

# Mapa de calor del Covid-19 en Santa Fe: análisis provincial y metropolitano

Javier Gómez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geografía. Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral (UNL). Consejo Nacional de Investigaciones y Técnicas (CONICET).

\* E-mail: [javiergomez100@yahoo.com.ar](mailto:javiergomez100@yahoo.com.ar)

Recibido: 25/5/2021; Aceptado: 8/6/2021; Publicado: 15/6/2021

## Resumen

Este trabajo analiza características espacio-temporales de la pandemia del Covid-19 en la provincia de Santa Fe y particularmente en sus dos principales áreas metropolitanas: Rosario y Santa Fe, a partir de un análisis de mapas de calor utilizando sistemas de información geográfica (SIG). En la metodología, se trabaja con incidencias mensuales cada 10.000 habitantes para los 363 distritos santafesinos calculadas a partir de los partes diarios de Covid-19 del Ministerio de Salud provincial. Los datos poblacionales fueron provistos por el IPEC (2020). Para obtener la densidad de la incidencia de casos, se empleó la Estimación de Densidad del Núcleo –Kernel- disponible en el software Quantum Gis. Los resultados muestran que entre octubre de 2020 y mayo de 2021 se diversifica la cantidad de puntos de calor en las regiones centro-sur de Santa Fe, manifestando una nítida expansión territorial de la pandemia. La relación de los puntos calientes con los ejes viales señalaría que la movilidad e interacciones socioeconómicas entre localidades cercanas, son factores que intervienen en la ocurrencia de las incidencias. Estas evidencias constituyen una herramienta destinada a facilitar la interpretación de la realidad y continuar una línea de investigación orientada hacia la implementación de distintas estrategias de intervención.

**Palabras clave:** Covid-19; área metropolitana; mapa de calor

## Covid-19 heat map in Santa Fe: provincial and metropolitan analysis

### Abstract

This study analyzes spatial-temporal characteristics of the Covid-19 pandemic in the province of Santa Fe and particularly in its two main metropolitan areas: Rosario and Santa Fe, based on an analysis of heat maps using geographic information systems (GIS). In the methodology, this study uses monthly incidence rates per 10,000 inhabitants for the 363 Santa Fe districts calculated from the daily reports of Covid-19 from the provincial Ministry of Health. Population data were provided by IPEC (2020). To obtain the density of the incidence of cases, the Core Density Estimation –Kernel- available in the Quantum Gis software was used. The results indicate that between October 2020 and May 2021 the number of hot spots in the central-southern regions of Santa Fe diversifies, showing a clear territorial expansion of the pandemic. The relationship of the hot spots with the roads would indicate that mobility and socioeconomic interactions between nearby cities are factors that intervene in the occurrence of incidences. These evidences constitute a tool destined to facilitate the interpretation of reality and to continue a line of research oriented towards the implementation of different intervention strategies.

**Keywords:** Covid-19; metropolitan areas; heatmaps

## 1. Introducción

El Covid-19 irrumpió hacia fines del año 2019 en China (Buzai, 2020) y su proceso de diseminación a escala planetaria durante 2020 se convirtió en pandemia (OMS, 2021a) y actualmente, aunque la disponibilidad de vacunas seguras y eficaces supone un cambio radical (OMS, 2021b), el proceso expansivo presenta un gran desarrollo y todavía se desconoce de modo claro su tendencia. Frente a este desafío, han surgido respuestas desde distintos campos del conocimiento y en varios casos se orientaron a describir el comportamiento del nuevo coronavirus. Desde la Geografía, algunas indagaciones comenzaron en torno al comportamiento espacial del virus, la circulación y movilidad de las personas. Fue así como, los mapeos, los geoportales y el avance de la pandemia en tiempo real, a distintas escalas surgieron como aportes que articularon la denominada Geografía de la Salud y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Pickenhayn, 2009; Buzai, 2009; Buzai y Humacata, 2016).

De este modo, el análisis espacial y, particularmente, de búsqueda de patrones espaciales de la pandemia adquirió notoriedad. Al conocer la información del posicionamiento de la ocurrencia de los casos, surgió el interés de conocer qué tipo de distribución presentaban los datos bajo estudio, y cómo se diseminaban en tiempo y espacio. En este marco, cobra relevancia la búsqueda de patrones de distribución concentrada dentro del territorio con la finalidad de describir el comportamiento de algunos fenómenos y de la adopción de acciones y toma de medidas orientadas a su mitigación.

Es así como, el análisis estadístico espacial ofrece diferentes procedimientos para avanzar en esa línea. Uno de ellos, refiere a la evaluación de la centralidad espacial de una serie de valores por medio de determinadas medidas centrográficas. Otro procedimiento con importante desarrollo es el análisis de patrones de puntos, que básicamente se enfoca en analizar la estructura espacial de un conjunto de datos, a partir del análisis de densidad o de la distancia entre puntos. Por otra parte, los análisis de autocorrelación espacial apuntan a evaluar el grado de autocorrelación, es decir la correlación entre unidades espaciales a partir de los valores de la variable de interés (Siabato y Guzmán-Manrique, 2019).

En este contexto, dentro de los análisis de densidad, se han desarrollado los estudios de los mapas de calor. Es así como mediante estos procesos es posible mostrar las áreas donde se produce la mayor densidad de un evento. Por este motivo las técnicas basadas en análisis de mapas de calor se configuran como muy útiles para el tratamiento y la prevención de diversas problemáticas que afectan a la calidad de vida de las personas. Particularmente, los análisis de densidad no son un análisis de mapa de calor propiamente dicho, sino un método de interpolación que estima la probabilidad de que ocurra cierto evento en un área determinada, quedando, de este modo, identificadas las áreas de mayor riesgo.

El análisis de densidad de Kernel (Tisnés, 2012; Cuartas, et al., 2020) ofrece la posibilidad de realizar un análisis más definido de los puntos calientes porque permite mejorar la identificación, localización y ponderación de los puntos. De hecho, "el método más consagrado para identificar hot spots es la estimación de densidad de Kernel" (Suberos, 2018: 178). Estas razones abonan que sea una de las herramientas más utilizadas para el análisis espacial.

El concepto de densidad espacial alude a una relación entre el nivel de presencia de un fenómeno en un lugar y la superficie de ese lugar. En Kernel debe establecerse la superficie o ámbito de referencia de acuerdo con criterios relacionados con la naturaleza del fenómeno. Este tipo de enfoque se suelen desarrollar en los sistemas de información geográfica a partir de capas vectoriales con entidades puntuales. En el análisis de densidad por medio de una capa raster se crea una superficie curva sobre cada punto de entrada, usando cálculos de vecindad a partir de un radio circular de búsqueda de bloques de *pixels*. El valor de densidad es más alto en la ubicación del punto y disminuye progresivamente con la distancia desde el punto y alcanza valor cero en el borde del radio de búsqueda. A cada punto se le puede asignar además, un valor o un peso, que puede ser utilizado para aumentar la influencia de ciertos elementos en el mapa de calor resultante. "La herramienta

densidad considerará dónde se encuentra cada punto en relación con el resto de los puntos. Luego, las celdas más cercanas a los puntos, reciben proporciones más altas de la cantidad medida que aquellas que se encuentran más alejadas” (Tisnés, 2012: 95).

