

## Análisis territorial de la incidencia de Covid-19: modelización e índice de calidad de vida em Santa Fe, Argentina

Javier Gómez

**Javier Gómez**

Universidad Nacional del Litoral – CONICET – Santa Fe, Argentina.

E-mail: javiergomez100@yahoo.com.ar

ORCID: 0000-0002-9468-2772

**Resumen:** Este estudio investiga la distribución espacial de los casos de Covid-19 en la provincia de Santa Fe, Argentina, en el periodo entre marzo de 2020 y abril de 2021. Identifica patrones de agrupamiento de distritos en periodos de tiempo seleccionados y analiza la relación entre la incidencia de casos y un índice de calidad de vida (ICV). Los datos provienen del Ministerio de Salud de la Provincia de Santa Fe y del censo Nacional de Población de 2010 (INDEC) y de una proyección al año 2020 (IPEC). La autocorrelación espacial se evaluó mediante el Índice de Moran Global. Los resultados mediante el Índice de Moran Local mostraron una autocorrelación espacial positiva de la incidencia de casos de Covid-19 en los distritos santafesinos y notorios contrastes espacio-temporales: conglomerados con indicador alto en las regiones sur y centro, y conglomerados con baja incidencia en el norte.

**Palabras clave:** Covid-19; Moran's I; Clusters; Contrastes socio-espaciales.

Artigo recebido em 31 de maio de 2021 e aprovado para publicação em 10 de agosto de 2021.

DOI: 10.33871/nupem.2021.13.30.191-213

## **Territorial impact of Covid-19: spatial modeling and quality of life index in Santa Fe, Argentina**

**Abstract:** This study investigates the spatial distribution of COVID-19 cases in the province of Santa Fe (Argentina) in the period between March 2020 and April 2021. It identifies patterns of agglomeration in selected periods of time and analyzes the relationship between the incidence of cases and a quality of life index (ICV). The data come from the Ministry of Health of the Province of Santa Fe and the 2010 National Population Census (INDEC) and a population estimate to the year 2020 (IPEC). Spatial autocorrelation was assessed using the Global Moran's Index. The results using the Local Moran's Index showed a positive spatial autocorrelation of the incidence of Covid-19 cases and, in addition, notorious spatial and temporal contrasts: clusters with a high indicator in the Southern and Central regions, and clusters with a low incidence in the North.

**Keywords:** Covid-19; Moran's I; Clusters; Social and spatial contrasts.

## **Análise territorial da incidência de Covid-19: modelagem e índice de qualidade de vida em Santa Fé, Argentina**

**Resumo:** Este estudo investiga a distribuição espacial dos casos de Covid-19 na província de Santa Fé (Argentina) no período de março de 2020 a abril de 2021. Identifica padrões de aglomeração em períodos selecionados de tempo e analisa a relação entre a incidência de casos e um índice de qualidade de vida (ICV). Os dados são do Ministério da Saúde da Província de Santa Fé e do Censo Nacional de População 2010 (INDEC) e uma projeção para o ano de 2020 (IPEC). A autocorrelação espacial foi avaliada por meio do Índice de Moran Global. Os resultados usando o Índice de Moran Local mostraram uma autocorrelação espacial positiva da incidência de casos Covid-19 nos distritos de Santa Fé e também contrastes espaço-temporais notáveis: aglomerados com alto indicador nas regiões superior e central e aglomerados com baixa incidência no norte.

**Palavras-chave:** Covid-19; I de Moran; Clusters; Contrastes socioespaciais.

## Introducción

Una emergencia sanitaria irrumpió hacia fines del año 2019 en China vinculada a la detección de pacientes con neumonía de origen desconocido. El 9 de enero de 2020, el Centro Chino para el Control y la Prevención de Enfermedades identificó un nuevo coronavirus como el agente causante de ese brote, “evento que ha sido denominado internacionalmente como Covid-19” (Ministerio de Salud, 2020, p. 29). La Organización Mundial de la Salud, en el contexto de los elevados niveles de propagación de la enfermedad, por su gravedad y por la inacción detectada declaró la situación sanitaria como pandemia el 11 de marzo de 2020 a escala planetaria (OMS, 2020). Para la comunidad científica, simultáneamente, esta pandemia ha representado desde sus inicios un enorme desafío. Las respuestas desde los distintos campos del conocimiento no se han hecho esperar y se orientaron en gran medida a reconocer el comportamiento del virus SARS-CoV-2. Actualmente, aunque “el desarrollo de las distintas vacunas contra la Covid-19 ha avanzado más rápido que ninguna otra vacuna en la historia” (Soldevilla et al., 2021, p. 22), el evento sanitario continúa con un amplio y heterogéneo avance no observándose de modo claro un fin de su proceso dañino y expansivo. Desde la Geografía, como ciencia que indaga sobre procesos espaciales, desde un primer momento comenzaron a generarse propuestas que buscaron visualizar en tiempo real la espacio-temporalidad de la pandemia. De esta manera, despertaron interés y novedad el comportamiento espacial del virus, la circulación, la movilidad, el avance de la pandemia en tiempo real, a distintas escalas e instrumentado mediante mapeos o geoportales. La denominada Geografía de la Salud, articulada con el sustento de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) da lugar a un ensamble que brinda un marco amplio de posibilidades para el análisis espacial ante un evento de pandemia. Así, la difusión, de este tipo de tecnologías para el análisis de datos espaciales ofrece posibilidades innovadoras y facilita y promueve la incorporación de la dimensión espacial en el estudio de las condiciones de salud y de sus tendencias. De este modo, mediante los SIG es posible realizar tres actividades fundamentales: manejar información georreferenciada, visualizar y analizar datos espaciales y proceder a su modelización.

El primer caso de Covid-19 en Argentina se registró el 3 de marzo de 2020 (Ministerio de Salud, 2020) en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). El mencionado virus se ha propagado rápidamente a través del país y el 23 de marzo de 2020 se registró el primer caso de transmisión comunitaria. La provincia de Santa Fe es una de las más extensas de Argentina y, a su vez, cuenta con una población estimada de 3.536.418 habitantes en 2020 (IPEC, 2020), por lo que es la tercera jurisdicción más grande por número de habitantes. La provincia se caracteriza por la existencia de asimetrías demográficas, sociales y económicas (Báscolo et al., 2014; Gómez; Peretti, 2019), las cuales podrían tener repercusiones epidemiológicas, en cuanto al patrón de desarrollo espacial de un virus.

En este sentido, los progresos que se fueron obteniendo en distintos países latinoamericanos en torno al control de las enfermedades infecciosas tradicionales (Carbonetti; Celton, 2007) y una mejor comprensión del concepto de salud y de sus determinantes sociales, abrieron la posibilidad para incorporar nuevas dimensiones relacionadas al estado de salud: tales como condiciones de vida, acceso a servicios condiciones ambientales o movilidad poblacional, entre otros factores (Vélez Arango, 2007).

A partir de estas puntualizaciones, el objetivo que estructura este estudio consiste en analizar las condiciones espacio-temporales en que se ha desarrollado la pandemia del Covid-19 en los distritos de la provincia de Santa Fe desde marzo de 2020 hasta abril de 2021. De este modo, conocer si el comportamiento espacial de la pandemia no sigue un patrón aleatorio podría ser fundamental para modelizar la evolución interurbana del virus, identificar las áreas con concentración de casos, y reconocer factores que pudieran intervenir en la expansión del virus.

La hipótesis de trabajo se encuentra en el hecho de que la incidencia de casos de Covid-19 entre los 363 gobiernos locales de la provincia de Santa Fe es marcadamente heterogénea, pero que los municipios con similares niveles de incidencia se localizan, en general, rodeados por otros de igual tendencia, por lo cual estaría ocurriendo una relación espacial (relación de vecindad). A su vez, esta confirmación de áreas de alta o de baja incidencia podría relacionarse con ciertos determinantes socioeconómicos.

