

Análisis espacio-temporal del COVID-19 e hipótesis de aglomeración en los municipios de la cuenca del río Luján (provincia de Buenos Aires, Argentina)

Spatial-temporal analysis of COVID-19 and agglomeration hypothesis in the municipalities of the Lujan river basin (province of Buenos Aires, Argentina)

Luis Humacata

Magister en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Doctorando en Geografía. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. Ruta Nacional N° 5 y Av. Constitución, (6700) Luján, Buenos Aires, Argentina, luishumacata@hotmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4294-1314>

Gustavo Buzai

Doctor en Geografía. Investigador Principal del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. Ruta Nacional N° 5 y Av. Constitución, (6700) Luján, Buenos Aires, Argentina, gdb@unlu.edu.ar, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4195-5324>

Recibido: 1 de febrero 2021 || Aprobado: 29 de junio 2021

Resumen

El presente trabajo desarrolla procedimientos metodológicos del análisis espacial cuantitativo basado en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) centrados en el análisis del comportamiento espacio-temporal del COVID-19. El objetivo se centra en la construcción de un puntaje de clasificación espacial como síntesis de variables que indican concentración y comprobar la hipótesis de aglomeración como conjetura científica de causalidad, actualmente muy difundida, que indica sobre la mayor facilidad de contagios del COVID-19 en contextos de altas densidades. El área de estudio corresponde a los municipios de la cuenca del río Luján (provincia de Buenos Aires, Argentina) y los resultados constituyen un aporte para la comprensión de la problemática y los aportes que desde la Geografía pueden ser realizados a la planificación socioespacial sanitaria en el actual contexto de pandemia.

Palabras clave: Análisis espacial; Geografía cuantitativa; COVID-19; Cuenca del río Luján

Abstract

This work develops methodological procedures for quantitative spatial analysis based on the use of Geographical Information Systems (GIS) focused on the analysis of the spatial-temporal behaviour of COVID-19. The objective is focused on the construction of a spatial classification score as a synthesis of variables that indicate concentration and to verify the agglomeration hypothesis as a scientific conjecture of causality, currently very widespread, which indicates the greater ease of contagion of COVID-19 in contexts of high densities. The study area corresponds to the municipalities of the Luján river basin (Province of Buenos Aires, Argentina) and the results constitute a contribution to the understanding of the problem and the contributions that from Geography can be made to socio-spatial planning health in the current context of pandemic.

Key words: Spatial analysis; Quantitative geography; COVID-19; Luján river basin

Cita sugerida: Humacata, L. y Buzai, G. (2021). Análisis espacio-temporal del COVID-19 e hipótesis de aglomeración en los municipios de la cuenca del río Luján (provincia de Buenos Aires, Argentina). *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*, (30), 099. doi: <https://doi.org/10.37838/unicen/est.30-099>



Este trabajo está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

INTRODUCCIÓN

La pandemia del COVID-19 constituye un gran desafío para el total de la comunidad científica ante la necesidad de brindar respuestas a distintas dimensiones de la salud y la necesidad de generar conocimientos orientados al comportamiento del virus en diferentes escalas de análisis.

En este contexto, la Geografía se presenta como la disciplina con mayor potencial para el estudio del comportamiento espacial a través de su especialidad denominada Geografía de la Salud, la cual permite realizar aportes orientados en los conceptos de localización, distribución espacial, asociación espacial, interacción espacial y evolución espacial de las enfermedades y los servicios de atención.

La metodología del análisis espacial cuantitativo apoyado en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), en el marco de la Geografía Aplicada, se orienta en la búsqueda de generalidades y regularidades en el comportamiento espacial y permite llegar a modelizaciones con la finalidad de explicar y predecir patrones espaciales.

El presente trabajo, mediante la vinculación teórico-metodológica presentada, analiza el comportamiento espacio-temporal del Covid-19 con el objetivo de brindar nuevos elementos empíricos relacionados con la hipótesis de aglomeración, una conjetura científica de causalidad, muy difundida, que indica sobre la mayor facilidad de contagios del COVID-19 en contextos de alta concentración.

Los resultados surgen de la relación entre la distribución espacio-temporal de la tasa de contagios de COVID-19 respecto de la densidad de población, superficie urbana, proximidad a la centralidad de mayor concentración general y al hacinamiento crítico de la población. A partir de un procedimiento de análisis multivariado se crea un puntaje de clasificación espacial (PCE) de aglomeración urbano-poblacional como base de comprobación.

El estudio fue realizado en los municipios que componen la cuenca del río Luján (provincia de Buenos Aires, Argentina) presentando un aporte al estudio y comprensión de la propagación del COVID-19 como objeto de estudio significativo para la planificación y gestión socio-sanitaria del área de estudio.

GEOGRAFÍA DE LA SALUD Y SIG FRENTE AL COVID-19

La Geografía, como ciencia, tiene un interés central por la diferenciación areal, la cual se produce como resultado de la combinación de una cierta cantidad de factores (naturales, demográficos, sociales, culturales, económicos y políticos). Es posible estudiar los vínculos de asociación espacial entre ellos a partir de la utilización de métodos geográficos específicos.

Actualmente, el uso de los SIG, nos permite asistir a un importante avance en el abordaje de la Salud Pública ya que posibilita registrar espacialmente datos relativos a la distribución espacial de las enfermedades (Geografía Médica) y los de la oferta-demanda de servicios de atención (Geografía de los Servicios Sanitarios). La especialidad temática denominada Geografía de la Salud se encuentra compuesta por estos dos tipos de abordajes (Olivera, 1993).

Este contexto temático queda incluido en las tres definiciones operativas de la Geografía, las cuales corresponden al estudio de la relación sociedad-naturaleza (perspectiva ecológica regional), el estudio de la diferenciación areal (perspectiva corológica-racionalista) y la formulación de las leyes que rigen las pautas de distribución espacial

(perspectiva sistémica-cuantitativa). La combinación de la evolución temática con la científico-tecnológica lleva a la aplicación de procedimientos de la Geografía Aplicada apoyada en el uso de los SIG.

Trabajos realizados en la última década (Buzai 2015; Pickenhayn 2008; Barcellos *et al.*, 2018) centran el análisis en Geografía de la Salud como ciencia aplicada dirigida a la búsqueda de soluciones concretas para encarar conflictos actuales y muestran el camino que va desde su formulación hasta nuestros días, destacándose las posibilidades actuales que brindan las nuevas tecnologías. En esta línea, el estudio de la asociación espacial entre las diferentes distribuciones espaciales surge de los procedimientos del modelado cartográfico que muy bien fue incorporado en los SIG y, en esta línea, surgen los Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE) como uno de los procedimientos fundamentales de la Geografía Médica. Asimismo, el estudio de la asociación espacial entre características sociales y las enfermedades resulta ser el principal abordaje a realizarse (Barcellos y Buzai, 2007, Barcellos, 2008).

En este marco se han generado aportes desde el ámbito latinoamericano para el estudio del comportamiento espacio-temporal del COVID-19 a nivel nacional: Argentina (Ramírez, 2020), Bolivia (Sandoval Montes, 2020), Brasil (Barcellos, 2020), Costa Rica (Barrantes Sotela y Solano Mayorga, 2020), Ecuador (Villagómez, 2020), Honduras (Moreno, 2020) y Puerto Rico (Seguinot Barbosa y Hernández García (2020). En escala regional-municipal es posible destacar estudios en países latinoamericanos. En Argentina: provincia de Buenos Aires (Lucero, 2020), cuenca del río Luján (Humacata, 2020a) y Área Metropolitana de Buenos Aires (Buzai, 2020b); Bolivia: Municipio de La Paz (Reynoso Siles, 2020); Ecuador: Municipio de Cuenca (Orellana, 2020), México: Municipio de Toluca (Santana Juárez, 2020).

Estos antecedentes académicos dan cuenta de los importantes aportes que puede realizar la Geografía en el ámbito de las Ciencias Sociales, considerando variables contextuales de la estructura socioterritorial, centrados en aspectos de concentración, movilidad y diferenciaciones sociales (García de León, 2020), estas últimas adquieren centralidad en la formulación de los condicionantes socioespaciales de la salud (Buzai y Santana Juárez, 2018).

EL CONTEXTO NACIONAL Y PROVINCIAL DEL COVID-19

A nivel mundial, los casos confirmados de COVID-19¹ acumulan un total de 81.400.058, de los cuales 57.180.909 son casos recuperados y se registra un total de 1.778.072 fallecidos. EEUU es el país que lidera el ranking² de contagios, con un total de 19.589.952 casos confirmados acumulados. La República Argentina se encuentra en el puesto número 12 del ranking, y a nivel Latinoamericano ocupa el puesto número 3, luego de Brasil y Colombia. Para el 28 de diciembre de 2020, el país registra un total de 1.590.513 casos confirmados acumulados, de los cuales 1.414.680 están recuperados y contabiliza un total de 42.868 fallecidos.