Si bien la evidencia disponible sobre los análisis de puntos calientes es especialmente frecuente en relación a temáticas sobre delito, hay aplicaciones a otras temáticas. Con respecto al primer tópico, en los últimos años, fueron demostradas las ventajas de focalizar los esfuerzos de prevención en los puntos críticos donde se concentra la delincuencia. El argumento se sustenta en el hecho de que usualmente, escasos y pequeños lugares son generadores de buena parte de los problemas de delincuencia y, por lo tanto, por medio de la prevención de la delincuencia en esos lugares, se podrá reducir la delincuencia a nivel general.

De este modo, la importancia de la identificación de áreas de concentración, se relaciona con el riesgo o con posibles focos de interés o de intervención. Diversos trabajos empíricos han mostrado que los brotes de la pandemia del Covid-19 están muy regionalizados y el grado de concentración geográfica varía entre los países e incluso los casos tienden a estar concentrados en escasas ciudades o ámbitos regionales (Woods, 2020). El mencionado autor hace hincapié en la importancia de la concentración geográfica “porque, si bien los focos iniciales suelen estar en regiones bien conectadas y más prósperas, hay evidencias de que, a medida que un brote se extiende, las áreas menos desarrolladas son las más afectadas” (Woods, 2020: párr. 6). Es así como se torna necesario analizar con más detalle la expansión geográfica de la pandemia en cada territorio y así poder reconocer sus particularidades en diferentes contextos y escalas.

Es por eso que, en el contexto de temáticas de salud, y particularmente, de la pandemia del Covid-19, varios trabajos desde un primer momento se orientaron a buscar dar un rápido abordaje sobre la cuestión del comportamiento espacio-temporal del nuevo coronavirus, tanto en Argentina como en el contexto Latinoamericano.

En ese sentido, en Argentina, Ramírez (2020) buscó analizar la distribución y difusión de la pandemia en Argentina durante el primer mes de ocurrencia del primer caso confirmado. A escala provincial, en Buenos Aires, Lucero (2020), Buzai (2020) y Humacata (2020), se abocaron a trabajar las particularidades y complejidades de la evolución de casos en la provincia de Buenos Aires, tanto a escala provincial, como metropolitana y regional -cuenca del río Luján-, respectivamente.

Particularmente, los análisis de densidad han tenido cabida con el objeto de efectuar el estudio espacial de la distribución de los casos confirmados a fin de poder implementar medidas sanitarias y priorizar zonas para atención de las enfermedades y el desarrollo de estrategias para su control. Un estudio desarrollado en la ciudad de Cali (Colombia) señaló que la distribución espacial de los casos de Covid-19 tiende a concentrarse inicialmente en el norte y sur de la ciudad, con una dinámica cambiante hacia el oriente y occidente, lo cual permite concluir que el patrón espacial identificado puede estar influenciado por las medidas de aislamiento tomadas a nivel local y nivel nacional (Cuartas, et al., 2020).

En suma, este sucinto grupo de antecedentes expresa la rapidez de la Geografía en dar respuestas que puedan ayudar al entendimiento del comportamiento espacial del virus, a la relación con otros factores a fin de poder controlar su propagación y, de esta forma, poder ayudar a las Autoridades en la toma de decisiones. Poder conocer esos patrones puede ser de utilidad para implementar diversas acciones de intervención, ya sean de prioridad, de restricciones o de estrategias de vacunación.

El presente trabajo desarrolla resultados de investigación obtenidos de la articulación de dos proyectos de investigación: “Geoportal del Covid-19 para la Provincia de Santa Fe” y “Calidad de vida y procesos metropolitanos en la Provincia de Santa Fe: aproximaciones para el ordenamiento

territorial y el desarrollo sostenible<sup>1</sup>, que tiene por objeto construir una herramienta web que, a partir del procesamiento y análisis de datos oficiales, reúna en un único dispositivo diversas variables referidas al Covid-19 consideradas relevantes y brinda la posibilidad de monitorear aspectos de la pandemia a nivel de los 19 departamentos y de los 363 gobiernos locales santafesinos. Este estudio particularmente, se orienta a describir características espacio-temporales de la pandemia de Covid-19 en la provincia de Santa Fe, desde sus inicios hasta la actualidad, a escala de los 363 distritos, a partir de un análisis de distribución y de densidad.

## 2. Área de estudio

El área de estudio se trata de la provincia de Santa Fe, jurisdicción subnacional argentina que cuenta con una población estimada al año 2020 (IPEC, 2020) de 3.536.418 habitantes, ubicándose en el 3° puesto nacional. La provincia de Santa Fe se integra de 19 unidades departamentales y de 363 distritos (Figura 1). Estos corresponden a la mínima unidad de gobierno local existente en la Provincia de Santa Fe y de acuerdo a la Constitución provincial pueden revestir la categoría de municipio o comuna teniendo en cuenta un criterio cuantitativo relacionado a la población. Cuando las comunas alcanzan el umbral de 10.000 habitantes pueden solicitar a las autoridades provinciales, ser declaradas municipios. En todos los casos, los gobernantes locales surgen de procesos electorales.

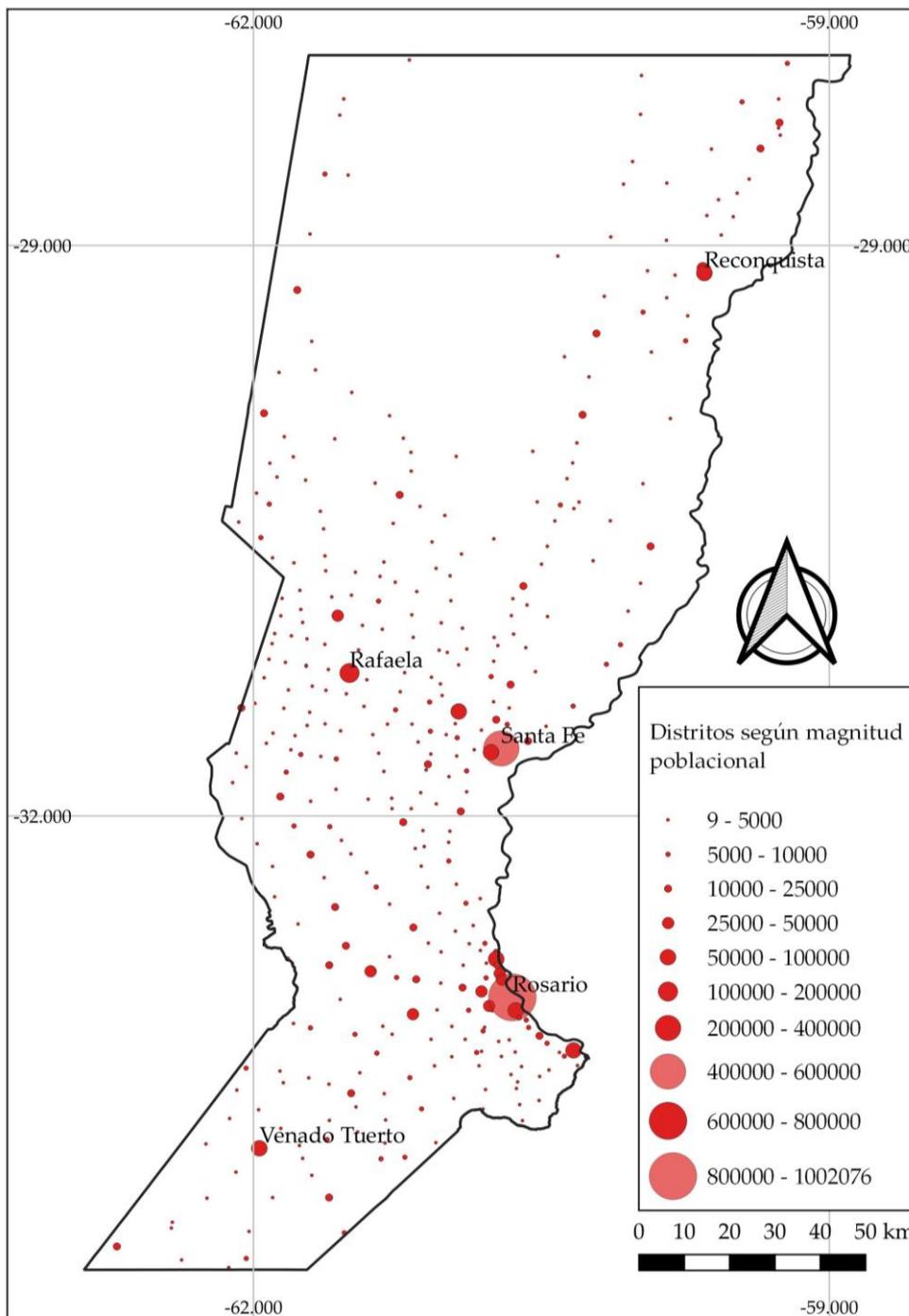
La estructura territorial de la provincia de Santa Fe, si se tienen en cuenta algunas variables, da cuenta de una mayor presencia de distritos en el centro y el sur del territorio, donde en general hay una mayor densidad poblacional, en comparación con el norte santafesino, más ruralizado.