En ese sentido, los estudios que se focalicen en la escala local pueden ser de relevancia teniendo en cuenta que brindan la posibilidad de conocer de manera más detallada la diseminación interurbana de la pandemia y de la identificación del desarrollo de áreas focales de Covid-19. Los resultados podrían ser de utilidad para las autoridades y administración de los tres niveles de gobierno (nacional, provincial y distrital – local) con el objeto del diseño de políticas tendientes a mitigar el desarrollo de casos de Covid-19, optimizar la distribución de recursos sanitarios, económicos y humanos para el sistema de salud, y diagramar estrategias de monitoreo en casos de contingencia sanitaria.

El artículo se organiza en cinco secciones, además de esta introducción, donde se explicitan los objetivos, la justificación y la hipótesis de trabajo. En la segunda sección, se expone una revisión de la literatura que sirve de sustento a este trabajo sobre el tema en cuestión, y algunos trabajos previos. En la tercera sección se dedica a exponer el procedimiento metodológico. Seguidamente, se presentan los resultados hallados y en último lugar, la discusión y consideraciones finales.

### **Revisión de la literatura**

Desde las ciencias sociales, entre ellas la geografía, la cuestión relativa a la salud y enfermedad que presentan las diversas sociedades suscita interés, particularmente a partir de temas referidos a lo epidemiológico, debido a la proyección que posee esta cuestión sobre el espacio geográfico. Al respecto, Pickenhayn (2009) alude a la existencia de una geografía de la salud, sub-disciplina caracterizada por abordar el espacio geográfico como tema médico y la salud como un asunto relevante para la geografía. Un grupo de indagaciones suelen poner énfasis en la modelización de los procesos de diseminación de los eventos sanitarios, mientras que otros estudios tienden a focalizarse en la relación de los brotes epidémicos con variables vinculadas al ambiente o las desigualdades sociales.

Con respecto al primer aspecto, se ha señalado que la autocorrelación espacial es “especialmente indicada en fenómenos de propagación, es decir, que se adapten al modelo de difusión epidémica” (Celemín, 2009, p. 2) y de allí la importancia de este enfoque para la comprensión de los aspectos relacionados con la transmisibilidad para el control de enfermedades y de la mitigación de daños. Acerca

de la idea de propagación, resulta apropiado recuperar los aportes de Siabato y Guzmán-Manrique (2019), quienes remarcan la importancia del concepto de autocorrelación espacial en el desarrollo actual de la geografía cuantitativa. Los mencionados autores sostienen que “el término autocorrelación espacial fue acuñado por Andrew Cliff y Keith Ord en 1967, durante la conferencia anual de la *Regional Science Association*” (Siabato; Guzmán-Manrique, 2019, p. 1). Y en ese sentido, los mencionados autores expresan que dicho concepto ayuda a resolver la siguiente pregunta: “¿Cómo varía un fenómeno a través del espacio geográfico?” (Siabato; Guzmán-Manrique, 2019, p. 1).

En efecto, la autocorrelación es un concepto que se orienta a dimensionar el nivel de asociación que una variable adquiere dentro de un espacio geográfico determinado. El objeto de la autocorrelación espacial radica en medir la variabilidad de un fenómeno de interés en un conjunto de unidades de análisis de un espacio geográfico de interés con la finalidad de identificar patrones de asociación espacial. De esta forma, el concepto de autocorrelación espacial puede ser entendido como un instrumento para conocer, medir e interpretar cómo se distribuye el fenómeno de interés en el territorio objeto de análisis, tomando como base el grado de relación existente entre las unidades espaciales que integran ese territorio. De hecho, la idea de autocorrelación espacial deriva de la ley geográfica que establece que “todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las lejanas” (Tobler, 1970 apud Siabato; Guzmán-Manrique, 2019, p. 2). Si existe una relación relevante entre las unidades espaciales del fenómeno analizado en un marco geográfico (estructura espacial), se puede identificar un patrón espacial. La autocorrelación espacial apunta a dimensionar este grado de asociación entre las unidades que integran el territorio bajo estudio.

La autocorrelación espacial posibilita estudiar y dimensionar la variabilidad de un fenómeno a una determinada escala dentro de un marco geográfico de análisis. Las unidades espaciales sobre las que se mide ese fenómeno pueden tender a agruparse conformando conglomerados o clústeres, y en ese caso la autocorrelación es positiva. En cambio, si la autocorrelación es negativa implica que las unidades de análisis se disponen de forma dispersa. Una tercera opción es posible: que el patrón de distribución de las unidades espaciales sea aleatorio, en este caso no existe autocorrelación. Esta situación evidencia que la ocurrencia de un fenómeno en una unidad espacial, no se relaciona con lo que sucede en las unidades espaciales linderas.

Es por eso que, ante una situación de pandemia, lo que ocurre en una ciudad, puede tener consecuencias en la ciudad vecina. Esto genera motivaciones para realizar indagaciones y avanzar en la comprensión de aspectos relacionados con la dispersión o propagación de un virus a nivel interurbano lo cual es relevante para diseñar medidas de acción y de reducción de daños. Castro et al. (2021, p. 1) señalan que “*Recent studies analysed the dispersion of Covid-19 in some Brazilian municipalities and observed specific flows in each analysed location*” y luego hacen hincapié en que el hecho de la existencia de desigualdad interregional en Brasil plantea la necesidad de que el análisis de identificación de patrones espaciales deba realizarse a escala de todo el territorio nacional.

Es así como la situación actual de la pandemia del Covid-19 puso en evidencia la necesidad de indagar en torno a la conformación de patrones espaciales de concentración ya que, debido a la creciente

interconexión existente, facilitada por las nuevas tecnologías del transporte y las comunicaciones, se acelera la difusión de los brotes epidémicos, amplificándose su escala de incidencia. De este modo, los procesos se tornan vertiginosos y desafían en cortos períodos de tiempos a los sistemas sanitarios en distintos países – incluso aquellos que se consideraba se encontraban mejor preparados – hasta ponerlos en jaque.

Como señala Armus (2002, p. 48) “las epidemias ponen al descubierto el estado de la salud colectiva y la infraestructura sanitaria y de atención” de una sociedad. En este sentido, y atendiendo a las particularidades del SARS-CoV-2, podría sostenerse que aquellas poblaciones que experimentan condiciones de existencia marcadas por la carencia o el inadecuado aprovisionamiento de servicios básicos podrían encontrarse en una situación de mayor vulnerabilidad frente a la enfermedad. Es común que desde una perspectiva médica usualmente se relacione la ocurrencia de problemas de salud con la intervención de ciertos agentes. Sin embargo, la idea de determinantes sociales de la salud agrega otros factores contextuales que contribuyen a esta situación, primordialmente aquellos vinculados con aspectos socio-demográficos y de habitabilidad.

Es así como la perspectiva de los determinantes sociales de la salud brinda la posibilidad de contrastar esos factores contextuales (geográficos) por medio de dimensiones destacadas referidas a educación, condiciones de vida, aspectos edilicios o presencia de servicios y equipamiento. Así, hay amplio consenso acerca de que las desigualdades sanitarias se relacionan con las condiciones de vida en general (Pou, 2016; Commission on Social Determinant of Health, 2008). Los determinantes sociales de la salud según Castro son “las circunstancias en que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen, siendo el resultado de la distribución del dinero, el poder y los recursos en tres escalas (mundial, nacional y local)” (apud Buzai; Villerías Alarcón, 2018, p. 159). De este modo, por medio de los determinantes sociales de la salud ha sido posible la comprensión de un panorama de la salud a partir de la desigualdad de ingresos, o del reparto de bienes y servicios, factores que dan lugar a brechas sociales y territoriales.