La figura 1 presenta la distribución espacial y evolución de los casos confirmados a nivel nacional desde el 30 de marzo al 28 de diciembre de 2020. Se puede observar que, en los primeros meses, se presentó un comportamiento con pocos casos de contagios,

1 Los datos corresponden al 28 de diciembre de 2020, extraídos de <https://coronavirus.jhu.edu/>

2 Ranking de los 10 países con más casos confirmados de COVID-19: EEUU, India, Brasil, Rusia, Francia, Reino Unido, Turquía, Italia, España y Alemania.

concentrados en la región pampeana, principalmente en Ciudad Autónoma de Buenos Aires y provincia de Buenos Aires, que fueron las jurisdicciones que dieron origen a la propagación del virus junto a la provincia del Chaco, ya que presentaron un aumento sostenido desde los primeros meses³. A finales del mes de junio la curva de crecimiento empieza a tomar un carácter exponencial, donde se produce el mayor alcance geográfico del virus, que ha llegado a todo el territorio nacional, registrándose un total de 62.268 casos confirmados. A partir del mes de agosto aparecen provincias con un marcado aumento de casos, tales como Córdoba en el centro del país, y Neuquén y Río Negro en Patagonia. En el mes de septiembre el país supera los 700.000 casos, manteniéndose una alta concentración principalmente en la región pampeana, donde al protagonismo de CABA y Buenos Aires se suman otras provincias del interior, como Santa Fe. Estas provincias, a partir del mes de octubre, van a tener una disminución en la cantidad de contagios y se presenta un aumento en las restantes provincias del interior, tales como Salta, Tucumán y Mendoza, que van a pasar a formar parte de las categorías con valores medios y altos respectivamente, donde para diciembre la mayor cantidad de provincias ya superan los 20.000 casos positivos acumulados⁴. Frente a este panorama, la curva de contagios se mantiene elevada, superando para el mes de diciembre el millón y medio de contagios.

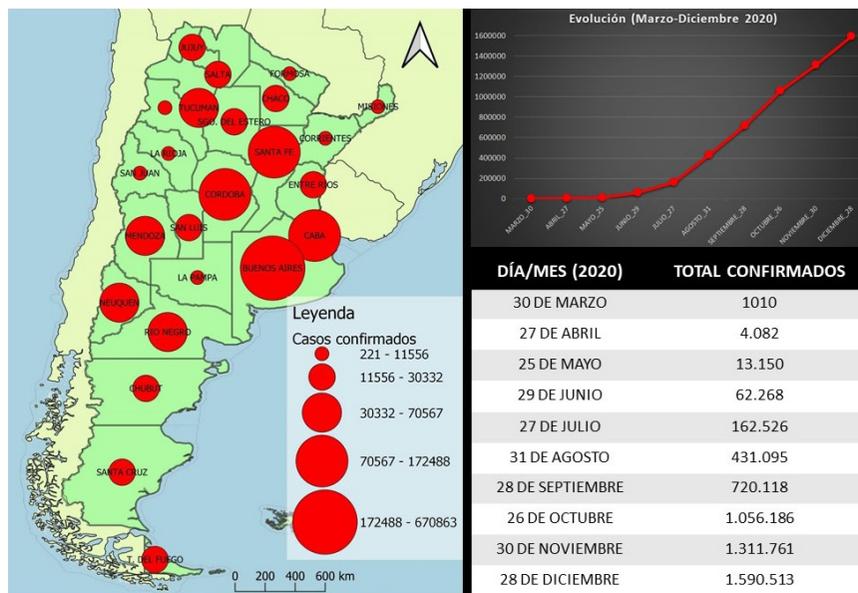


Figura 1. República Argentina. Distribución espacial y evolución de casos confirmados (marzo-diciembre de 2020)
 Fuente: elaboración personal con base en datos del Ministerio de Salud de la Nación (2020)

La provincia de Buenos Aires es la que registra la mayor cantidad de casos confirmados a nivel nacional, con un total de 690.450 casos, aporta el 43% de los contagios registrados en Argentina. La figura 2 presenta la distribución espacial y evolución de los casos confirmados a nivel provincial, desde el 30 de marzo al 28 de diciembre de 2020.

3 Ramírez (2020) realiza un análisis de la distribución, evolución y difusión espacial del COVID-19 durante el primer mes de pandemia en Argentina.

4 En Humacata (2020b), se presenta una secuencia cartográfica desde marzo a diciembre, que evidencia la distribución espacio-temporal del COVID-19 en las provincias argentinas.

La propagación de los casos confirmados en los municipios de Buenos Aires⁵, se inicia en los municipios del Gran Buenos Aires, aquellos que se encuentran contiguos a la Capital Federal. En los primeros meses no superan los 1.000 casos, y luego ya a partir del mes de julio, se puede observar una fuerte tendencia de los municipios que pertenecen al AMBA y al Gran La Plata, que toman protagonismo, superando algunos partidos los 5.000 casos, como Avellaneda, Lanús, Lomas de Zamora y Quilmes, con un sostenido posicionamiento de La Matanza con más de 15.000 casos. El resto de la provincia se mantiene con una tendencia de valores bajos, no superando los 300 casos, aunque a partir de finales del mes de julio se presenta un aumento de contagios en los partidos de General Pueyrredón, Bahía Blanca y Olavarría, que cuentan con ciudades intermedias de importancia regional, y que comienzan a superar la cifra de los 1.000 casos positivos. A partir del mes de septiembre la provincia supera los 300.000 casos, con una clara diferenciación espacial de los contagios a partir de factores estructurales tales como cantidad de población, proximidad geográfica, accesibilidad, que van a definir una realidad provincial compleja, con un claro agrupamiento de valores altos en el sector noreste provincial, y focalizado en algunos partidos del centro y sur de la provincia⁶, que para diciembre ya supera los 600.000 casos positivos. La curva de contagios presenta un ritmo de crecimiento más lento, a partir de octubre, con respecto al comportamiento del COVID-19 a nivel país.

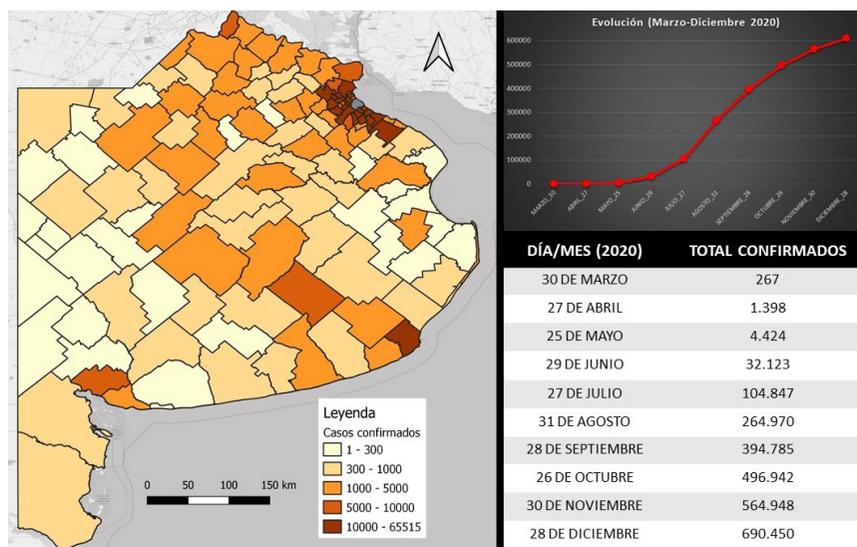


Figura 2. Provincia de Buenos Aires. Distribución espacial y evolución de casos confirmados (marzo-diciembre de 2020)
Fuente: elaboración personal con base en datos del Ministerio de Salud de la Nación (2020)

BASES DE DATOS Y METODOLOGÍA

El análisis espacial basado en el uso de SIG requiere de una base de datos geográfica como insumo básico para la aplicación de técnicas cartográficas y analíticas, a partir de las cuales se logran generar conocimientos en un nivel de focalización espacial, como principal aporte de esta perspectiva disciplinar frente a las constantes demandas de respuestas y soluciones que se producen desde el ámbito de la gestión territorial.

⁵ Lucero (2020) realiza un análisis de la distribución y evolución del COVID-19 en los municipios bonaerenses desde marzo a agosto de 2020.

⁶ En Humacata (2020b) se presenta una secuencia cartográfica desde marzo a diciembre, que evidencia la distribución espacio-temporal del COVID-19 en los municipios bonaerenses.

BASE CARTOGRÁFICA

La base cartográfica digital en el modelo SIG vectorial, contiene las entidades gráficas representadas a partir de puntos, líneas y polígonos (áreas), bajo el formato de capas temáticas. Se trabajó con entidades areales en un nivel de desagregación espacial correspondiente a la capa de departamentos (archivo *shapefile*), proveniente del Instituto Geográfico Nacional (IGN), que contiene la totalidad de departamentos a nivel país⁷.

El área de estudio (figura 3), ubicada en el sector noreste de la provincia de Buenos Aires, está compuesta por dieciséis municipios: Campana, Carmen de Areco, Chacabuco, Escobar, Exaltación de la Cruz, General Rodríguez, José C. Paz, Luján, Malvinas Argentinas, Mercedes, Moreno, Pilar, San Andrés de Giles, San Fernando, Suipacha y Tigre, cuenta con una superficie de 11.552 km² y una población total de 2.570.889, según el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2010 (INDEC, 2013).