A su vez, existe una notoria disimilaridad en el tamaño poblacional de los distritos en la provincia. La media poblacional de los distritos es de 9.742,2 habitantes. La mediana es de 1.811 habitantes. Son 168 los distritos que tienen 2.000 o más habitantes y 195, rurales. Entre los urbanos, por un lado, los municipios de Rosario y Santa Fe constituyen dos cabeceras metropolitanas de escala provincial y cuentan en la actualidad con 1.002.076 y 429.026 habitantes, respectivamente. Los entornos metropolitanos que conforman estos municipios reúnen altos niveles de densidad poblacional. Por otro lado, Rafaela (108.397 h.), Venado Tuerto (88.166 h.) y Reconquista (85.844 h.) son tres centros metropolitanos que ejercen gravitación regional en el área centro-oeste, suroeste y noreste de la provincia, respectivamente (Figura 1). En estos entornos regionales la densidad poblacional es media-baja, siendo una característica que interviene probablemente en menor medida en el incremento de casos. Finalmente, los distritos de tamaño intermedio y pequeños, son muy importantes cuantitativamente, y conforman una densa red en el centro-sur del territorio. Cabe consignar que, si bien sus densidades son las más bajas del territorio, probablemente la densa red que conforman y el hecho de que varios de ellos son centros de servicios hace que la circulación y el intercambio por razones sociales y económicas sea fluida. Estos factores podrían haber favorecido una propagación del virus a diferentes ritmos o en diferentes momentos.

---

1 Ambos proyectos se encuentran radicados en el Departamento de Geografía, Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral. El primero de los mencionados se encuentra en la convocatoria 'Programa de articulación y fortalecimiento federal de las capacidades en ciencia y tecnología COVID-19' y cuenta con financiamiento del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación (2020-2021). El segundo, es un proyecto acreditado, evaluado y financiado por la Universidad Nacional del Litoral (2021-2023).

Figura 1. Área de estudio. Distritos de la Provincia de Santa Fe.



Fuente: Elaboración del autor.

## 2. Materiales y métodos

La metodología propuesta se sustenta en distintos pasos. En primer lugar, la base de datos gráfica correspondiente a los "distritos" se sustenta en un modelo vectorial de entidades de tipo puntual, editada como archivo de tipo shapefile (.shp), a partir de la capa original de "distritos" que está disponible en el sitio web del Instituto Geográfico Nacional (<https://www.ign.gov.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG>).

A dicha base de datos gráfica se vinculó una base de datos alfanumérica conformada con información obtenida del sitio web del Ministerio de Salud de la Provincia de Santa Fe (<https://www.santafe.gob.ar/ms/covid19/partes-e-informes-diarios/>), el cual pone a disposición un reporte diario de situación de Coronavirus en la Provincia de Santa Fe y para cada uno de los distritos. En este caso particular, hemos procedido a tomar los datos diarios desde el 14 de marzo de 2020 al 31 de mayo de 2021, es decir, desde el momento inicial de los registros de casos confirmados residencia hasta la actualidad. Con esa información calculamos los siguientes atributos para conformar la base de datos alfanumérica: total mensual de casos confirmados por distrito de residencia y tasas mensuales de incidencia por distrito de residencia cada 10.000 habitantes. Se trabaja con tasas de incidencia teniendo en cuenta la disimilitud en cuanto a la magnitud poblacional de los distritos santafesinos. El dato poblacional utilizado para calcular las incidencias de casos es una estimación realizada por el Instituto Provincial de Estadísticas y Censos de Santa Fe para el año 2020 (IPEC, 2020). Si bien consideramos que la misma reúne condiciones adecuadas, los valores estimados podrían diferenciarse, en algunos casos, aunque evaluamos levemente, de los montos poblacionales reales. Con respecto a decisión de la adopción de la incidencia de casos, se entiende que es una forma de proporcionalizar los datos de ocurrencia de casos ajustándolos a la realidad poblacional de cada lugar, lo cual puede otorgar una medida del grado de impacto de los casos en cada contexto poblacional. De hecho, dentro de las variables evaluadas actualmente por el Ministerio de Salud de la Nación se encuentra la incidencia de casos cada 100.000 habitantes para la determinación del índice de Riesgo Epidemiológico (Ministerio de Salud, 2021). A pesar de ser un recurso apropiado para realizar comparaciones entre los distritos con muy desiguales montos poblacionales, puede elevar sobremedida los valores de las incidencias en el caso de aquellos gobiernos locales con poca población. Por esta razón hemos excluido del análisis aquellos distritos del primer cuartil de la distribución poblacional, cabe consignar que en su mayoría son gobiernos locales que no alcanzan los 500 habitantes.

Para el análisis de Densidad de Kernel, los casos confirmados de Covid-19 por distritos fueron agregados al vector de puntos. Posteriormente, se calcularon las tasas mensuales de incidencia cada 10.000 habitantes, y teniendo en cuenta los sesgos que en ocasiones genera esta variable en ámbitos con escaso número de habitantes (Cavalcante y Lopes de Abreu, 2020), fueron descartados del análisis aquellos distritos pertenecientes al primer cuartil, dentro de la distribución poblacional al año 2020. Para obtener la densidad de la incidencia de casos, se empleó el método de suavización espacial de Kernel disponible en el software Quantum Gis, denominada Estimación de Densidad del Núcleo (Mapa de Calor). El análisis de densidad es uno de los principales métodos para reconocer patrones de distribución, como es el caso del Covid-19, identificar de manera adecuada la concentración (“puntos calientes”) de la incidencia de casos confirmados y así determinar posibles áreas de acción. Para el análisis de densidad se definió un tamaño de celda de 1000, y un radio de 0,2 grados a partir de una función simétrica radial. De esta manera, los valores de densidad más altos se generan sobre los puntos y tienden a disminuir progresivamente a medida que aumenta la distancia, hasta el radio máximo de búsqueda donde el valor de densidad llega a 0. Se utilizó como peso la variable “incidencia mensual de casos de Covid-19 cada 10.000 habitantes”.