En este contexto, la propuesta del índice de calidad de vida apunta a la medición de las condiciones materiales en que viven las personas. Se trata de un indicador que para su instrumentación contempla “dimensiones socioeconómicas y ambientales” (Velázquez, 2008, p. 19). La dimensión material o socioeconómica, particularmente, se focaliza en aspectos relacionados a las condiciones de las viviendas y de la población que vive en ellas, tales como nivel educativo, materialidad de la vivienda, inserción laboral, acceso a servicios o a plan de salud.

De acuerdo a lo señalado, varios trabajos tanto en Argentina como en el contexto Latinoamericano analizaron la pandemia del Covid-19 orientándose hacia la búsqueda de diferenciaciones en el territorio y la indagación en torno a aspectos que pueden ser un determinante de las mismas.

Ramírez (2020, p. 11) realizó un trabajo inicial en Argentina sobre el Covid-19 remarcando que un aspecto que “no hay que desatender es la desigualdad o inequidad que también se refleja en los procesos de salud-enfermedad”. Expuso que desde la Geografía de la Salud los conceptos de evolución,

distribución y difusión o propagación marcaban el camino y constituían un andamiaje importante para el desarrollo de estudios espaciales sobre el Covid-19.

Varios trabajos plantearon la relación entre la salud y las condiciones socioeconómicas, a escala local. Es el caso del estudio de análisis espacial sobre la salud en los municipios brasileños realizado por Marconato et al. (2020) quienes utilizan el I de Moran para identificar la existencia de autocorrelación global y local de un indicador de Salud entre los municipios de Brasil y luego mediante una técnica bivariada relacionan ese indicador con características socioeconómicas y de infraestructura de los municipios. Los autores concluyen que *“the results showed positive spatial autocorrelation health indicator in Brazilian cities, local analysis showed that clusters with high indicator are located in the South, Southeast and Midwest; agglomerations with low rates are in the North and Northeast”* (Marconato et al., 2020, p. 1). Este trabajo establece correlaciones con indicadores socioeconómicos y, del mismo modo, Ximenes et al. (2021), señalan que, en el nordeste de Brasil, la ocurrencia de casos tuvo un proceso de difusión socioeconómico, dado que, en general, se inició en las áreas más abastecidas y posteriormente continuó en las zonas más pobres.

En ese sentido, los resultados de un estudio desarrollado por Antonio-Villa et al. (2021) en Ciudad de México han señalado que las comunidades densamente pobladas viviendo en la marginalidad incrementaron el riesgo de transmisión comunitaria, entre ellas del virus SARS-CoV-2. Un estudio sobre Río de Janeiro (Brasil) realizado por Cavalcante y Lopes de Abreu (2020) tiene por objeto analizar la distribución espacial de los primeros casos confirmados de Covid-19 y de fallecimientos en dicha ciudad. Se utilizó la incidencia de casos cada 100.000 habitantes como variables y los índices de Moran global y local para evaluar la existencia de autocorrelación espacial. Los autores sostienen que *“In outbreak and epidemic situations spatial analysis is an important tool for identifying areas of greater risk, serving to support control measure implementation”* (Cavalcante; Lopes de Abreu, 2020, p. 2).

En suma, este 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, en suma, poder ayudar a las Autoridades a la toma de decisiones. Se aprecia además que para el desarrollo de estas propuestas cobran significatividad las herramientas tecnológicas de los SIG, las cuales son cada vez más eficientes para proceder a partir de los datos de ocurrencia, la identificación de áreas de mayor afectación y, en consecuencia, brindan apoyo para la implementación de medidas de actuación.

## Metodología

Se realiza un estudio que toma en cuenta como unidades de análisis a los 363 gobiernos locales o distritos (Santa Fe, 1986) de la provincia de Santa Fe (Argentina). Todos los casos confirmados de Covid-19 y muertes acaecidas entre el 14 de marzo (fecha del primer caso confirmado) y el 30 de abril de 2021, corresponden a registros por lugar de residencia y emanan de los reportes diarios de situación de Coronavirus en la Provincia de Santa Fe que publica el Ministerio de Salud provincial en el sitio web oficial (Santa Fe, 2020a). Los datos diarios fueron tabulados y se obtuvieron los totales del periodo y de cada

uno de los meses completos involucrados. Por otra parte, los datos poblacionales de los 363 distritos se obtuvieron a partir de la estimación realizada por el Instituto de Estadísticas y Censos de Santa Fe para el año 2020. Con esa información se definieron las siguientes variables:

- a) Cantidad de casos confirmados de Covid-19 por semana epidemiológica;
- b) Cantidad de fallecimientos por Covid-19 por semana epidemiológica;
- c) Incidencia de casos confirmados de Covid-19 cada 10.000 habitantes, por mes.

Para la construcción del Índice de Calidad de Vida se tomó como fuente de información al Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (INDEC, 2010) y de allí se seleccionaron los siguientes datos para los 363 distritos de Santa Fe, correspondientes primordialmente a la dimensión material-socioeconómica del índice de calidad de vida: a) Índice de dependencia potencial; b) Población Económicamente Activa Desocupada; c) Población de 10 a 15 años que no asiste o nunca asistió a establecimiento escolar; d) Población de 16 a 20 años que no estudia ni trabaja; e) Población de 20 o más con educación universitaria completa; f) viviendas de materiales poco resistentes y de baja calidad, g) viviendas con calidad constructiva insuficiente; h) Hogares con agua de red pública; i) Hogares con cloacas; j) Hogares con gas red; k) Hogares con hacinamiento; l) Hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas<sup>1</sup>.

Esos datos originales fueron transformados en valores porcentuales, para posteriormente estandarizarlos mediante el método de puntajes omega, mediante las fórmulas (a) y (b) (Velázquez, 2001, p. 81):

$$(a) \quad I = \frac{(v \max - a)}{(v \max - \min)} \qquad (b) \quad I = 1 - \frac{(v \max - a)}{(v \max - v \min)}$$

<sup>1</sup> El INDEC (2010) define al Índice de Dependencia potencial como la Proporción de población potencialmente no económicamente activa con respecto al total de la población potencialmente activa (expresa el número de personas inactivas que sostiene cada individuo en edad activa).

\* PEA desocupada: Se refiere estrictamente a personas que, no teniendo ocupación están buscando activamente trabajo.

\* Viviendas de materiales poco resistentes y de baja calidad: refiere a la calidad de los materiales con que están construidas las viviendas (material predominante de los pisos y techos). Esta variable engloba dos niveles de calidad: III (vivienda con materiales poco resistentes y sólidos) y IV (materiales de baja calidad).

\* Viviendas con calidad constructiva insuficiente: este indicador se construye a partir de la calidad de los materiales con los que está construida la vivienda y las instalaciones internas a servicios básicos (Calidad constructiva de la vivienda – INCALCONS). Calidad insuficiente engloba a las viviendas que no disponen de materiales resistentes, sólidos y con la aislación adecuada. Tampoco disponen de cañerías dentro de la vivienda y de inodoro con descarga de agua.

\* Hogares con hacinamiento: representa el cociente entre la cantidad total de personas del hogar y la cantidad total de habitaciones o piezas de que dispone el mismo (sin contar baño/s y cocina/s). Aquí se toman 2 o más personas por cuarto (Velázquez, 2008).

\* Hogares con NBI: Se consideran hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas aquellos en los cuales está presente al menos uno de los siguientes indicadores de privación: Hogares que habitan viviendas con más de 3 personas por cuarto (hacinamiento crítico) Hogares que habitan en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria u otro tipo) Hogares que habitan en viviendas que no tienen retrete o tienen retrete sin descarga de agua Hogares que tienen algún niño en edad escolar que no asiste a la escuela Hogares que tienen 4 ó más personas por miembro ocupado y en los cuales el jefe tiene bajo nivel de educación (sólo asistió dos años o menos al nivel primario).