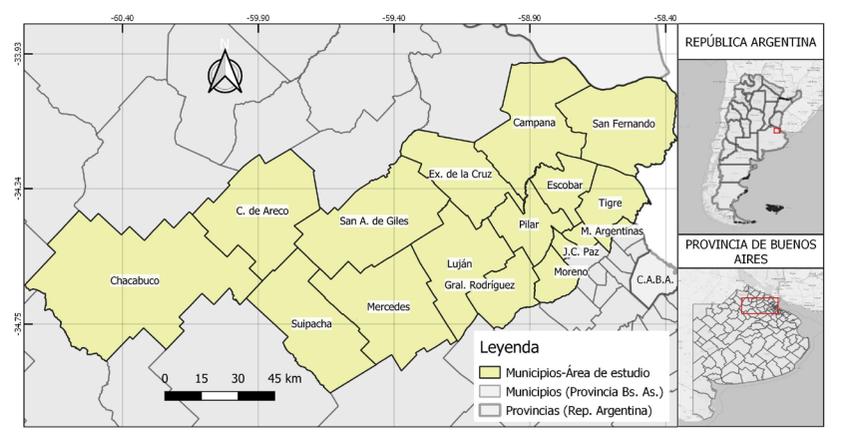


Figura 3. Área de estudio. Municipios de la cuenca del río Luján
Fuente: elaboración personal

BASE DE DATOS ALFANUMÉRICA

La información relativa a variables de COVID-19 y censales se obtuvieron de fuentes secundarias de organismos oficiales. En el primer caso, el Ministerio de Salud de la Nación (2020) pone a disposición un reporte diario de cantidad de personas contagiadas de COVID-19 a nivel departamental, a partir del cual se seleccionaron datos acumulados mensuales (diez registros en valores absolutos), desde el 30 de marzo al 28 de diciembre de 2020, abarcando un periodo aproximado de diez meses, lo cual permite el monitoreo del comportamiento del virus, desde el inicio de los registros de casos positivos. Los datos censales fueron obtenidos a partir de la base de datos REDATAM proveniente del Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC, 2013), y consistieron en variables sociodemográficas, tales como población total por municipio y hogares con hacinamiento crítico.

Se procedió a la sistematización de los datos en una Matriz de Datos Originales (MDO) organizada en filas (unidades espaciales) y columnas (variables), como base de datos alfanumérica asociada a la base cartográfica en un ambiente geoinformático. El tratamiento matricial de la información avanza en una secuencia que permite obtener

⁷ Se aplicaron procedimientos de selección espacial para obtener las dieciséis unidades político-administrativas que integran el área de estudio.

variables relativas que integran la Matriz de Datos Índice (MDI). En esta instancia se procedió a partir de una combinación de *software* que incluye planillas de cálculo (Excel), Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (GeoDa) y Sistemas de Información Geográfica (QGIS), generando una serie de gráficos estadísticos que representan la evolución de los casos positivos, la correlación de variables, el cálculo de indicadores, tales como tasa de contagios, densidad poblacional, porcentaje de urbanización, cálculo de distancias, y la realización de cartografía temática.

Para el cálculo de los indicadores a nivel departamental, se han considerado las siguientes fórmulas:

Tasa de contagios:

$$TC = (\text{Total de contagios} / \text{Población}) * 100.000$$

Densidad poblacional:

$$DP = (\text{Población} / \text{Superficie})$$

Superficie de urbanización⁸:

$$SU = (\text{Superficie urbana} / \text{Superficie del municipio}) * 100$$

Distancia a centro urbano de mayor densidad:

En el caso de la distancia a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), se obtuvieron los centroides de cada municipio y se procedió a la medición de la distancia lineal (km) entre cada municipio y CABA.

METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS ESPACIAL

Con la finalidad de obtener una periodización del comportamiento temporal de los contagios de COVID-19 se aplicó el método de clasificación multivariada denominado Análisis de encadenamiento de variables (*linkage analysis*). Este método parte de la Matriz de Datos Estándar (MDE_z), calculando el puntaje estándar z , a partir de $z = (x - m) / d$, donde x es cada una de las mediciones realizadas, m es la media de la variable y d es el desvío estándar.

El paso siguiente consiste en generar la Matriz de Correlación de Variables (MCV) (cuadro 1). El valor de la correlación entre variables se obtiene mediante el coeficiente de correlación r de Pearson que se calcula a partir de, $r = S(z_x * z_y) / n$.

Los valores del coeficiente de correlación se distribuyen entre 1 y -1, indicando una correlación positiva perfecta y una correlación negativa perfecta, respectivamente, siendo el valor 0 de nula relación.

El método procede a partir de los siguientes pasos: (1) Determinar los valores máximos continuos del total de contagios, del mes anterior o posterior, para cada columna de la matriz; (2) Determinar a qué par de variables continuas corresponde; (3) Confecionar una lista con la información del punto anterior consignando el valor de correlación; (4) Determinar los pares recíprocos, esto es, entre qué variables se producen las máximas correlaciones; (5) Determinar las variables residuales (aquellas que quedaron sin unir en el paso 3) y unirlas al par recíproco correspondiente, consignando su valor de correlación (los cuales serán menores al que une el par recíproco); y (6) Realizar este procedimiento hasta que todas las variables queden unidas.

⁸ La superficie urbanizada corresponde al año 2010. Los datos se obtuvieron a partir de la digitalización manual de áreas urbanas en base a imágenes satelitales de ese año.

El resultado corresponde a un agrupamiento de variables con una alta homogeneidad interna y, por el contrario, una alta heterogeneidad entre grupos de variables (figura 4). Este procedimiento presenta una variación por la naturaleza de los datos de las variables en cuestión (valores acumulados). De tal manera que se han priorizado las relaciones entre pares de variables a partir de un agrupamiento de secuencia temporal continua.

VARIABLES	Mar (1)	Abr (2)	May (3)	Jun (4)	Jul (5)	Ago (6)	Sep (7)	Oct (8)	Nov (9)	Dic (10)
Mar (1)	1,00	0,48	0,15	0,10	-0,07	0,03	0,02	-0,05	-0,08	-0,06
Abr (2)	0,48	1,00	0,81	0,77	0,51	0,65	0,67	0,65	0,62	0,64
May (3)	0,15	0,81	1,00	0,86	0,46	0,63	0,68	0,70	0,69	0,67
Jun (4)	0,10	0,77	0,86	1,00	0,72	0,89	0,91	0,90	0,89	0,88
Jul (5)	-0,07	0,51	0,46	0,72	1,00	0,88	0,87	0,82	0,78	0,73
Ago (6)	0,03	0,65	0,63	0,89	0,88	1,00	0,99	0,96	0,94	0,89
Sept (7)	0,02	0,67	0,68	0,91	0,87	0,99	1,00	0,98	0,96	0,91
Oct (8)	-0,05	0,65	0,70	0,90	0,82	0,96	0,98	1,00	0,99	0,94
Nov (9)	-0,08	0,62	0,69	0,89	0,78	0,94	0,96	0,99	1,00	0,97
Dic (10)	-0,06	0,64	0,67	0,88	0,73	0,89	0,91	0,94	0,97	1,00

Cuadro 1. Matriz de Correlación de Variables (10 x 10). Contagios totales por mes
Fuente: elaboración personal

La aplicación del método permitió establecer tres agrupamientos a partir de los siguientes núcleos de variables.

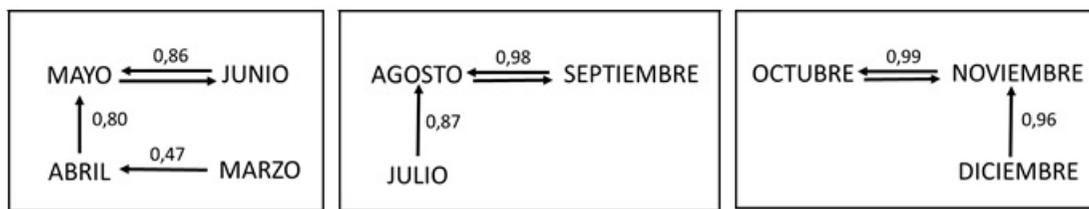


Figura 4. Agrupamiento de variables (COVID-19)
Fuente: elaboración personal

Estos resultados serán la base para la definición y caracterización de las fases de crecimiento en la evolución temporal del virus.

Con el objetivo de obtener un puntaje de clasificación espacial orientado al análisis de aglomeración urbano-poblacional, de modo que sea posible definir los factores estructurales que inciden en la propagación espacio-temporal del virus, se procederá a la aplicación del método multivariado denominado Promedios estandarizados.

El método consiste en los siguientes pasos: (1) Obtención de los valores máximos y mínimos de cada variable (Densidad poblacional, Superficie urbanizada, Hacinaamiento crítico y Distancia a CABA); (2) A partir de la Matriz de Datos Índice (MDI), se obtiene la Matriz de Datos Estándar (MDE_o), mediante procedimientos de estandarización en base al puntaje omega: $O = [(x-m) / (M-m)] * 100$, donde O es el puntaje omega, x es el valor de la variable, m es el valor mínimo, y M es el valor máximo; (3) Obtención de puntajes de variables omega. Los valores se distribuyen en el rango que va de 0 a 100, donde 0 indica una baja influencia de los condicionantes y, por el contrario, 100 indica la mayor influencia; (4) Con la finalidad de lograr una comparación

lineal positiva de los puntajes, se invierten los resultados de las variables con relación lineal negativa, tal es el caso de la variable distancia, la cual indica que a menor distancia (valor 0) mayor es el riesgo de contagio. Esto se logra mediante $O(inv) = 100 - O$; (5) Realización de cartografía temática de variables omega. La cartografía está orientada al análisis de la distribución espacial univariada; (6) Obtención de puntaje de clasificación espacial (PCE), como medida síntesis del comportamiento de todas las variables estandarizadas. El cálculo del PCE se realiza mediante $PCE = S(O/n)$, siendo S la sumatoria; y (7) Realización de cartografía temática del PCE, orientado al análisis de asociación espacial multivariada.

A partir del PCE se pondrá en evidencia los patrones de diferenciación espacial que pueden incidir en los contagios. Para comprobar la hipótesis que relaciona la cantidad de contagios con el nivel de aglomeración urbano-poblacional, se procederá al análisis de correlación bivariada entre la tasa de contagios cada 100.000 habitantes (diez variables en valores relativos) y el PCE, y se avanzará en un análisis de regresión lineal para determinar el nivel de causalidad de los condicionantes en la variación espacio-temporal del COVID-19.