### 3. Resultados

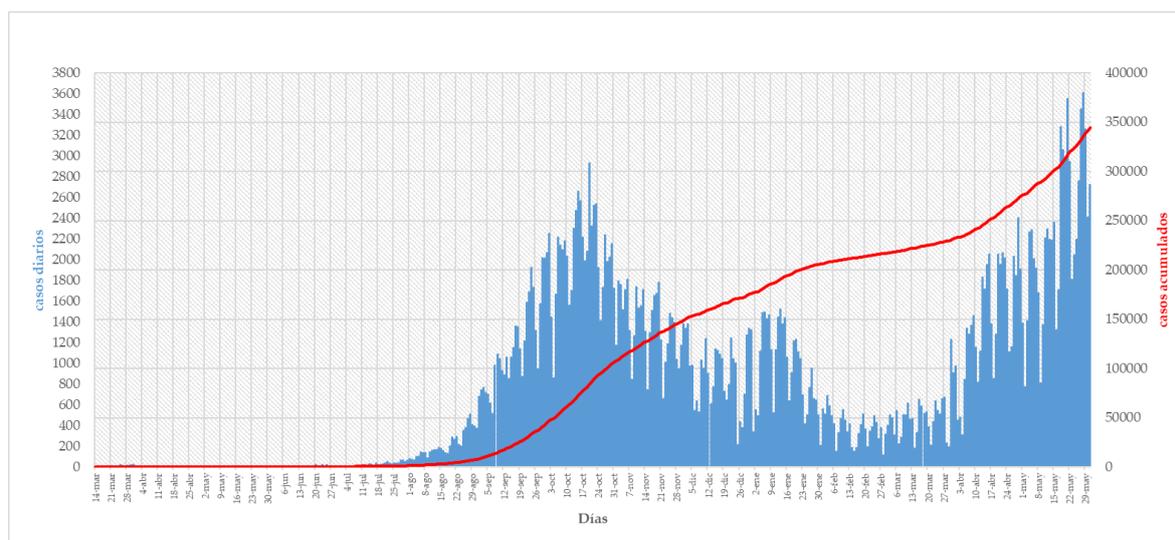
#### 3.1. Comportamiento espacio-temporal de la pandemia de Covid-19 en Santa Fe

Son 344.522 los casos confirmados de Covid-19 entre el 14 de marzo de 2020 y el 31 de mayo de 2021 en la provincia de Santa Fe. En este apartado, se indaga en la dinámica temporal que han seguido los casos confirmados, es decir conocer qué comportamiento viene manifestando la pandemia desde el momento inicial. Mediante la curva epidemiológica hemos representado en la Figura 2 el número de casos confirmados de Covid-19 en el periodo bajo estudio, consignando los casos confirmados diarios y la cantidad acumulada desde el 14 de marzo de 2020 hasta el 31 de mayo de 2021. En

primer lugar, cabe destacar que, durante los cuatro meses iniciales de la pandemia, la frecuencia diaria de casos fue escasa (promedio de 26 casos diarios en julio de 2020). Hacia el mes de agosto la frecuencia de casos se incrementó con una tendencia exponencial durante tres meses, alcanzando el pico en el mes de octubre de 2020 (“primera ola” de la pandemia) con 2.063 casos diarios. Desde allí comenzó una tendencia descendente, que luego derivó a una forma de “meseta” durante aproximadamente tres meses. A mediados de enero un “rebrote” incrementó nuevamente el número de casos (promedio de 951 casos diarios). Posteriormente, el descenso fue marcado hasta mediados de febrero, donde el número promedio diario de casos alcanzó el mínimo de 381. Marzo y abril significaron el inicio de la denominada “segunda ola” de la pandemia. Mayo de 2020 se convirtió en el mes de mayor número de casos de toda la crisis sanitaria y el promedio diario de casos alcanzó el valor máximo de 2.265.

La curva epidemiológica permite reconocer el inicio del brote epidémico y luego ayuda a identificar que el modo de transmisión de la enfermedad viene atravesando diferentes ritmos y magnitudes. En ese sentido, la Figura 2 muestra que la pandemia en Santa Fe se inició en marzo de 2020 y se aceleró en al menos tres momentos: agosto de 2020, y enero y abril de 2021. Ello derivó en que la pandemia se torne vigorosa en octubre de 2020 (primera ola), enero de 2020 (rebrote) y mayo de 2021 (segunda ola).

**Figura 2.** Evolución diaria y acumulada de casos confirmados de Covid-19. Periodo 14 de marzo de 2020 a 31 de mayo de 2021.



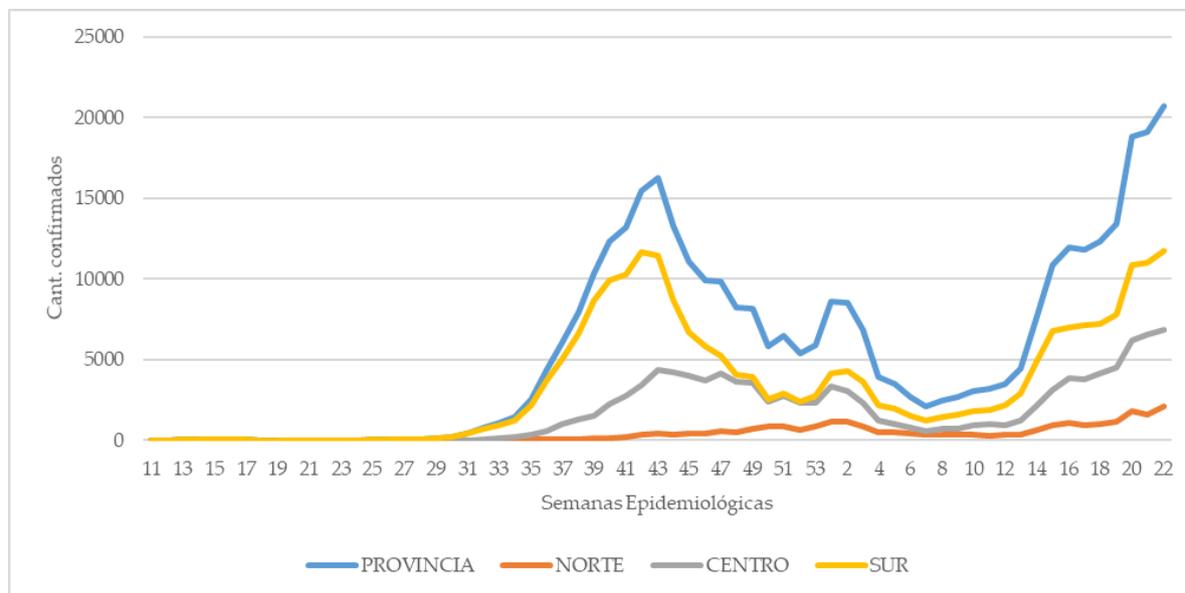
Fuente: Elaboración del autor

Es probable que la curva larga y baja -curva plana- durante el periodo inicial pueda ser atribuible al denominado Aislamiento Social Preventivo Obligatorio –ASPO- (Decreto N°297, 2020). Mientras que las formas pronunciadas de la curva de octubre de 2020 y mayo de 2021 expresan un alto número de casos en escaso tiempo, es decir un rápido aumento de las infecciones. Ello conduce a indagarnos acerca de las repercusiones espaciales de estas evidencias, particularmente buscar analizar si ese aumento de las infecciones se replica en al mismo tiempo en una rápida propagación espacial del coronavirus.