La fórmula (a) aplica para aquellas variables cuyo incremento implica peor situación relativa – a) Índice de dependencia potencial, b) Población Económicamente Activa Desocupada, c) Población de 10 a 15 años que no asiste o nunca asistió a establecimiento escolar, d) Población de 16 a 20 años que no estudia ni trabaja, f) viviendas de materiales poco resistentes y de baja calidad, g) viviendas con calidad constructiva insuficiente, k) Hogares con hacinamiento, y l) Hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas –; mientras que la fórmula (b) se utiliza en aquellas variables cuyo incremento supone una mejor situación relativa de las condiciones: e) Población de 20 o más con educación universitaria completa, h) Hogares con agua de red pública, i) Hogares con cloacas y j) Hogares con gas red.

El archivo shapefile de polígonos correspondiente a los distritos se descargó del programa Datos Abiertos Santa Fe (Santa Fe, 2020b), organismo oficial que ofrece y pone disponible información pública y se utiliza el software QGIS – sistema de información geográfica – versión 3.16.1 para la manipulación y análisis de datos.

### **Análisis de autocorrelación espacial**

Las incidencias de casos confirmados de Covid-19 cada 10.000 habitantes correspondientes a los 363 distritos se utilizaron como insumo para calcular el Índice Global de Moran (I de Moran), que analiza la autocorrelación espacial global, el Índice Local de Asociación Espacial (LISA), para identificar clusters locales en la provincia y su significatividad estadística, y finalmente el Índice Local de Moran bivariado para conocer cómo varía la incidencia de casos de Covid-19 a partir del comportamiento del índice de calidad de vida. En todos los casos se utiliza el *software* “GeoDa” – versión 1.14.0 – para los análisis espaciales.

En los análisis de autocorrelación espacial la definición de las relaciones de vecindad de una unidad espacial se basa en diferentes criterios: existencia de contigüidad espacial, relaciones de distancia e incluso en tiempo. En este caso utilizamos un criterio de contigüidad espacial orden 1, de tipo reina, es decir considerando exclusivamente todos los vecinos que rodean a la unidad espacial. Los criterios de vecindad se establecen a través de una “matriz de pesos” (Celemín, 2009, p. 5) o de contigüidad.

La autocorrelación espacial puede medirse a través de índices. Los índices de autocorrelación espacial evalúan el grado en el que una variable con representación geográfica está correlacionada con ella misma en unidades espaciales diferentes dentro del marco territorial de análisis. Siabato y Guzmán-Manrique (2019, p. 5) señalan, retomando a Goodchild (1986) que el Índice de Moran es “un índice estadístico descriptivo que permite medir las formas y las maneras como se distribuyen los fenómenos analizados en el espacio geográfico”. Este estadístico fue postulado por Moran en 1948 y es uno de los índices más utilizados y probados.

La autocorrelación espacial puede evaluarse tanto a nivel global como local. La medición global brinda un resumen de la autocorrelación espacial, mientras que a nivel local se evalúa la autocorrelación espacial localizada, es decir se tienen en cuenta zonas dentro del territorio que se esté analizando. El índice I de Moran (Celemín, 2009; Buzai, 2009; Siabato; Guzmán-Manrique, 2019) es una medida de autocorrelación espacial global y el rango del resultado comprende entre -1 y 1. Si  $I > 0$ , hay una

correlación espacial positiva, Si  $I < 0$  existe una correlación espacial negativa (Anselin, 1995). Por lo general el  $I$  de Moran próximo a 1 indica la existencia de agrupamiento, mientras que por el contrario los valores cercanos a -1 indican la presencia de un fenómeno disperso. Tal como señala Buzai (2009, p. 124), “todo procedimiento de medición de la autocorrelación espacial estaría intentando verificar que la distribución espacial obtenida a partir de los valores de una variable no sea producida de manera aleatoria”. La hipótesis nula establece que no hay agrupamiento espacial de los valores asociados con las unidades geográficas en el área de estudio. La hipótesis nula puede rechazarse cuando el valor de  $p$  es pequeño (menor a 0,05) y la puntuación  $z$  es mayor y se aleja del valor crítico de 1,96.

El  $I$  de Moran Global se utiliza para evaluar en primera instancia la existencia de autocorrelación espacial en la variable incidencia de casos de Covid-19 cada 10.000 habitantes.

Sin embargo, los patrones de correlación espacial pueden diferir localmente dentro del área de estudio, por lo tanto, se torna necesario apelar a las medidas de autocorrelación espacial local para captar las correlaciones espaciales específicas. Por esa razón, es que se propone emplear LISA (Indicadores Locales de Asociación Espacial), específicamente el  $I$  Moran Local (Anselin, 1995) como medida para describir la heterogeneidad de la asociación espacial de la variable incidencia de casos de Covid-19 cada 10.000 habitantes entre los 363 distritos de la provincia de Santa Fe.

En un tercer momento, el estudio evalúa la autocorrelación espacial entre la incidencia de casos de Covid-19 cada 10.000 habitantes y el índice de calidad de vida. En este caso, El  $I$  de Moran Local bivariado se utiliza para medir la relación espacial de ambas variables en el conjunto de los distritos de la provincia de Santa Fe.

### **Santa Fe: caracterización del territorio provincial**

El área de estudio es la provincia de Santa Fe (República Argentina), que cuenta con una superficie de 132.694 km<sup>2</sup> y es una de las más extensas del país. Tiene una población estimada de 3.536.418 habitantes (IPEC, 2020), por lo que es la tercera jurisdicción subnacional más populosa de Argentina. Santa Fe está integrada por 19 departamentos y 363 distritos (gobiernos locales). Estos, de acuerdo a su magnitud poblacional, pueden ser municipios cuando reúnen al menos 10.000 habitantes, de lo contrario, se constituyen como comunas. Según Peretti y Tarabella (2007), la provincia, desde un punto de vista geográfico, puede subdividirse en tres áreas: norte, centro y sur. Esta subdivisión territorial alcanza asimismo los aspectos económicos y sociales (Bellini; Arrillaga, 2014). La mayor urbanización, y desarrollo de los sectores secundario, terciario y cuaternario, junto a la concentración de centros de innovación se da en el sur (S) y el centro (C) del territorio. En tanto, el norte santafesino (N) es una región menos urbanizada y dinamizada (Gómez; Peretti, 2019).

A su vez, la presencia y gravitación de importantes centros urbanos, otorga una mayor complejidad a la organización territorial. Es así como en el sur y el centro provincial se localizan los aglomerados urbanos de Rosario, con alrededor de 1.300.000 habitantes y Santa Fe, con 600.000 habitantes, respectivamente. Otros centros urbanos importantes son las ciudades de Venado Tuerto (S), Rafaela (C) y Reconquista (N), con poblaciones comprendidas entre los 60.000 y 100.000 habitantes. Los

aglomerados mencionados configuran cinco espacios regionales, dado que son articuladores de actividades, servicios, productos, infraestructuras e información, como así también promotores del desarrollo del territorio próximo. Fuera de las zonas más urbanizadas, el territorio se caracteriza por la presencia de medianos y pequeños centros y vastas zonas con escasa densidad poblacional, por lo cual la mayor parte del territorio se constituye como un espacio eminentemente rural.

Santa Fe se caracteriza por contrastes en los niveles de desarrollo entre las regiones mencionadas y, además, entre los grandes centros urbanos y las zonas rurales – que cuentan con escasa accesibilidad a servicios –. En este contexto, surge el interés de indagar el desarrollo de la Pandemia del Covid-19 en una provincia con marcadas disparidades.