APLICACIÓN Y RESULTADOS

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE CASOS CONFIRMADOS DE COVID-19

El área de estudio cuenta para el lunes 28 de diciembre de 2020, con un total de 108.720 casos confirmados acumulados, lo que representa un porcentaje del 18% a nivel provincial. El primer caso positivo en la cuenca del río Luján se dio en el municipio de Luján, el día 11 de marzo, justamente el mismo día que fue declarada la pandemia por la Organización Mundial de la Salud⁹. La situación actual en cuanto a casos confirmados se puede observar en la figura 5, que presenta un ordenamiento descendiente de la cantidad de casos positivos. El ranking va del valor más alto, con 19.530 casos, para el municipio de Moreno, al más bajo, 240 casos, registrado por el municipio de Suipacha. Entre estos valores extremos existe una amplia diferenciación en cuanto al impacto del COVID-19 en cada municipio.

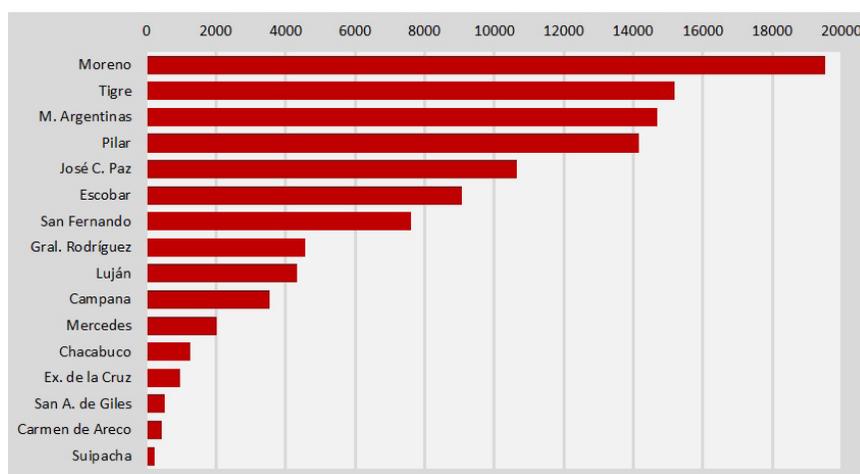


Figura 5. Cantidad de casos confirmados por partido. 28 de diciembre de 2020

Fuente: elaboración personal

⁹ Buzai (2020a), realiza un análisis de la difusión espacial mundial del COVID-19 hasta llegar a la ciudad de Luján.

A partir de un análisis de correlación de variables se ha podido determinar un comportamiento logístico de la curva de crecimiento, definiéndose una serie de fases en la tendencia temporal del virus entre el periodo de marzo a diciembre de 2020. En el gráfico de líneas de la figura 6 se representa la evolución de casos confirmados según tres fases de crecimiento.



Figura 6. Evolución de casos confirmados de COVID-19. Periodo: marzo-diciembre de 2020

Fuente: elaboración personal

La primera fase (Fase I-Inicial), se desarrolla durante los meses de marzo a junio, y presenta un crecimiento lento de casos positivos, con un promedio mensual de 890 nuevos contagios. En esta fase se registra un total acumulado de 4.760 casos positivos.

La segunda fase (Fase II-Expansiva), comprende los meses de julio a septiembre y se caracteriza por un crecimiento rápido de casos positivos, con una marcada tendencia exponencial, con un promedio mensual de 8.379 contagios. En esta fase se registra un total de 70.856 casos positivos.

La tercera fase (Fase III-Decrecimiento), se produce entre los meses de octubre y diciembre, con una tendencia de desaceleración del crecimiento, a partir de la disminución de nuevos casos positivos, con un promedio mensual de 2.646 contagios. En esta fase se registra un total de 108.720 casos positivos.

El comportamiento temporal del COVID-19 no ha sido homogéneo en el área de estudio. Se han presentado una serie de tendencias diferenciales a lo largo de este periodo, que han definido grupos de municipios con características similares en cuanto al ritmo de crecimiento, y que tienen que ver con factores estructurales que incidieron en la propagación del virus, cuestión que abordaremos en los siguientes apartados. En la figura 7 se presentan las curvas de crecimiento para los municipios del área de estudio.

Si bien la tendencia general, como hemos visto, indica una curva de crecimiento logístico, esta no se corresponde cuando se analiza el comportamiento temporal por municipio. En este sentido, se registran municipios que se encuentran en el transcurso y finalización de la Fase III, como Escobar, General Rodríguez, José C. Paz, Luján, Malvinas Argentinas, Moreno, Pilar, San Fernando y Tigre. Otros municipios que están iniciando la Fase III, tales como Campana, Exaltación de la Cruz y Mercedes; y, por último, aquellos municipios que están en el transcurso y finalizando la Fase II, como Carmen de Arco, Chacabuco, San Andrés de Giles y Suipacha.

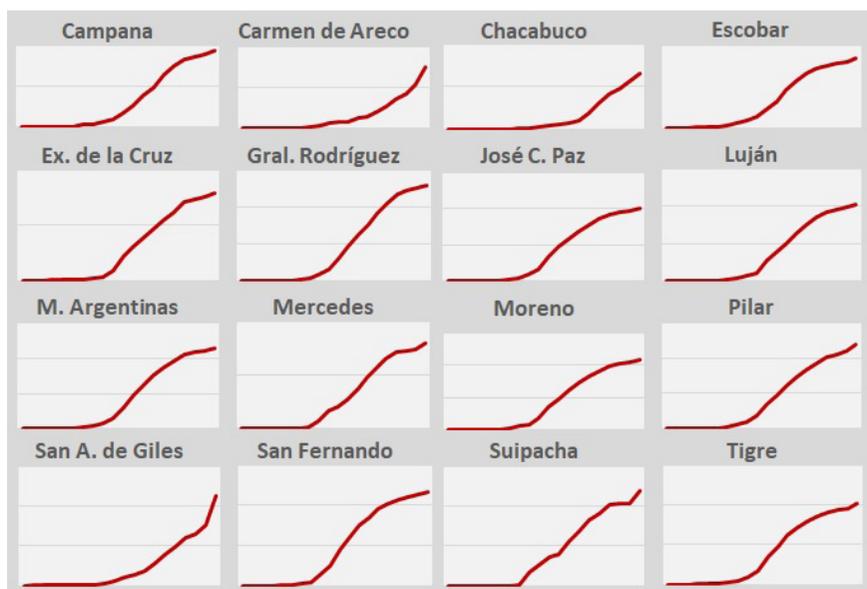


Figura 7. Evolución de la tasa de contagios por municipio
Fuente: elaboración personal

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS FACTORES DE AGLOMERACIÓN URBANO-POBLACIONAL

La obtención del Puntaje de Clasificación Espacial (PCE), orientado a determinar los factores urbano-poblacionales que ejercen mayor influencia en la propagación del virus, se realizó a partir de considerar las siguientes variables:

- » *Densidad poblacional*: relación entre la cantidad de habitantes de una unidad espacial y su superficie.
- » *Porcentaje de Superficie urbanizada*: relación entre la cantidad de superficie urbanizada y la superficie total de una unidad espacial.
- » *Proximidad*: cercanía en distancia, medida en kilómetros, al centro urbano de mayor densidad.
- » *Hogares con hacinamiento crítico*: relación entre la cantidad de personas que habitan una vivienda (mayor a tres) y la cantidad de dormitorios en la vivienda (cuadro 2).

El método de clasificación parte de la estandarización de los valores de cada variable, mediante el puntaje omega, para su perfecta comparación con el resto de las variables consideradas. A partir de cada puntaje de variables se realizó la cartografía temática correspondiente (figura 8), considerando el método de cuantiles, que incorpora la misma cantidad de unidades espaciales en cada uno de los intervalos de clase, permitiendo una perfecta comparación cartográfica. Para la interpretación de los resultados se establecen cinco categorías (Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo), representadas en colores graduados, que indican los valores de intensidad del puntaje en cada unidad espacial. De esta manera, un color más oscuro indica valores altos, y, por el contrario, los colores más claros indican valores bajos. La configuración espacial de los puntajes presenta una clara concentración de valores altos en el sector noreste, con una disminución escalonada en dirección suroeste.