En ese sentido, en cuanto al comportamiento de la pandemia de Covid-19 en Santa Fe desde el punto de vista territorial, los datos analizados por semanas epidemiológicas (S.E.) exponen que hay una nítida tendencia diferencial entre las regiones norte, centro y sur (Peretti y Tarabella, 2007). En Santa

Fe el inicio de la pandemia se produjo durante la S.E. 11 de 2020 y hacia inicios de junio de 2021, se transitaba la S.E. 22 (Figura 3).

**Figura 3.** Evolución de casos confirmados de Covid-19 según regiones Norte, Centro y Sur. Periodo S.E. 11/2020 a S.E. 22/2021.



Fuente: Elaboración del autor

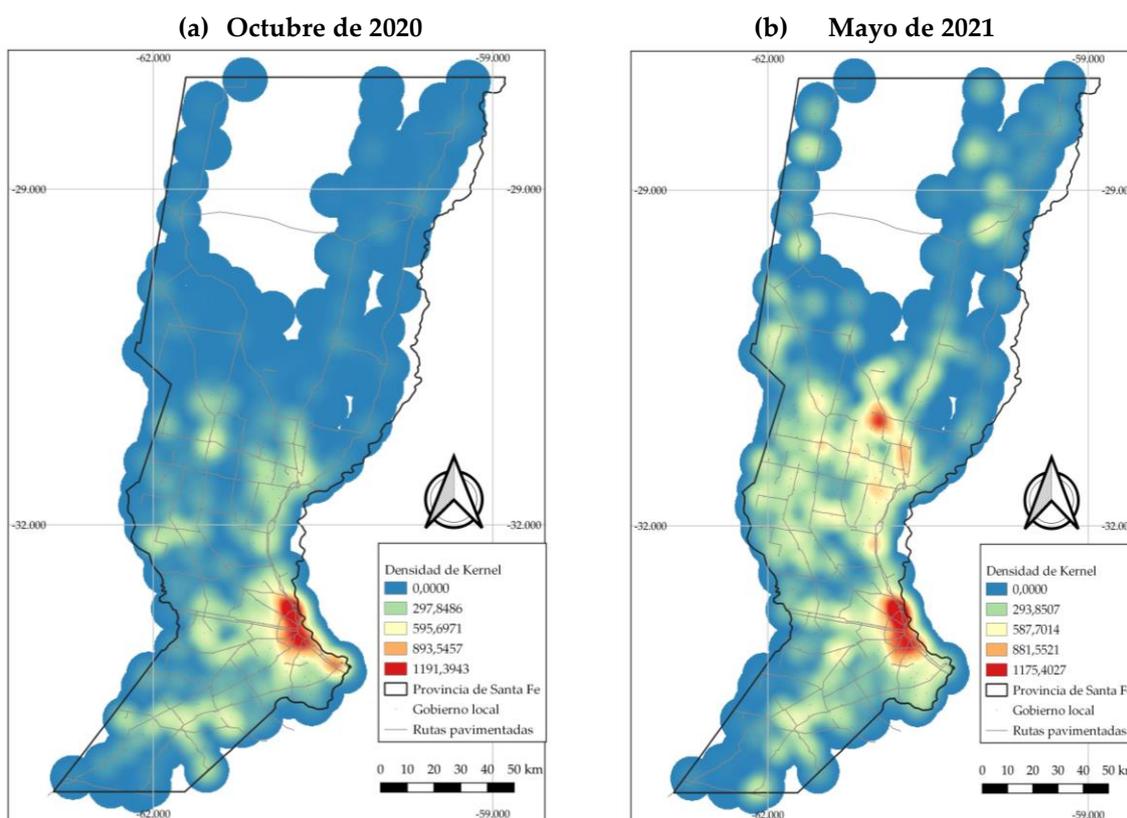
Las curvas epidemiológicas expresan que las distintas regiones han experimentado diferentes tendencias respecto del comportamiento provincial general, tanto desde el punto de vista del volumen de casos como del ritmo temporal. La región sur, por su mayor volumen poblacional, muestra una tendencia más similar al comportamiento provincial. La región centro, muestra un volumen menor y más ralentizado que la región sur. La región norte, ha seguido un patrón más alejado del resto, de hecho, la primera ola en esta región técnicamente se produjo en el mes de enero de 2021, durante el denominado ‘rebrote’ del resto del territorio. La mencionada figura ilustra que los comportamientos interregionales tienden a asimilarse tanto en volumen como en ritmo temporal durante los lapsos de mengua de la pandemia. En cambio, cuando la pandemia se torna acuciante se acrecientan las diferencias entre las regiones. Esta evidencia nos conduce a indagar si el aumento de las infecciones se replica al mismo tiempo en una rápida propagación espacial del coronavirus. Mediante el análisis de densidad buscamos identificar focos de la pandemia durante los dos momentos de mayor número de casos: octubre de 2020 y mayo de 2021.

### 3.2. Mapas de calor de la Incidencia de casos de Covid-19 en Santa Fe y áreas metropolitanas

Como se señaló, para el análisis descriptivo de la distribución espacio-temporal de los casos confirmados de Covid-19 se utilizan mapas de calor. Específicamente, se utiliza como variable la incidencia de casos cada 10.000 habitantes y se excluyen los distritos de escaso número de habitantes. Si bien las tasas de incidencia pueden ser una buena alternativa para realizar comparaciones entre distintos lugares, pueden, ocasionalmente no reflejar del todo adecuadamente la información para el caso de zonas con escasa población. Por esta razón se excluyen 90 distritos del primer cuartil de la distribución poblacional, que en su mayoría no alcanzan los 500 habitantes de acuerdo a la estimación al año 2020.

La Figura 4.a permite identificar que, durante el mes de octubre de 2020, cuando en la provincia de Santa Fe se confirmaron 63.945 casos, la mayor agregación de la incidencia de casos estuvo en el sureste de la provincia, aunque en ese momento se identifican otros puntos calientes menores hacia el suroeste, y algunos de menor relevancia en el centro de la provincia. Esta distribución como es de esperar presenta un patrón relacionado con la mayor densidad poblacional, aunque se observan excepciones: no se destaca como área focal el área metropolitana de Santa Fe y, por otra parte, zonas y comunidades del interior santafesino del centro-sur aparecen como puntos de interés.

**Figura 4.** Densidad de la Incidencia de casos de Covid-19 cada 10.000 habitantes en la Provincia de Santa Fe, correspondiente a los meses de (a) octubre de 2020 y (b) mayo de 2021.