Entre el 14 de marzo de 2020 y el 30 de abril de 2021, se registraron oficialmente 274.319 casos confirmados y 4.528 fallecimientos de Covid-19 en la provincia de Santa Fe. En la figura 1 se presenta el número de casos nuevos y de muertes por semana epidemiológica (Ministerio de Salud, 2020). Con respecto a los confirmados, se aprecian con claridad tres episodios de importante incremento de casos. El aumento de los contagios comenzó hacia la semana epidemiológica 31 (mes de julio de 2020) que derivó en un pico en la semana 43 (mes de octubre de 2020). A posteriori del descenso de esa denominada “primera ola”, el segundo incremento se registró en el mes de diciembre de 2020, en la semana 52. Este “rebrote” de casos tuvo su momento de inflexión en la semana 2 (mes de enero de 2021). Finalmente, el tercer episodio incremental, conocido como “segunda ola” se observa claramente comenzando hacia la semana 12 (mes de marzo de 2021) y la cantidad de casos semanal tiende actualmente a asemejarse a la acontecida durante la primera ola.

**Figura 1: Casos nuevos confirmados y fallecidos por Covid-19 en la provincia de Santa Fe, entre el 14 marzo de 2020 y el 30 de abril de 2021.**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Salud de Santa Fe.

Por otra parte, el número de fallecimientos en Santa Fe atribuido a Covid-19 según lugar de residencia del individuo, muestra a través del periodo bajo análisis un comportamiento más irregular que el de casos confirmados, no obstante, se identifican también tres episodios de mayor incremento de casos. El primero ocurrió hacia la semana 45 (mes de noviembre de 2020), es decir a posteriori del pico de casos confirmados – “primera ola” – que se había alcanzado en el mes de octubre. El segundo incremento notorio de muertes por Covid-19 comenzó en el mes de enero de 2021, durante la semana 2

y alcanzó el máximo durante la semana 5 (mes de febrero de 2021), alrededor de 3 semanas después de haberse producido el “rebrote” de casos confirmados de diciembre-enero. Más recientemente, el tercer momento de incremento de fallecimientos se observa hacia la semana 16 (mes de abril) como una respuesta a la “segunda ola” de casos confirmados. La tasa de mortalidad por Covid-19 en Santa Fe desde el inicio de la pandemia hasta la S.E. 17 (30 de abril de 2021) es de 13,67 muertes cada 10.000 habitantes.

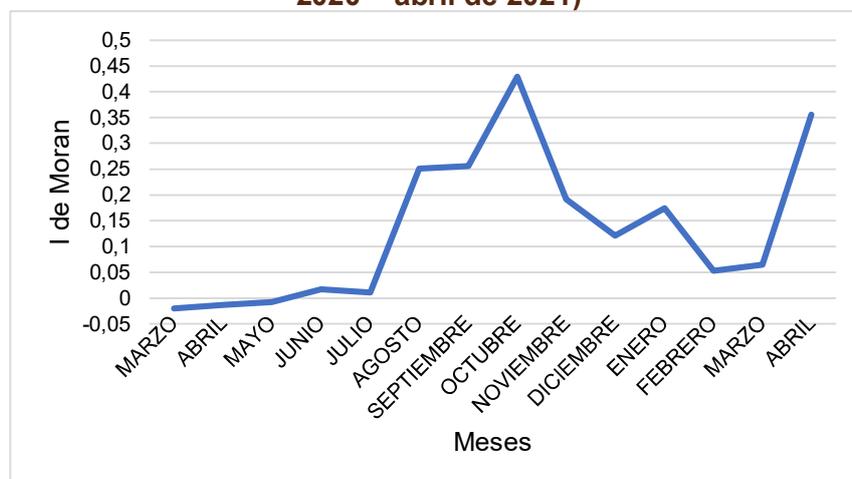
En procura de explorar los rasgos espaciales de la pandemia, a continuación, se procede a examinar la autocorrelación espacial de la incidencia de casos confirmados a escala de los 363 distritos de la provincia de Santa Fe, mediante el Índice Moran Global empleando la herramienta “GeoDa”.

### Análisis de Moran Global durante la pandemia en Santa Fe

El índice I de Moran de la incidencia de casos confirmados del 14 de marzo de 2020 al 30 de abril de 2021 en los distritos santafesinos arrojó un valor de 0,281 utilizando una matriz de contigüidad de tipo reina. El resultado mostró que el p-valor es de 0,001 y por ser menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la existencia de autocorrelación espacial (Celemín, 2009). En este sentido, es posible consignar que los distritos que exhiben elevada incidencia de contagios por Covid-19 tienden a estar rodeados por unidades espaciales con la misma situación, es decir por encima de la media. En tanto, que aquellos distritos en los que las incidencias son bajas, sus localidades linderas presentan una situación semejante.

Teniendo en cuenta que durante el periodo analizado la curva de incidencia de confirmados ha manifestado un comportamiento heterogéneo, se calculó el I de Moran Global para cada uno de los meses involucrados en el lapso temporal bajo estudio, y los resultados hallados (Figura 2) señalan que la autocorrelación espacial varía mensualmente con cierta correspondencia con la curva de casos confirmados (Figura 1).

**Figura 2: Provincia de Santa Fe: valores de I de Moran Global, según meses (Período marzo de 2020 – abril de 2021)**

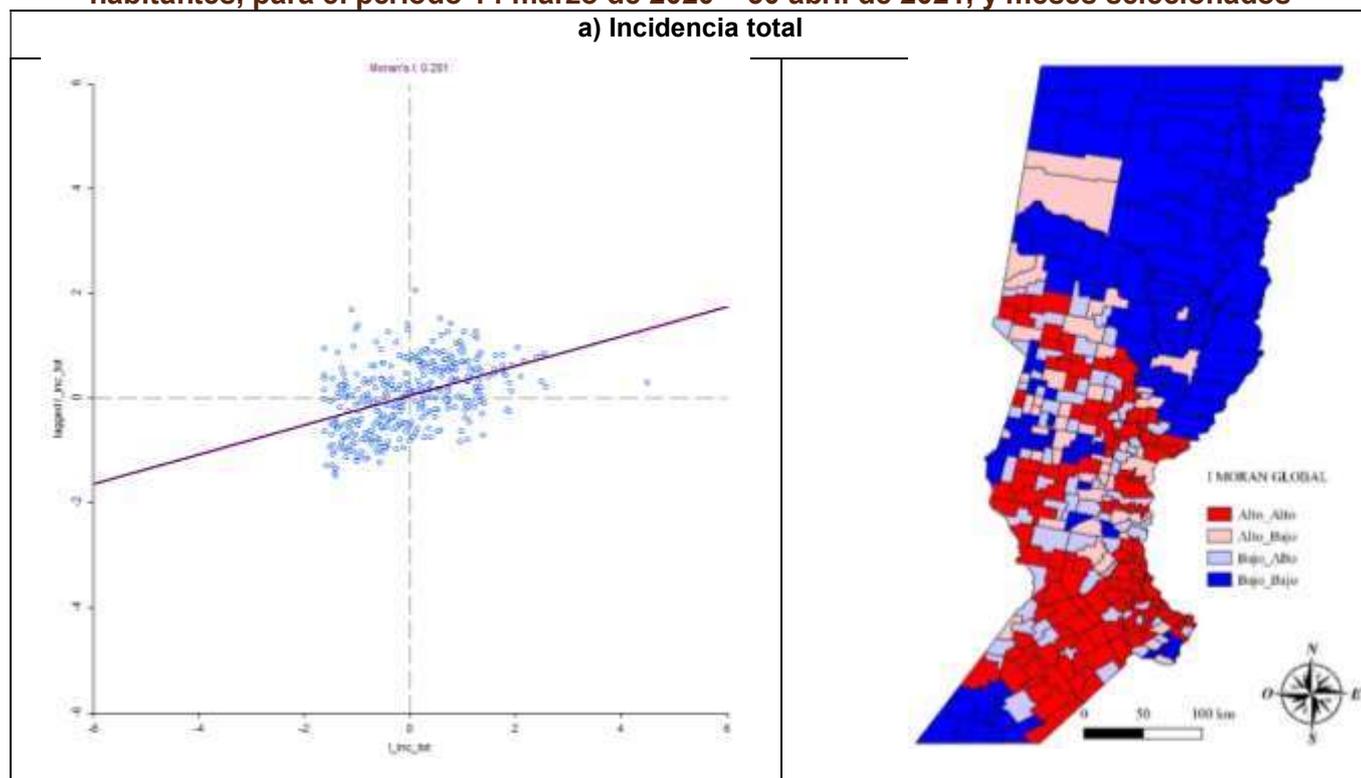


**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Salud de Santa Fe e Instituto Provincial de Estadísticas y Censos.