Municipios	Población	Superficie (km2)	Superficie urbanizada (%)	Distancia (km)	Densidad (km2)	Hacinamiento (%)
Campana	94461	986	8,59	63	96	3,97
C. de Areco	14692	1061	1,26	134	14	2,74
Chacabuco	48703	2290	0,98	175	21	2,27
Escobar	213619	301	26,35	43	710	5,22
Ex. de la Cruz	29805	637	7,08	74	47	3,99
Gral. Rodríguez	87185	366	17,22	50	238	6,08
José C. Paz	265981	50	94,38	32	5320	5,88
Lujan	106273	771	31,65	65	138	2,99
Malvinas Arg.	322375	63	99,73	28	5117	5,2
Mercedes	63284	1049	2,18	90	60	2,97
Moreno	452505	186	71,86	33	2433	6,46
Pilar	299077	385	39,5	46	777	5,98
San A. de Giles	23027	1129	0,61	97	20	2,7
San Fernando	163240	953	89,42*	21	171	4,02
Suipacha	10081	943	0,65	117	11	2,75
Tigre	376381	382	31,04	29	985	4,34

*Calculado sobre el área continental

Cuadro 2. Valores básicos de variables
Fuente: elaboración personal

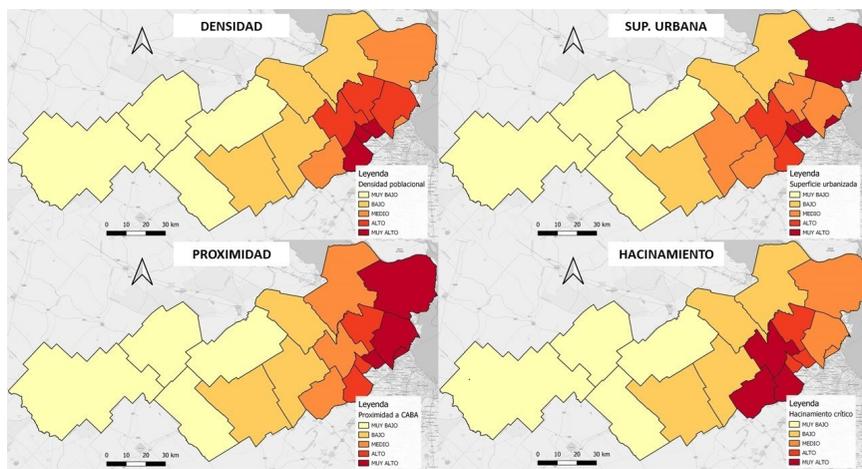


Figura 8. Distribución espacial de variables estandarizadas
Fuente: elaboración personal

El PCE combina las cuatro variables estandarizadas a partir del promedio del comportamiento conjunto como síntesis de resultados. A partir de este puntaje es posible obtener una medida síntesis que se interpreta en el mismo sentido de las variables, es decir, que cuanto mayor es el puntaje, mayor es el nivel de aglomeración, y en este caso estaría indicando una situación de máxima desfavorabilidad ya que las unidades espaciales con valores altos cuentan con las condiciones estructurales más propicias para una mayor propagación del virus.

La distribución espacial del PCE (figura 9), muestra una marcada diferenciación espacial. Por un lado, en el sector este y noreste se encuentran los municipios que pertenecen

al Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), con altos niveles de densidad poblacional, hacinamiento y superficie urbanizada, integrando la mancha urbana del Aglomerado Gran Buenos Aires, como los municipios de Escobar, José C. Paz, Malvinas Argentinas, Moreno, Pilar, San Fernando y Tigre, que cuentan con una población en un rango que va de 200.000 a más de 500.000 habitantes. Estos agrupamientos se encuentran en las categorías con los valores más altos, con unidades espaciales que tienen entre 32 a 50 puntos. Por otro lado, en el sector intermedio del área de estudio, se encuentran los municipios con ciudades intermedias de importancia regional, cuya población ronda entre 50.000 a 100.000 habitantes, tal es el caso de Campana, General Rodríguez, Luján y Mercedes, que, si bien la población se concentra mayormente en la ciudad cabecera, existen localidades menores con una densidad poblacional media-baja. Por último, los partidos del sector oeste, que presentan la menor densidad poblacional, bajos niveles de hacinamiento y urbanización, dándose una fuerte concentración en la ciudad cabecera ya que las localidades menores que forman parte de estos municipios cuentan con niveles de población muy bajos que no superan los 1.000 habitantes.

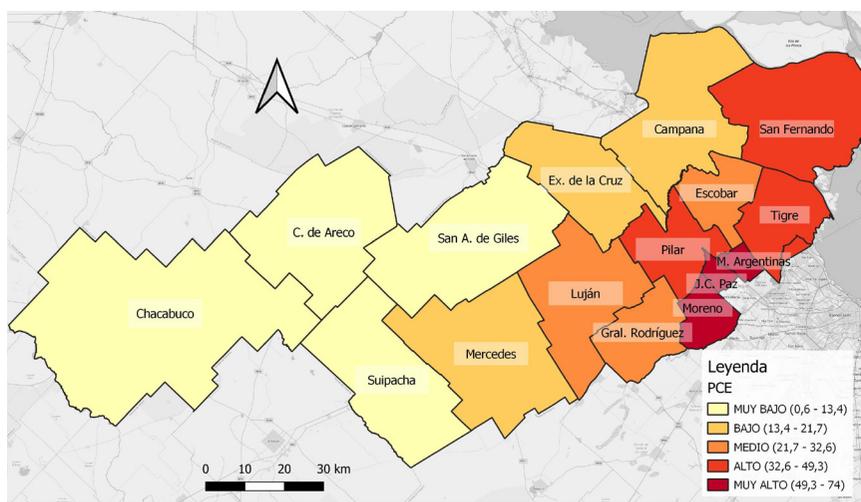


Figura 9. PCE de aglomeración urbano-poblacional
Fuente: elaboración personal

DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE CONTAGIOS SEGÚN NIVELES DE AGLOMERACIÓN URBANO-POBLACIONAL

El enfoque temporal, desde el análisis espacial, pretende captar las variaciones de las distribuciones espaciales en el tiempo, en una perspectiva geográfica que recurre al pasado para descubrir el estado inicial de las distribuciones espaciales y explicar cómo sucedieron, se realiza abordando la combinación entre el espacio (dónde) y el tiempo (cuándo). A continuación se presenta la distribución espacio-temporal de la tasa de contagios a partir de una secuencia cartográfica en formato de puntos proporcionales, que pone en evidencia las configuraciones espaciales del comportamiento evolutivo del COVID-19. La misma se superpone al PCE para establecer una relación visual con la distribución de los niveles de aglomeración urbano-poblacional.

Como se observa en la figura 10, desde los primeros meses hay una tendencia general de valores bajos que no superan los 200 contagios cada 100.000 habitantes, estos se dan principalmente en aquellos municipios que se encuentran en el sector este, disminuyendo hacia el oeste, donde se dan los menores contagios. Este compor-

tamiento se mantuvo en los primeros tres meses, ya para el mes de junio hay un aumento de contagios en los partidos de Escobar, Moreno, Pilar y San Fernando. A finales de este mes, todos los partidos del área de estudio presentaban algún caso de COVID-19, siendo los municipios de Carmen de Areco y Suipacha los últimos en ingresar en esta situación.

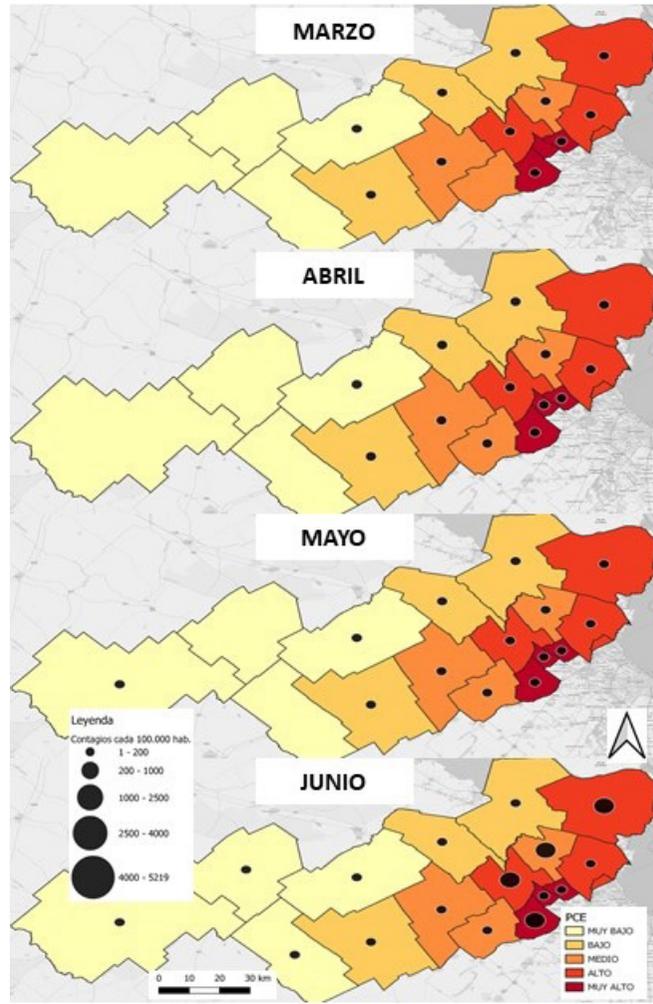


Figura 10. Distribución espacio-temporal de la tasa de contagios. Periodo: marzo-junio de 2020
Fuente: elaboración personal

El segundo periodo de crecimiento (figura 11) presenta un aumento sostenido de casos confirmados en los municipios que pertenecen al AMBA, principalmente Moreno y Tigre, que alcanzan la cifra de 10.000 casos confirmados acumulados, llegando en valores relativos a la categoría que supera los 2.500 casos, y a medida que avanza el tiempo, comienzan a surgir importantes focos en municipios más alejados de la CABA, en un radio de 50 a 80 kilómetros, como Campana, General Rodríguez y Luján, que superan los 1.000 casos en el mes de agosto. La tendencia espacio-temporal indica una disminución de la cantidad de contagios a medida que aumenta la distancia a los principales centros urbanos.