Fuente: Elaboración del autor

En el mes de mayo de 2021, con 70.271 casos reportados –el máximo registro de la pandemia en Santa Fe–, la concentración de la incidencia de casos se mantiene predominantemente en el sureste de la provincia, aunque aparecen puntos calientes en la región central. Además, se diversifica la cantidad de puntos de calor en las regiones centro y sur del territorio, lo cual expresa una nítida expansión territorial de la incidencia de la pandemia. Así como en octubre de 2020 el evento del Covid-19 se mostraba con un importante número de casos, la incidencia se focalizaba en el sur del territorio santafesino. En mayo de 2021, con un número de casos levemente superior, la incidencia de la pandemia se ha diversificado territorialmente en el centro y sur santafesino, incluso llegando a identificar ciertos puntos focales en el norte. Teniendo en cuenta que el volumen de casos entre ambas “olas” ha sido similar, el patrón de transmisibilidad territorial de la pandemia se ha modificado, siendo más expansivo en el segundo “pico”. Si se tiene en cuenta que los principales focos se encuentran vertebrados por las principales vías de comunicación, podría hipotetizarse que las personas para desarrollar sus actividades cotidianas generan flujos de movilidad de proximidad,

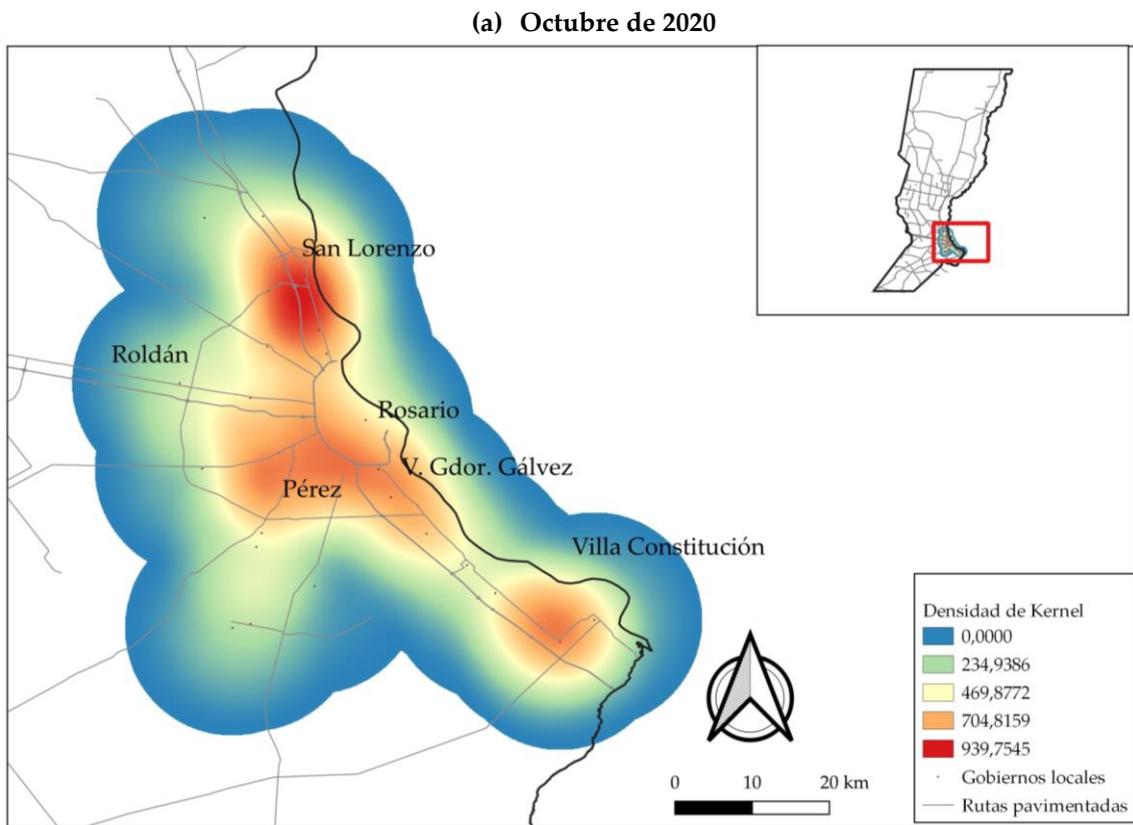
tanto intraurbanos como interurbanos, los cuales pueden ser nexos epidemiológicos claves en ciertos casos. Es por eso que, en mayo de 2021, ante una situación de menos restricciones sociales y de mayor actividad económica, este factor pudo haber tenido un mayor impacto en la expansión territorial de la pandemia. Esta movilidad de proximidad podría tener su mayor incidencia en ciertas zonas del interior santafesino que si bien no tienen una elevada densidad poblacional, desarrollan un relacionamiento frecuente entre localidades cercanas, lo cual podría constituir un facilitador de la transmisibilidad. En cambio, en las áreas metropolitanas además de la movilidad y circulación, se incorporaría la influencia de la densidad poblacional.

El área metropolitana de Rosario es el mayor punto caliente en ambos momentos de la pandemia. En efecto, al analizar de manera aislada esta unidad territorial, constituida por 29 distritos santafesinos (Ley provincial N° 13532, 2016), es posible apreciar en el caso del mes de octubre de 2020 (Figura 5.a), que el principal punto de calor se ubica al norte de dicho espacio urbano, en torno a la localidad de San Lorenzo. Con menor densidad, se identifican otros dos focos: uno al suroeste, en torno a la localidad de Pérez y Villa Gobernador Gálvez y otro al sur, alrededor de la localidad de Villa Constitución. En el primer caso mencionado, se trata de una zona urbana que reúne varios distritos y constituye un área de importante densidad poblacional e intensos flujos de movilidad e interacción metropolitana. Durante este mes, el área metropolitana de Rosario registró 37.713 casos confirmados.

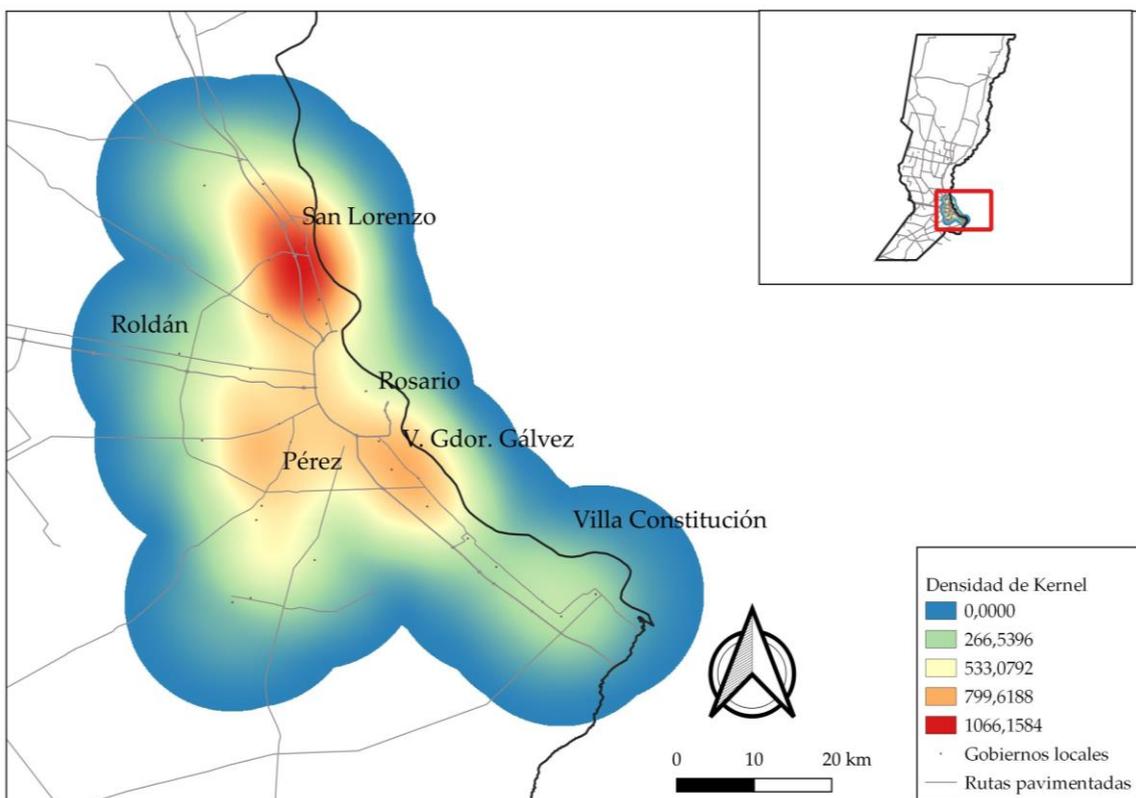
En el mes de mayo de 2021 (Figura 5.b), con 33.145 casos reportados, la concentración de los mismos se identifica fundamentalmente en el sector norte, el resto de los puntos focales aparecen con menor densidad que en el mes de octubre de 2020.