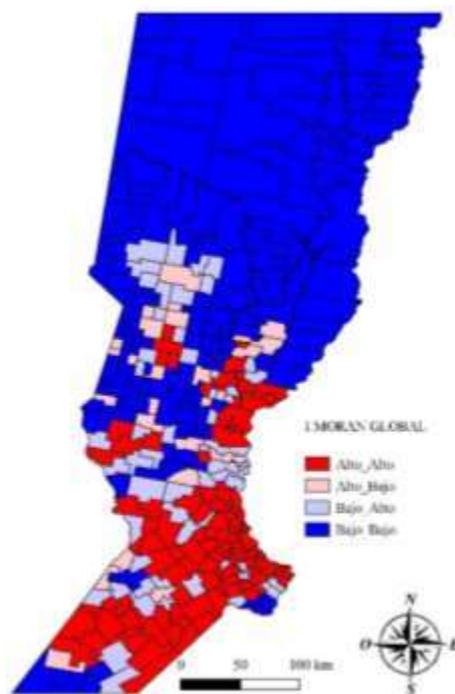
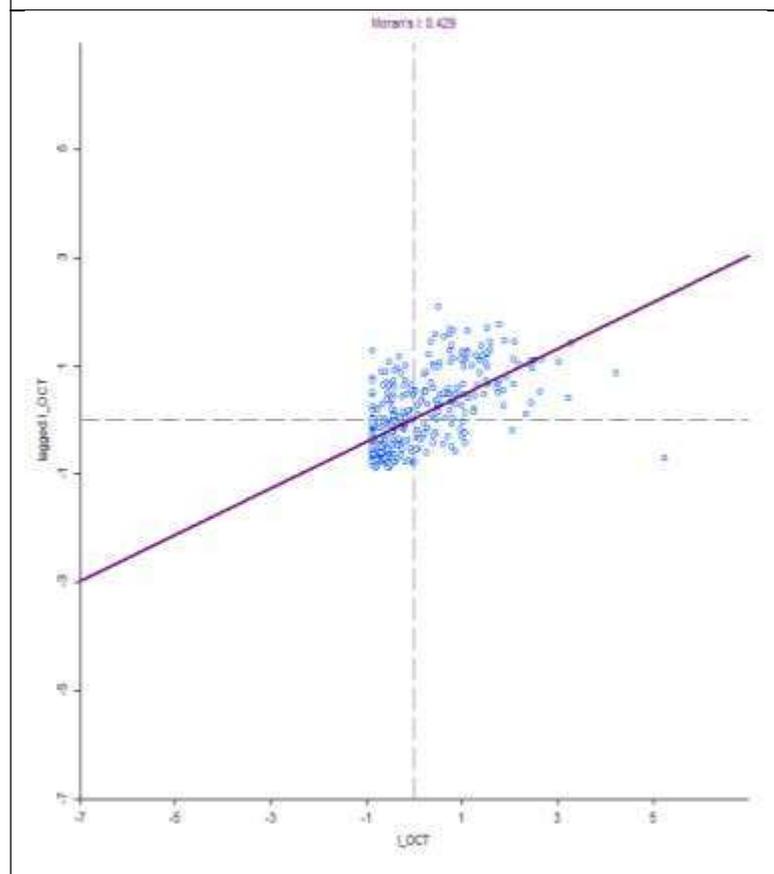
En ese sentido, puede afirmarse que, así como en los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio la incidencia de casos fue baja, los Índices de Moran también lo fueron. En tanto, a partir del mes de agosto se observa un incremento en los índices de Moran hasta el mes de octubre donde se alcanza el mayor valor (0,429) – en coincidencia con el pico de contagios de Covid-19 –, descendiendo desde noviembre hasta el mes de abril de 2021, cuando se registra un nuevo repunte (0,330), acompañando la tendencia incremental de los contagios. Cabe señalar que de acuerdo con los resultados encontrados la correlación espacial se acrecienta en la medida que lo hace la incidencia de contagios. Los resultados del I de Moran muestran que la expansión territorial de la pandemia no es aleatoria, sino que tiende a seguir un patrón de contigüidad espacial concentrado. Podría señalarse que esa relación espacial tiende a incrementarse cuando se extiende la pandemia.

Luego de calcular los I de Moran Global, fueron seleccionados 4, el correspondiente al periodo completo bajo análisis y luego los de los 3 meses con mayor autocorrelación espacial: octubre de 2020, enero y abril de 2021. En los diagramas de dispersión obtenidos (Figura 3) se observa al conjunto de las unidades espaciales distribuidas en cuatro cuadrantes: alto-alto, bajo-bajo, bajo-alto y alto-bajo. El grupo alto-alto corresponde a distritos que tienen altas incidencias rodeados con otros con un promedio también elevado. El grupo bajo-bajo representa a aquellos gobiernos locales cuyos índices son bajos y cuyos vecinos también tienen un promedio bajo. El cuadrante bajo-alto contiene a las unidades espaciales con baja incidencia, pero cuyas unidades vecinas acusan un promedio alto. Finalmente, el agrupamiento alto-bajo, reúne a aquellos distritos con una incidencia elevada pero cuyas unidades vecinas tienen un promedio bajo.