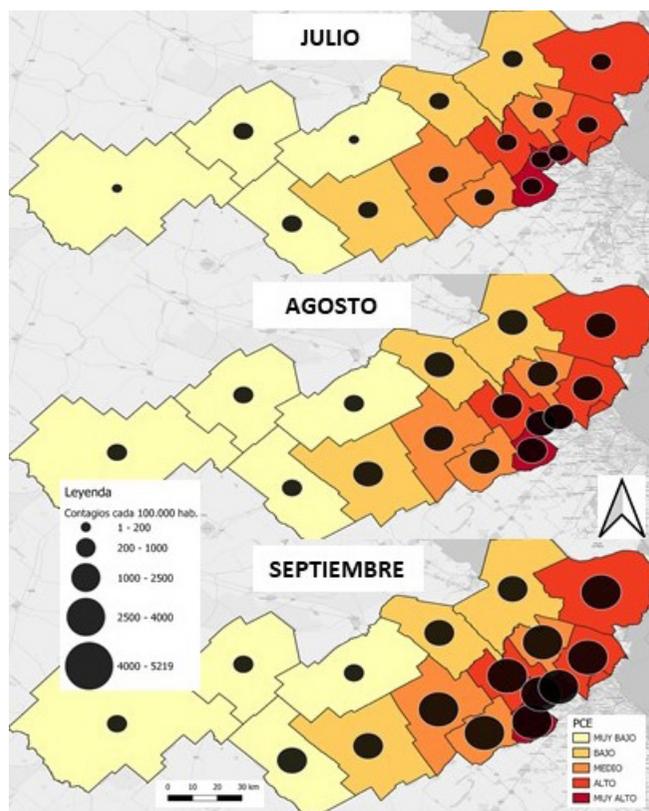


Figura 11. Distribución espacio-temporal de la tasa de contagios. Período: julio-agosto de 2020
Fuente: elaboración personal

La configuración espacial (figura 12) en el tercer periodo de crecimiento, presenta una estabilidad en los municipios con los valores más altos, aquellos que lideraban el *ranking* de casos confirmados desde los primeros meses, siendo municipios con altos niveles de aglomeración urbano-poblacional, tales como Escobar, José C. Paz, Malvinas Argentinas, Moreno, Pilar y Tigre. Hay que remarcar que, en este periodo, la tasa de contagios presenta una incidencia mayor en los municipios de Luján y General Rodríguez, que se suman a la categoría más alta, aquella que reúne municipios con valores relativos superiores a los 4.000 casos.

Por otro lado, la evolución espacio-temporal de los contagios presenta un aumento de casos en los municipios que se encuentran en el sector oeste, aquellos que se han mantenido con valores relativos bajos. Son municipios que tienen niveles bajos de aglomeración urbano-poblacional, con alta dispersión de asentamientos urbanos, y cuya organización espacial presenta una fuerte vinculación al ámbito rural. No obstante, en los últimos meses han presentado un aumento significativo de casos positivos, que los han llevado a ocupar las categorías media-alta para diciembre, con valores en la tasa de contagios que se encuentran entre 2.000 a 3.000 casos, tales como Carmen de Areco, Chacabuco, San A. de Giles y Suipacha.

Los resultados cartográficos evidencian una marcada diferenciación espacial de la incidencia de los contagios en los partidos de la cuenca del río Luján, definiendo sectores de mayor dinamismo en la propagación espacio-temporal del virus. A su vez, es posible establecer relaciones entre distribuciones espaciales de características estructurales, con la finalidad de definir la diferenciación de áreas a partir de sectores con mayor

vulnerabilidad socio-sanitaria frente al virus¹⁰. En el siguiente apartado, avanzaremos en definir estadísticamente las relaciones de causalidad que se presentan en la correlación entre contagios y niveles de aglomeración urbano-poblacional.

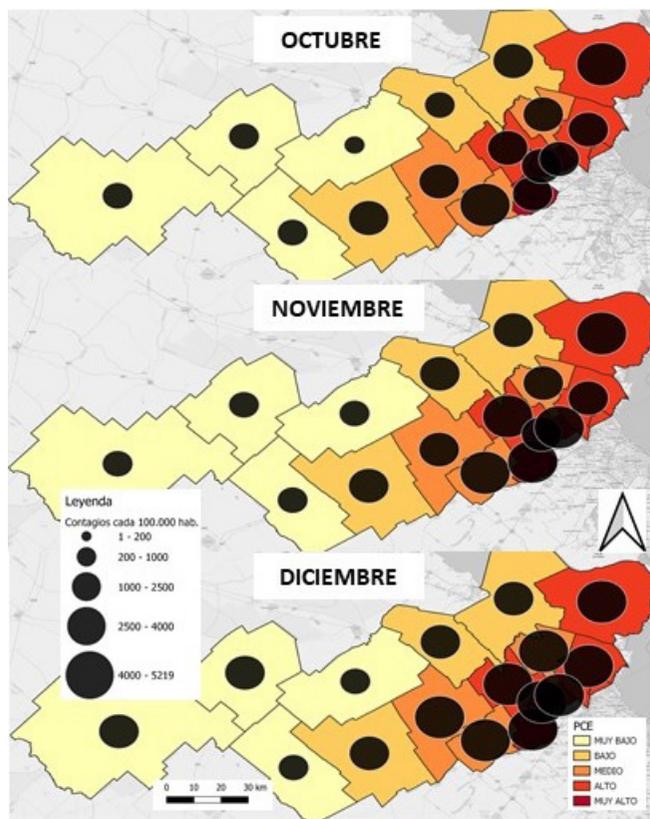


Figura 12. Distribución espacio-temporal de la tasa de contagios. Periodo: octubre-diciembre de 2020
Fuente: elaboración personal

RELACIÓN CAUSAL ENTRE CONTAGIOS Y FACTORES DE AGLOMERACIÓN URBANO-POBLACIONAL

La estructura socioespacial del área de estudio, vinculada a variables de densidad, urbanización, proximidad y hacinamiento, se consideran factores condicionantes en el comportamiento espacio-temporal del COVID-19. En este sentido, la hipótesis de aglomeración considera que los contagios pueden ser explicados en gran parte por estos factores, que reúnen las condiciones más favorables para la propagación del virus debido al amontonamiento de población en un contexto principalmente urbano. De esta manera, el PCE define diferentes niveles de vulnerabilidad (Principi, 2020), como resultado del comportamiento de variables que estructuran los condicionantes socio-espaciales de la salud (Buzai, 2019), y que se consideran como respuesta a la hipótesis de la aglomeración, como medida sintética de características socioespaciales.

Para corroborar la hipótesis se procede al cálculo de correlación entre los valores de las variables del PCE en cada unidad espacial y los casos confirmados de COVID-19 durante los meses considerados (cuadro 3).

¹⁰ Esta perspectiva de análisis de la situación actual y pasada, se complementa con la metodología de simulación espacial, a partir de la generación de modelos predictivos que tienen como objetivo optimizar recursos sanitarios y disminuir el ritmo de la propagación del virus (Jiménez Romero *et al.*, 2020).

Variables	Densidad		Sup_Urbana		Proximidad		Hacinamiento		PCE	
	r	r2	r	r2	r	r2	r	r2	r	r2
Contagios										
Covid-19_Marzo	0,28	0,08	0,43	0,19	0,47	0,22	0,59	0,34	0,44	0,20
Covid-19_Abril	0,29	0,08	0,48	0,23	0,65	0,43	0,62	0,39	0,53	0,28
Covid-19_Mayo	0,53	0,28	0,65	0,42	0,71	0,51	0,73	0,53	0,71	0,50
Covid-19_Junio	0,56	0,32	0,68	0,46	0,73	0,53	0,77	0,60	0,74	0,55
Covid-19_Julio	0,55	0,31	0,73	0,53	0,75	0,56	0,76	0,57	0,76	0,58
Covid-19_Agosto	0,64	0,41	0,77	0,59	0,75	0,57	0,76	0,57	0,81	0,66
Covid-19_Septiembre	0,64	0,41	0,75	0,57	0,75	0,57	0,77	0,59	0,81	0,65
Covid-19_Octubre	0,64	0,41	0,75	0,57	0,75	0,57	0,78	0,61	0,81	0,65
Covid-19_Noviembre	0,64	0,41	0,75	0,56	0,74	0,55	0,78	0,62	0,80	0,65
Covid-19_Diciembre	0,63	0,40	0,74	0,54	0,74	0,54	0,78	0,61	0,79	0,63

Cuadro 3. Correlación entre variables (PCE) y casos de COVID-19 (va)

Fuente: elaboración personal

Variables	Densidad		Sup_Urbana		Proximidad		Hacinamiento		PCE	
	r	r2	r	r2	r	r2	r	r2	r	r2
Contagios										
Covid-19_Marzo	-0,05	0,00	0,06	0,00	0,25	0,06	0,11	0,01	0,09	0,01
Covid-19_Abril	0,03	0,00	0,36	0,13	0,70	0,49	0,46	0,22	0,39	0,16
Covid-19_Mayo	0,25	0,06	0,48	0,23	0,67	0,44	0,54	0,30	0,52	0,27
Covid-19_Junio	0,39	0,15	0,64	0,41	0,89	0,79	0,82	0,67	0,71	0,50
Covid-19_Julio	0,24	0,06	0,60	0,36	0,75	0,57	0,60	0,36	0,59	0,35
Covid-19_Agosto	0,45	0,21	0,77	0,59	0,92	0,85	0,76	0,58	0,80	0,64
Covid-19_Septiembre	0,43	0,18	0,72	0,51	0,93	0,86	0,79	0,62	0,77	0,59
Covid-19_Octubre	0,40	0,16	0,67	0,44	0,89	0,78	0,79	0,62	0,72	0,52
Covid-19_Noviembre	0,39	0,15	0,65	0,43	0,84	0,71	0,81	0,65	0,70	0,49
Covid-19_Diciembre	0,36	0,13	0,63	0,40	0,81	0,65	0,81	0,66	0,67	0,45

Cuadro 4. Correlación entre variables (PCE) y casos de COVID-19 (vr)