El segundo aglomerado más poblado de la provincia es el área metropolitana de Santa Fe, integrada por 25 distritos (Ley provincial N° 13532, 2016). Durante el mes de octubre de 2020 esta área tuvo 9.846 casos confirmados. El análisis de densidad de la incidencia de casos cada 10.000 habitantes durante el mencionado mes, permite identificar en dicho espacio urbano (Figura 6.a) menores niveles de densidad que en Rosario y, desde el punto de vista espacial, la mayor concentración de casos se observa hacia el sector norte del municipio de Santa Fe, en torno al distrito de Recreo. Otros puntos calientes menores aparecen en zonas más periféricas del espacio metropolitano, en proximidades de los municipios de Esperanza, Laguna Paiva, Santo Tomé y San José del Rincón. En todos los casos son centros urbanos de cierta gravitación dentro del espacio metropolitano, que superan los 15.000 habitantes.

Figura 5. Densidad de la Incidencia de casos de Covid-19 cada 10.000 habitantes en el área metropolitana de Rosario, correspondiente a los meses de (a) octubre de 2020 y (b) mayo de 2021.

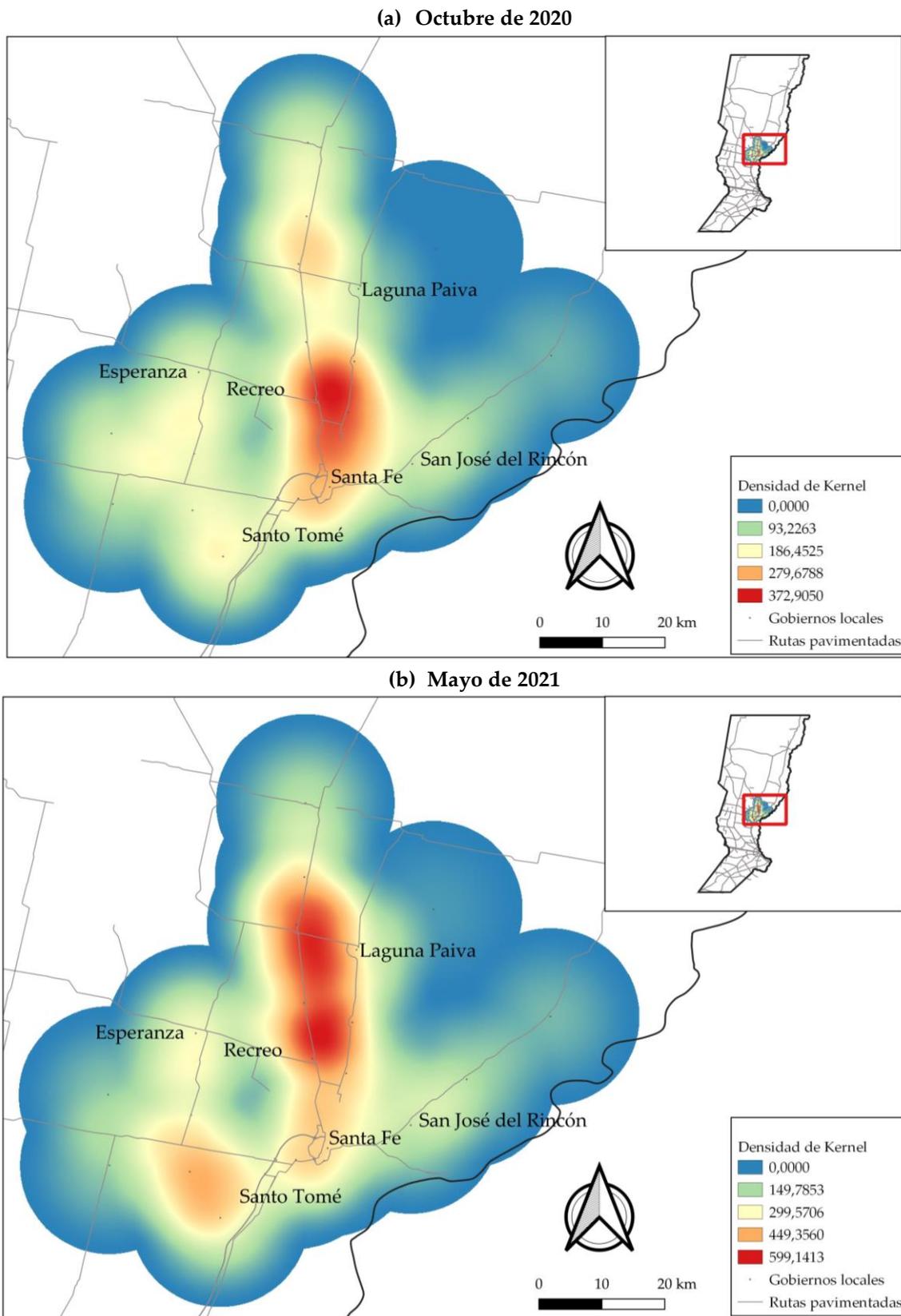


(b) Mayo de 2021



Fuente: Elaboración del autor

Figura 6. Densidad de la Incidencia de casos de Covid-19 cada 10.000 habitantes en el área metropolitana de Santa Fe, correspondiente a los meses de (a) octubre de 2020 y (b) mayo de 2021.



Fuente: Elaboración del autor

Por otra parte, en el mes de mayo de 2021, con 13.374 casos reportados, la densidad Kernel se muestra más intensa en comparación con el mes de octubre, y la concentración de casos se mantiene predominantemente en la zona norte del espacio metropolitano, aunque aparecen puntos calientes más intensos: Recreo y Laguna Paiva. Además, cobra entidad la densidad en torno a Santo Tomé. El patrón de transmisibilidad territorial de la pandemia se muestra menos centralizado, y más expandido hacia el norte del espacio metropolitano.

En síntesis, en el mes de octubre de 2020, en Santa Fe la pandemia de Covid-19 mostró un patrón de transmisión con elevada incidencia y focalizado en la zona metropolitana de Rosario. Otros focos de la primera ola de la pandemia se localizaron en el sur santafesino sobre ejes viales en conexión con Rosario y con puntos de otras provincias, tal el caso de Buenos Aires. Conforme pasó el tiempo, la identificación de puntos calientes ha sido dinámica en el territorio provincial, aunque con concentración en el centro-sur. Sin embargo, al mismo tiempo, si se tiene en cuenta la ubicación de los puntos calientes con respecto a los ejes viales, es posible argumentar que la movilidad e interacciones socioeconómicas de la población entre localidades cercanas, son factores que parecen mostrar su influencia en la ocurrencia de las incidencias, sin desconocer las repercusiones de las restricciones que disponen las autoridades.

#### 4. Conclusiones

Este estudio analizó la distribución espacial de la pandemia de Covid-19 en la provincia de Santa Fe. El número de casos nuevos por semana fue variable a través del periodo analizado: las medidas de frecuencia fueron mayores en los meses de octubre de 2020 y mayo de 2021, actualmente con tendencia creciente.