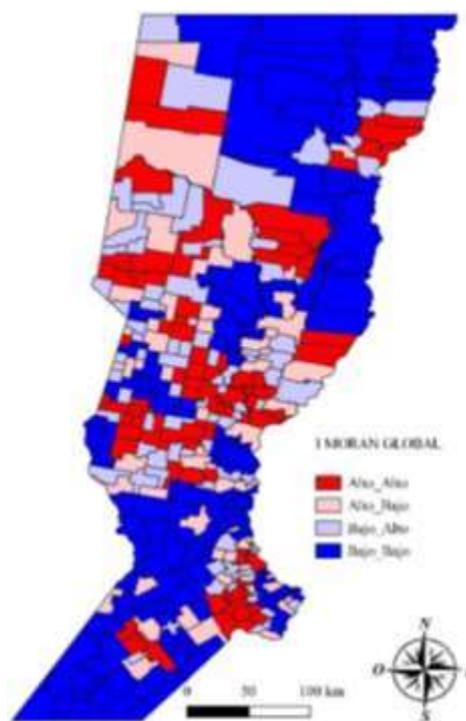
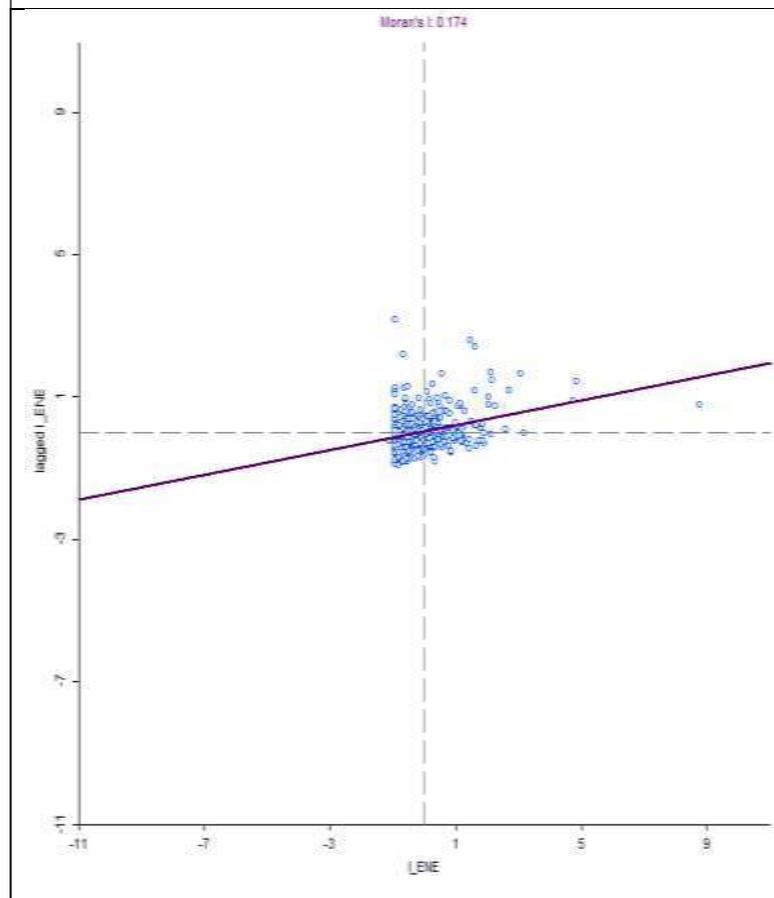
**Figura 3: Diagramas y mapas de Moran Global de la incidencia de casos de Covid-19 cada 10.000 habitantes, para el período 14 marzo de 2020 – 30 abril de 2021, y meses seleccionados**

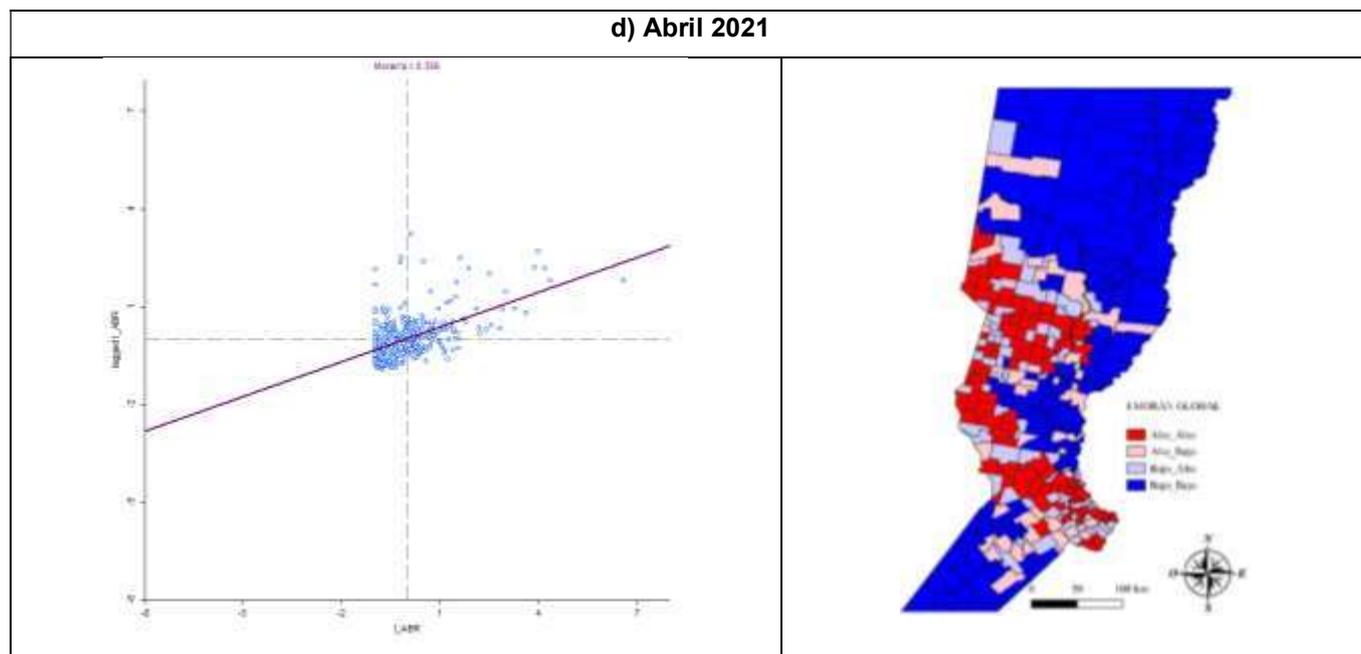


b) Octubre 2020



c) Enero 2021





**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Salud de Santa Fe e Instituto Provincial de Estadísticas y Censos.

El I de Moran Global de la incidencia de contagios del periodo comprendido entre marzo de 2020 y abril de 2021 fue de 0,281. Del diagrama correspondiente surge que, de los 363 distritos, 130 corresponden al primer cuadrante – el 35,8 % –, 71 son del segundo – el 19,6 % –, 117 al tercero – 32,2 % – y 45 al cuarto cuadrante – 12,4 % –. Observando el mapa 5-A, se aprecia en color rojo que las zonas de mayor afectación –clasificadas como alto-alto son mayoritariamente localidades que corresponden a departamentos sureños: Rosario, San Lorenzo, Iriondo, Caseros, Constitución y General López. Sin embargo, en menor medida, también de departamentos ubicados en la zona central – La Capital, San Jerónimo, San Martín, Las Colonias, Castellanos – y uno del norte – San Cristóbal.

El I Moran global del mes de octubre de 2020 – correspondiente al pico de la primera ola de casos – tuvo un valor de 0,429 y el diagrama indica que 108 distritos corresponden al primer cuadrante – el 29,8 % –, 55 son del segundo – el 15,2 % –, 174 al tercero – 47,9 % – y 26 al cuarto cuadrante – 7,1 %. El mapa 5-B permite observar en color rojo que las zonas de mayor afectación –clasificadas como alto-alto son mayoritariamente localidades que corresponden a departamentos sureños: Rosario, San Lorenzo, Iriondo, Belgrano, Caseros, Constitución y General López. Luego, otras localidades pertenecen a departamentos ubicados en la zona central: La Capital, San Jerónimo, San Martín, Las Colonias y Castellanos.

En el mes de enero de 2021, el I de Moran fue de 0,174 y el diagrama resultante ubica en el primer cuadrante a 83 distritos – el 22,9 % –, 81 en el segundo – 22,3 % –, 55 en el tercero – 15,2 % – y 144 en el cuarto cuadrante – 39,6 %. Al observar el mapa 5-C, es posible reconocer en color rojo que las zonas de mayor afectación – es decir aquellas clasificadas como alto-alto – se ubican en su mayoría en departamentos del centro y del norte de la provincia: La Capital, San Jerónimo, San Martín, Las Colonias, Castellanos, Garay, San Justo, San Cristóbal, Nueve de Julio, Vera y General Obligado. Un reducido

número de localidades pertenece a departamentos sureños: Rosario, San Lorenzo, Constitución y General López.