Fuente: elaboración personal

La significatividad de los coeficientes de correlación obtenidos en el PCE como medida sintética de aglomeración pudo ser comprobada a partir de la aplicación de la prueba *t-student* (Buzai, 2014), la cual brinda la posibilidad de contrastar la hipótesis nula (H_0) de aleatoriedad ($\rho=0$) con la hipótesis alternativa (H_1) de configuración específica ($\rho\neq 0$). El cálculo establece una comparabilidad en el número de desviaciones típicas en que se encuentra el coeficiente obtenido respecto del centro de la distribución según: $t = (r\sqrt{n-2}) / (\sqrt{1-r^2})$. Esta comparación se realiza según un nivel de significación (α) y $n-2$ grados de libertad ($t_{\alpha, n-2}$) como límite de probabilidad de ocurrencia de H_0 . Se han utilizado los valores de $p=1,76$ y $p=2,62$ como indicadores de un nivel de confianza del 5% y 1% respectivamente para la toma de decisión sobre el rechazo de H_0 . Para el caso de los coeficientes de correlación de los PCE en valores absolutos tienen significatividad al 5% desde marzo y al 1% desde mayo, y para la medición en valores relativos se comprueba significatividad al 5% desde marzo y al 1% desde abril. En este sentido los valores mensuales crecientes de r asociados a aumento de los valores de t , comprueban H_1 como hipótesis de aglomeración al verse mayor significatividad de correlación en aquellas áreas en las cuales hay mayor concentración global.

Los resultados indican una variación de los valores de correlación según los diferentes meses y según valores absolutos y relativos. Para los casos confirmados en valores absolutos, se observa una tendencia inicial de valores bajos que coincide con los primeros dos meses de la primera fase de crecimiento, y un aumento sostenido desde mayo para estabilizarse en valores superiores a $r=0,80$, llegando al mes de diciembre con un $r=0,79$ en la correlación con el PCE. Los comportamientos de las variables han sido muy similares, solo la densidad poblacional presentó valores bajos al promedio (figura 13), con un valor de $r=0,63$ para diciembre.

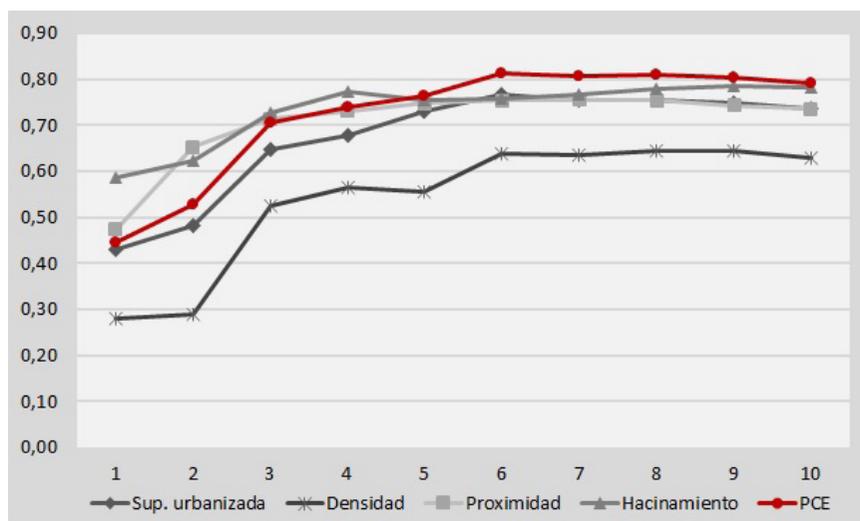


Figura 13. Evolución del coeficiente de correlación (va)
Fuente: elaboración personal

La evolución del coeficiente de correlación para valores relativos (figura 14), presenta una tendencia irregular, inicialmente con valores muy bajos, muestra dos picos de valores altos en los meses de junio y agosto, respectivamente, siendo este último el mayor registro con un $r=0,80$, a partir del cual los valores disminuyen para llegar al mes de diciembre con un $r=0,67$. En este caso, se presenta un comportamiento diferencial en la evolución de las variables que integran el PCE, siendo la proximidad y hogares con hacinamiento crítico, las que ejercen mayor influencia, alcanzando en el mes de diciembre un valor significativo de $r=0,81$.

El coeficiente de determinación (r^2), es el valor estadístico para corroborar la hipótesis de aglomeración, al medir la relación causal entre una variable dependiente y una variable independiente, es decir, que permite obtener un nivel explicativo de la variación de los casos de COVID-19, en base a los valores del PCE. En la figura 15 se observa la evolución temporal del nivel explicativo del coeficiente de determinación (r^2), para valores absolutos y relativos. En ambos casos se presenta una tendencia creciente hasta el mes de agosto, alcanzando un pico máximo de $r^2=0,66$ y $r^2=0,64$, respectivamente, a partir del cual se observa un decrecimiento sostenido, siendo más pronunciado en los valores relativos, hasta alcanzar en el mes de diciembre un valor de $r^2=0,45$.

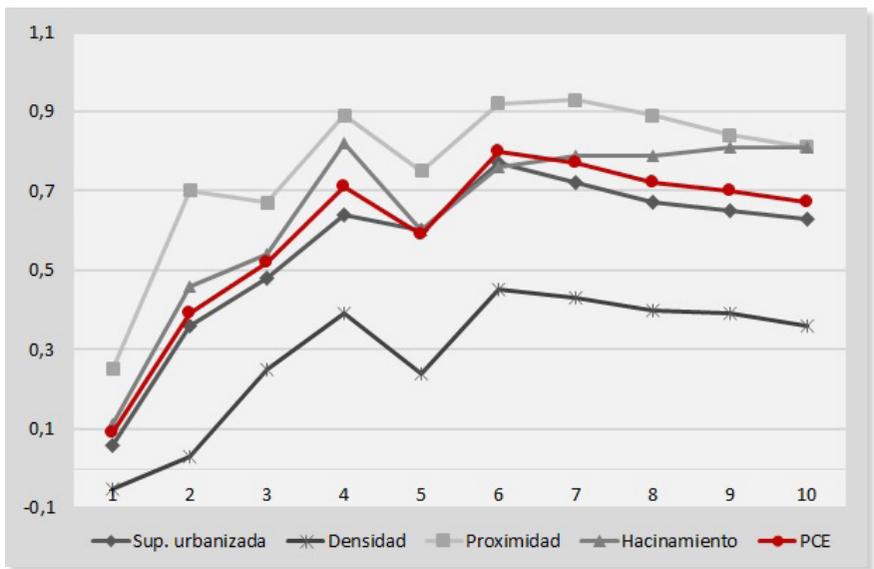


Figura 14. Evolución del coeficiente de correlación (vr)
Fuente: elaboración personal

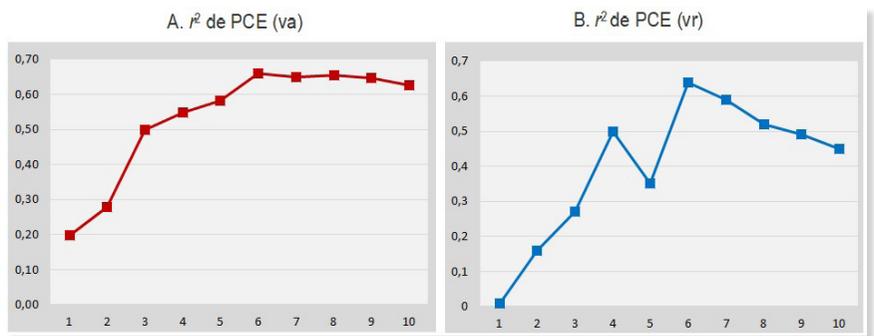
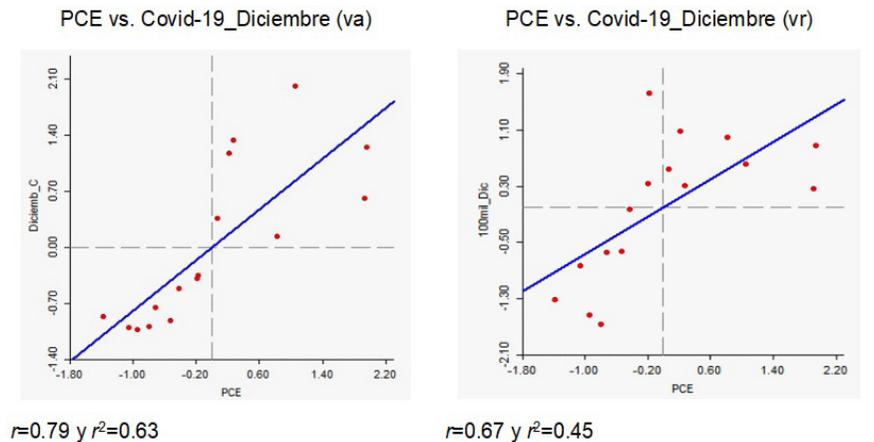


Figura 15. Evolución del coeficiente de determinación
Fuente: elaboración personal

En la figura 16 se presentan los diagramas de dispersión que permiten visualizar la correlación entre el PCE y los casos de COVID-19 en el mes de diciembre, mediante la cual se infiere su nivel explicativo actual.



$r=0.79$ y $r^2=0.63$

$r=0.67$ y $r^2=0.45$

Figura 16. Diagrama de dispersión. Correlación entre PCE y Covid-19-Diciembre
Fuente: elaboración personal

En este sentido, el PCE de aglomeración urbano-poblacional explica el 63% y el 45% de los casos confirmados de COVID-19 para valores absolutos y relativos, respectivamente, siendo las variables proximidad y hacinamiento crítico las que han tenido mayor influencia en el comportamiento general del puntaje.

