springer International Publishing. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-97013-4>
- Instituto Nacional de Estadísticas do Chile – INE. (2017). *Resultados Censo 2017*. Recuperado el 22 de febrero de 2020 de <http://resultados.censo2017.cl/>
- Irrarázaval, F. (2012). El imaginario "verde" y el verde urbano como instrumento de consumo inmobiliario: configurando las condiciones ambientales del área metropolitana de Santiago. *Revista INVI* 27(75), pp. 73-103. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582012000200003>
- Johns Hopkins University – JHU. (2021). *Coronavirus COVID-19 Global Cases by Center for Systems Science and Engineering*. Recuperado el 24 de febrero de 2021 de <https://gisand-data.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>
- Lave, R., Wilson, M.W., Barron, E.S., Biermann, C., Carey, M.A., Duvall, C.S., Johnson, L., Lane, K.M., McClintock, N., Munroe, D., Pain, R., Proctor, J., Rhoads, B.L., Robertson, M.M., Rossi, J., Sayre, N.F., Simon, G., Tadaki, M. y Van Dyke, C. (2014). Intervention: Critical Physical Geography. *The Canadian Geographer* 58 (1), pp. 1-10. <https://doi.org/10.1111/cag.12061>
- Lave, R., Biermann, C. y Lane, S.N. (2018). *The Palgrave Handbook of Critical Physical Geography*. London: Palgrave Macmillan.
- Mena, G., Martínez, P.M., Mahmud, A.S., Marquet, P.A., Buckee, C.O. y Santillana, M. (2021). Socioeconomic status determines COVID-19 incidence and related mortality in Santiago, Chile. *Preprint MedRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2021.01.12.21249682>
- Mendes, F.H., Sousa-Camilo, A.S., Lopes, A.M.S., Polizel, J.L., Silva Filho, D.F. y Aravena, H.R. (2019). Comportamiento térmico de diferentes superficies urbanas durante un día cálido de verano. *Revista Geográfica de Valparaíso* 56, pp. 1-8.

- Mendes, F.H., Romero, H. y Silva Filho, D.F. (2020). Cambio Climático adverso provocado por la urbanización sin planificación ni evaluación ambiental en Santiago de Chile. *Revista de geografía Norte Grande* 77, pp. 191-210. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022020000300191>
- Ministerio de Salud – Minsal (2021). *Informe Epidemiológico COVID-19*. Recuperado el 24 de febrero de 2021 de <https://www.minsal.cl/nuevo-coronavirus-2019-ncov/informe-epidemiologico-covid-19/>
- Peel, M.C., Finlayson, B.L. y McMahon, T.A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 4 (2), pp. 439-473. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- Romero, H. y Mendes, F.H. (2020a). El avance del COVID-19 en Santiago de Chile y su relación con las vulnerabilidades socio-ambientales urbanas. *Espiral, revista de geografías y ciencias sociales* 2 (4), pp. 69-78. <https://doi.org/10.15381/espiral.v2i4.19534>
- Romero, H. y Mendes, F.H. (2020b). Comodificação dos climas urbanos e criação de injustiças socioclimáticas em Santiago do Chile. *Entre-Lugar* 11 (22), pp. 40-56. <https://doi.org/10.30612/el.v11i22.12868>
- Sajadi, M.M., Habibzadeh, P., Vintzileos, A., Shokouhi, S., Miralles-Wilhelm, F. y Amoroso, A. (2020). Temperature and latitude analysis to predict potential spread and seasonality for COVID-19. *SSRN*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3550308>
- Secretaría Regional Ministerial de Desarrollo Social y Familia (2019). *Índice de Prioridad Social de Comunas 2019. Seremi de Desarrollo Social y Familia Metropolitana*. Recuperado el 09 de abril de 2021 de http://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl/storage/docs/INDICE._DE_PRIORIDAD_SOCIAL_2019.pdf
- Smith, P. y Romero, H. (2016). Factores explicativos de la distribución espacial de la temperatura del aire de verano en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande* 63, pp. 45-62. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000100004>
- Souza, J.D. y Silva, B.B. (2005). Correção atmosférica para temperatura da superfície obtida com imagem TM - Landsat 5. *Revista Brasileira de Geofísica* 23 (4), pp. 349-358. <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2005000400002>
- Shokry, G., Connolly, J.J.T. y Anguelovski, I. (2020). Understanding climate gentrification and shifting landscapes of protection and vulnerability in green resilient Philadelphia. *Urban Climate* 31, pp. 1000539. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100539>
- Sun, R., Lü, Y., Yang, X. y Cheng, L. (2019). Understanding the variability of urban heat islands from local background climate and urbanization. *Journal of Cleaner Production* 208, pp. 743-752. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.178>
- Swyngedouw, E. 2018. Politizando las ecologías políticas urbanas. *Investigaciones Geográficas* 56, pp. 163-167. <https://doi.org/10.5354/0719-5370.2018.51996>
- Tang, J., Di, L., Xiao, J., Lu, D. y Zhou, Y. (2017). Impacts of land use and socioeconomic patterns on urban heat Island. *International Journal of Remote Sensing* 38 (11), pp. 3445-3465. <https://doi.org/10.1080/01431161.2017.1295485>

- Thornes, J.E. y Randalls, S. (2007). Commodifying the atmosphere 'pennies from heaven'? *Geografiska Annaler, Series A, Physical Geography* 89 (4), pp. 273-285. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0459.2007.00326.x>
- Vergara-Perucich, F., Correa-Parra, J. y Aguirre-Nuñez, C. (2020). The Spatial Correlation between the Spread of COVID-19 and Vulnerable Urban Areas in Santiago de Chile. *Critical Housing Analysis* 7 (2), pp. 21-35. <https://doi.org/10.13060/23362839.2020.7.2.512>
- Worldometer (2021). *Countries in the world by population* (2021). Recuperado el 24 de febrero de 2021 de <https://www.worldometers.info/world-population/population-by-country/>