Los resultados del análisis de densidad muestran que entre octubre de 2020 y mayo de 2021 se diversifica la cantidad de puntos de calor en las regiones centro y sur del territorio, lo cual expresa una nítida expansión territorial de la incidencia de la pandemia. Así como en octubre el evento del Covid-19 se mostraba con un importante número de casos, la incidencia se focalizaba en el sur del territorio santafesino. En mayo de 2021, con un número de casos levemente superior, la incidencia de la pandemia se ha diversificado territorialmente en el centro y sur santafesino, incluso llegando a identificar ciertos puntos focales en el norte. Teniendo en cuenta que el volumen de casos entre ambas "olas" ha sido similar, el patrón de transmisibilidad territorial de la pandemia se ha modificado, siendo más expansivo en el segundo "pico".

Teniendo en cuenta que el centro-sur del territorio santafesino reúne mayor densidad poblacional que el resto, consideramos que éste factor puede incidir en la dinámica seguida por el Covid-19. Sin embargo, al mismo tiempo, si se tiene en cuenta la ubicación de los puntos calientes con respecto a los ejes viales, también es posible conjeturar, a la luz de la proliferación de los puntos calientes sobre los ejes viales, que la movilidad e interacciones socioeconómicas de la población entre localidades cercanas, son factores que parecen mostrar su influencia en las incidencias.

En suma, las indagaciones en torno a la dimensión espacial de esta nueva crisis sanitaria son de suma importancia al momento de reconocer patrones y factores de expansión del virus. De todas formas, los resultados conducen a la necesidad de nuevas búsquedas en torno a ella, tal el caso de los patrones espaciales y sus factores asociados. Es claro que la pandemia tiene comportamientos espaciales diferenciales en el territorio, en asociación con las características y los comportamientos sociales.

De este modo, continuar hacia una mayor comprensión de estos aspectos de la pandemia puede potenciar a la geografía como una herramienta para el diseño de medidas sanitarias focalizadas. De este modo se sugiere continuar las investigaciones sobre estas líneas y además tomar en cuenta los diferentes contextos de la dinámica de los casos y de otros factores relacionados a fin de planificar y gestionar la administración de la pandemia.

**Referencias bibliográficas**

- Buzai, G. (2009) Sistemas de Información Geográfica en Geografía de la Salud. En: Pickenhayn, J. (Comp.). Salud y enfermedad en geografía. Buenos Aires: Editorial Lugar, p.111-134.
- Buzai, G. (2020) De Wuhan a Luján. Evolución espacial del Covid-19. Revista Posición. Dossier: análisis espacial geográfico del Covid-19. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. N° 3.
- Buzai, G. y Humacata, L. (2016) Implementación de Tecnologías de la Información Geográfica en la Enseñanza de la Geografía. Buenos Aires: MCA Libros.
- Cavalcante, J. y Lopes de Abreu, A. (2020) COVID-19 in the city of Rio de Janeiro: spatial analysis of first confirmed cases and deaths. Revista Epidemiol. Serv. Saude, 29 (3): e2020204, p. 1-9.
- Cuartas, D.; Arango-Londoño, D.; Guzmán-Escarria, G.; Muñoz, E.; Caicedo, D.; Ortega, D.; Fandiño-Losada, A.; Mena, J.; Torres, M.; Barrera, L.; Méndez, F. (2020) Análisis espacio-temporal del SARS-coV-2 en Cali, Colombia. Revista de Salud Pública. Vol. 22(2), abril de 2020. p. 1-6.
- Decreto N° 297 (2020) Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/227042/20200320> Acceso en: 10 junio 2021.
- Humacata, L. (2020) 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, Año 8, N° 15, p. 263-278, 2º semestre 2020. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/cardi/article/view/31763/32727>
- IGN (2021) Instituto Geográfico Nacional. República Argentina. Disponible en: <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG> Acceso en: 15 mayo 2021.
- IPEC (2020) Instituto Provincial de Estadísticas y Censos. Provincia de Santa Fe. *Proyecciones de Población por Departamento*, Disponible en: <http://www.estadisticasantafe.gob.ar/contenido/proyecciones-de-poblacion-por-departamento/> Acceso en: 15 mayo 2021.
- Ley Provincial N° 2756 (1986) *Ley Orgánica de Municipalidades*. Santa Fe. Provincia de Santa Fe. Disponible en: <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/4681> Acceso en: 15 mayo 2021.
- Ley Provincial N° 13532 (2016) *Creación de áreas metropolitanas*. Legislatura de la Provincia de Santa Fe, Disponible en: <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/228816/1198134/file/Ley%20de%20Areas%20Metropolitanas.pdf>>. Acceso en: 15 mayo 2021.
- Lucero, P. (2020) Distribución y evolución espacial del COVID-19 en Provincia de Buenos Aires. *Boletín informativo del CEGLU*. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. <https://www.youtube.com/watch?v=A7iLT6XdNIE>
- Ministerio de Salud de Santa Fe (2020) *Situación de los casos descartados, confirmados y sospechosos en estudio de Coronavirus*. Disponible en: <https://www.santafe.gov.ar/ms/covid19/partes-e-informes-diarios/> Acceso en: 10 junio 2021.

- Ministerio de Salud (2021) República Argentina. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/coronavirus/informes-diarios/partidos-de-alto-riesgo> Acceso en: 10 junio 2021.
- OMS (2021a) Organización Mundial de la Salud, *COVID-19: cronología de la actuación de la OMS*. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19> Acceso en: 15 mayo 2021.
- OMS (2021b) Organización Mundial de la Salud, *Vacunas contra la COVID-19*. Disponible en: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/covid-19-vaccines> Acceso en: 10 junio 2021.
- Peretti, G. y Tarabella, L. (2007) Dinámica demográfica de la provincia de Santa Fe según edades y cohortes poblacionales durante el período 1960- 2001. IX Jornadas Argentinas de Estudios de Población. Asociación de Estudios de Población de la Argentina, Huerta Grande, Córdoba.
- Pickenhayn, J. –Comp.- (2009) *Salud y enfermedad en geografía*. Buenos Aires: Editorial Lugar.
- Ramírez, L. (2020) Evolución, distribución y difusión del COVID-19 en Argentina: primer mes (03/03/2020 - 02/04/2020). *Revista Posición*, n° 3, Dossier: Análisis geográfico del COVID-19, p. 1-12.
- Siabato, W., & Guzmán-Manrique, J. (2019) La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 28(1), 1-22. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.76919>
- Suberos, J. (2018) Caracterización de los eventos delictivos a través del Modelo de Autocorrelación Espacial Incremental y los Hot Spot. Sector de Los Flores de Catia. *Terra Nueva Etapa*, vol. XXXIV, núm. 55.
- Tisnés, A. (2012) Análisis de la mortalidad en la ciudad de Tandil utilizando Sistemas de Información Geográfica. *Revista Universitaria de Geografía*, vol. 21, p. 89-111.
- Woods, M. (2020) UK has wider regional Coronavirus spread than rest of Europe – academics. Nota de Prensa de la Universidad de Aberystwyth. Disponible en: <https://www.aber.ac.uk/en/news/archive/2020/06/title-232828-en.html> Acceso en: 15 mayo 2021.



Esta obra se encuentra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0. Internacional. Reconocimiento - Permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas siempre y cuando reconozca y cite al autor original. No Comercial – Esta obra no puede ser utilizada con fines comerciales, a menos que se obtenga el permiso.