CONSIDERACIONES FINALES

En el contexto de emergencia sanitaria mundial, los trabajos de aplicación realizados y que nutren el estado del tema, demuestran que el análisis espacial cuantitativo, basado en el uso de SIG se presenta como la perspectiva geográfica que brinda las mayores posibilidades para el conocimiento de la dinámica espacio-temporal del COVID-19.

En el presente trabajo se ha desarrollado una metodología orientada a obtener resultados cartográficos y numéricos, a partir de una base de datos geográfica y la aplicación de técnicas de análisis espacial multivariado. Los resultados se centraron en analizar la evolución temporal del COVID-19 a partir de la definición de fases de crecimiento, para una caracterización del comportamiento general y por municipio. Fueron considerados factores estructurales que inciden en la propagación del virus, obteniendo un puntaje de clasificación multivariada que indica los niveles de aglomeración urbano-poblacional. A su vez, se realizó un análisis de la evolución espacial a partir de cartografía temática, logrando determinar los patrones de distribución espacio-temporal de la tasa de contagios. A partir de estos resultados se avanzó en determinar la influencia de los niveles de aglomeración urbano-poblacional. Para ello se aplicaron técnicas del análisis exploratorio de datos espaciales, principalmente el cálculo de correlaciones y su visualización a partir de gráficos de dispersión, permitió responder a la hipótesis de aglomeración.

Los datos indican una fuerte influencia de la aglomeración urbana en la distribución de los contagios, pudiendo ser claramente explicativa de la distribución espacial de los casos de COVID-19 en un 63% para los valores absolutos y en un 45% para la tasa cada cien mil habitantes. Se puede determinar un comportamiento diferencial de la evolución en el área de estudio ligada a la relación urbana-rural, donde los factores de aglomeración han incidido fuertemente en municipios urbanos, siendo el mes de agosto su punto de influencia, y a partir del cual se aprecia un leve descenso, que coincide con un aumento en la tasa de contagios por parte de los municipios rurales. En este sentido, la estructura socioespacial aparece como factor subyacente del comportamiento espacio-temporal.

Finalmente, cabe señalar que la propuesta desarrollada en el presente trabajo considera a la Geografía como ciencia del presente, que debe recurrir al pasado para analizar el proceso evolutivo y así elaborar un diagnóstico de la situación actual. Brinda elementos que permiten comprobar la hipótesis de aglomeración a partir de la asociación espacial de casos de COVID-19 con indicadores de concentración. Los coeficientes de correlación y de determinación presentan una clara evidencia causal que indica claramente en qué espacios geográficos se debe focalizar la asistencia sanitaria con la finalidad de aportar a la tarea global de revertir las tendencias analizadas.

REFERENCIAS

Barcellos, Ch. (2008). Os indicadores da pobreza e a pobreza dos indicadores: uma abordagem geográfica das desigualdades sociais em saúde (pp. 107-139). En Ch. Barcellos (org.) *A Geografia e o contexto dos problemas de saúde*. Rio de Janeiro, Abrasco.

- Barcellos, Ch. (2020). Distribución y evolución espacial del COVID-19 en Brasil. Boletín informativo del GECLU. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. Canal de YouTube. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=KPrbS_vfG4k&t=14s
- Barcellos, Ch. y Buzai, G.D. (2007). La dimensión espacial de las desigualdades sociales en salud: aspectos de su evolución conceptual y metodológica. *Anuario de la División Geografía 2006*, (6), 275-292.
- Barcellos, Ch.; Buzai, G.D. y Handschumacher, P. (2018). Geografía e saúde: o que está en jogo? Historia, temas e desafios. *Confins - revue franco-brésilienne de géographie*, 37.
- Barrantes Sotela, O. y Solano Mayorga, M.A. (2020). Comportamiento espacial de la pandemia COVID-19 en Costa Rica durante los meses de marzo y abril de 2020 mediante un análisis de autocorrelación espacial. *Revista Posición. Dossier: análisis geográfico del COVID-19*, (3).
- Buzai, G.D. (2014). *Mapas Sociales Urbanos*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. (2015). *Análisis espacial en Geografía de la Salud*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. (2019). Condicionantes socioespaciales de la salud. Definición de áreas críticas en la cuenca del río Luján, Argentina. *GeoFocus*, (24) 99-115.
- Buzai, G.D. (2020a). De Wuhan a Luján. Evolución espacial del COVID-19. *Revista Posición. Dossier: análisis geográfico del COVID-19*, (3).
- Buzai, G.D. (2020b). Distribución y evolución espacial del COVID-19 en Región Metropolitana de Buenos Aires. Boletín informativo del GECLU. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. Canal de YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=sQFyAqVx1nE&t=900s>
- Buzai, G.D. y Santana Juárez, M.V. (2018). Condicionantes Socioespaciales de la Salud (CSS): bases y alcance conceptual. *Anuario de la División Geografía*, (12).
- García de León A. (2020). Indicadores básicos y tendencias espacio-temporales en 20 países por mortalidad COVID-19. *Revista Posición. Dossier: análisis geográfico del COVID-19*, (3).
- Humacata, L. (2020a). Análisis espacial del COVID-19 en los partidos de la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina), durante los meses de marzo a agosto de 2020. *Revista Cardinalis*, 8(15), 121-136. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/cardi/article/view/31763/32727>
- Humacata, L. (2020b). Distribución y evolución espacial del COVID-19 en Argentina, Provincia de Buenos Aires y Región Metropolitana de Buenos Aires. Boletín informativo del GECLU. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. Canal de Youtube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Ts-NyZZ-aBU>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos INDEC (2013). *Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010. Base de datos REDATAM*. Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- Jiménez Romero, C.; Tisnés, A. y Linares, S. (2020). Modelo de simulación del COVID-19 basado en agentes. Aplicación al caso argentino. *Revista Posición. Dossier: análisis geográfico del COVID-19*, (3).
- Lucero, P. (2020). Distribución y evolución espacial del COVID-19 en Provincia de Buenos Aires. Boletín informativo del GECLU. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. Canal de YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=A7iLT6XdNIE>

- Ministerio de Salud de la Nación (2020). *Reporte Diario COVID-19*. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/Coronavirus/informe-diario>
- Moreno, E. (2020). Distribución y evolución espacial del COVID-19 en Honduras. Boletín informativo del GECLU. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. Canal de YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Hfvc8TvDsZ8&t=565s>
- Olivera, A. (1993). *Geografía de la Salud*. Madrid: Síntesis.
- Orellana, D. (2020). Distribución y evolución espacial del COVID-19 en Provincia de Azuay (Ecuador). Boletín informativo del GECLU. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. Canal de YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=TpNEVXMSTUM&t=76s>
- Pickenhayn, J.A. (2008). Geografía de la Salud: el camino de las aulas (pp. 63-84). En Ch. Barcellos (org.) *A Geografía e o contexto dos problemas de saúde*. Rio de Janeiro: Abrasco.
- Principi, N. (2020). El enfoque sistémico en el análisis de riesgos en Geografía. *Anuario de la División Geografía*, (14), 1-8.
- Ramírez, L. (2020). Evolución, distribución y difusión del COVID-19 en Argentina: primeros meses (03/03/2020 - 02/04/2020). *Revista Posición. Dossier: análisis geográfico del COVID-19*, (3).
- Reynoso Siles, D. (2020). Distribución y evolución espacial del COVID-19 en el municipio de La Paz (Bolivia). Canal de YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ayytab0unxU&t=63s>
- Sandoval Montes, Y. (2020). Distribución y evolución espacial del COVID-19 en Bolivia. Boletín informativo del GECLU. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. Canal de YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ayytab0unxU&t=63s>
- Santana Juárez, M.V. (2020). COVID-19 en México: Comportamiento espacio temporal y condicionantes socioespaciales, febrero y marzo de 2020. *Revista Posición. Dossier: análisis geográfico del COVID-19*, (3).
- Seguinot Barbosa, J. y Hernández García, R. (2020). El Coronavirus del año 2020: efectos y difusión espacial de esta pandemia en Puerto Rico y el Caribe. *Revista Posición. Dossier: análisis geográfico del COVID-19*, (3).
- Villagómez, M. (2020). Distribución y evolución espacial del COVID-19 en Ecuador. Boletín informativo del GECLU. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. Canal de YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=TpNEVXMSTUM&t=76s>

Luis Humacata es Profesor en Geografía, Licenciado en Geografía, Especialista en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica aplicados al estudio del medio ambiente. Magister en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Doctorando en Geografía. En la Universidad Nacional de Luján es Profesor del Departamento de Ciencias Sociales, Director del Grupo de Estudios de la cuenca del río Luján y Director de la revista digital Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. Ruta Nacional N° 5 y Av. Constitución, (6700) Luján, Buenos Aires, Argentina, luishumacata@hotmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4294-1314>

Gustavo Buzai es Profesor de Geografía, Licenciado en Geografía y Doctor en Geografía. Investigador Principal del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

(CONICET). Estadías de formación académica en el Centro de Ecología UFRGS (Brasil) y de investigación posdoctoral en el Departamento de Geografía UAM (España) y en el Institut für Geographie UIBK (Austria). En la Universidad Nacional de Luján es Profesor del Departamento de Ciencias Sociales. Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Director del Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG) y Director del Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO). Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. Ruta Nacional N° 5 y Av. Constitución, (6700) Luján, Buenos Aires, Argentina, gdb@unlu.edu.ar, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4195-5324>