En abril de 2021 – segunda ola –, el I de Moran Global obtenido fue de 0,330 y el diagrama de dispersión indica que, de los 363 distritos, 95 corresponden al primer cuadrante – 26,2 % –, 75 son del segundo – 20,6 % –, 42 al tercero – 11,6 % – y 151 al cuarto cuadrante – 41,6 %. Observando el mapa 5-D, se aprecia en color rojo que las zonas de mayor afectación – aquellas del cuadrante alto-alto – son mayoritariamente localidades que se ubican en el sureste y el centro-oeste santafesino. En el sur, destacan distritos de los departamentos Rosario, San Lorenzo, Iriondo, Caseros, Constitución y Belgrano. Otro importante grupo de localidades pertenece a departamentos ubicados en la zona centro-oeste – San Martín, Castellanos y Las Colonias – y finalmente, uno del noroeste: San Cristóbal.

Se aprecia a través del lapso temporal considerado el desarrollo de la pandemia a partir de notorios contrastes: zonas de mayor y de menor afectación localizadas en ámbitos regionales diferentes dentro de la provincia. Ello conduce a hipotetizar en la presencia de posibles clusters estadísticamente significativos. A fin de verificar estas observaciones, se aplica un análisis I Moran Local LISA (Local Indicators of Spatial Analysis).

### **Clusters del Covid-19 en Santa Fe**

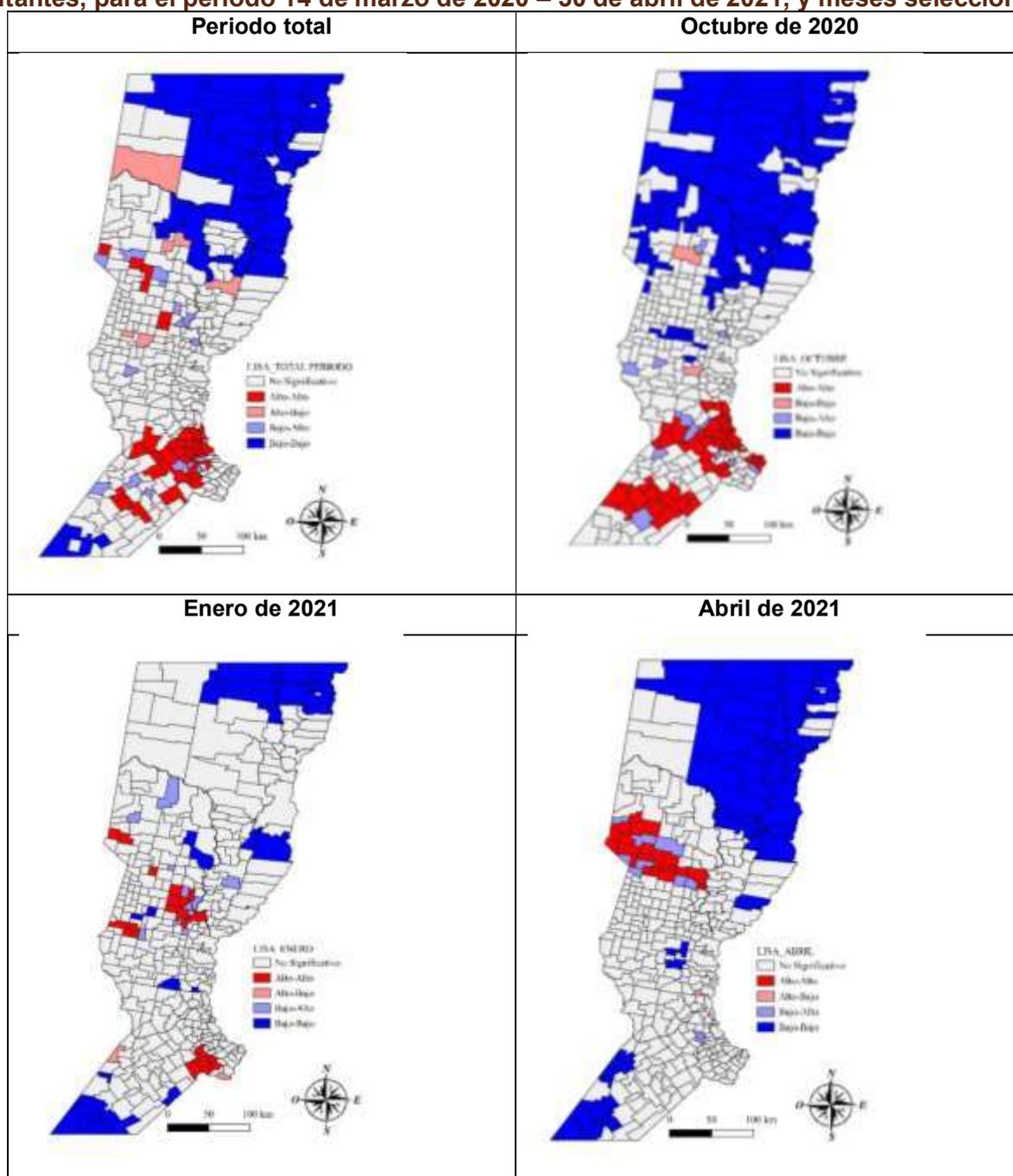
Al aplicar el análisis LISA se encontraron grupos estadísticamente significativos a nivel del 0,05 (Celemín, 2009). Los mapas de la figura 4 muestran los resultados correspondientes a los mismos periodos de tiempo considerados para el análisis global (I Moran Global) y permiten verificar el patrón de concentración de los casos dentro del territorio santafesino.

El mapa 6-A correspondiente a todo el periodo analizado muestra la formación de 2 amplios clusters correspondientes al grupo alto-alto en departamentos sureños. El más extenso agrupa 30 localidades de los departamentos Rosario, San Lorenzo, Iriondo, Caseros y Constitución. El más pequeño, se ubica dentro del departamento General López. Si bien se observan otros clusters de este grupo en departamentos ubicados hacia la porción central y norteña del territorio, los mismos son pequeños y agrupan solo a 6 localidades.

Si bien un pequeño cluster del grupo bajo-bajo se localiza en el extremo suroeste del territorio, es en el norte de Santa Fe donde adquiere notoriedad este tipo de agrupamiento bajo-bajo. Dicho cluster se integra por 46 localidades de los departamentos General Obligado, Vera, Nueve de Julio, San Cristóbal, San Justo y San Javier. En este sentido, Gómez, Carñel y Tarabella (2018, p. 72) exponen que “surge como tendencia general que la cobertura de servicios tiende a ser más deficitaria en los municipios de menor magnitud poblacional, lo cual se ve exacerbado si estos se localizan en regiones norteñas de la provincia”. En efecto, los departamentos de la región norte reúnen una menor densidad poblacional, menor urbanización, y a su vez una menor dotación de infraestructura, bienes y servicios en comparación con el resto del territorio provincial. Lo mismo sucede con el acceso a internet y a las redes de comunicaciones.

Durante el mes de octubre de 2020 (pico de la primera ola de casos) se aprecia en el mapa 6-B que adquirió desarrollo el sur de la provincia como área focal de casos a partir de la identificación de dos amplios clusters conformados por 51 localidades clasificadas en el cuadrante alto-alto. Esta concentración se localiza en 7 departamentos sureños: Rosario, San Lorenzo, Iriondo, Caseros, Constitución, General López y Belgrano. En tanto que, Capivara y Gálvez fueron las únicas 2 clasificadas en ese cuadrante, pero pertenecientes al centro-norte provincial. Esta región se caracterizó en octubre por albergar a 72 localidades del cluster bajo-bajo.

**Figura 4: Diagramas y mapas de Moran Local de la incidencia de casos de Covid-19 cada 10.000 habitantes, para el período 14 de marzo de 2020 – 30 de abril de 2021, y meses seleccionados**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Salud de Santa Fe e Instituto Provincial de Estadísticas y Censos.

En el mes de enero de 2021, el I Moran Local señala 22 localidades en el cuadrante alto-alto que conforman cuatro clusters. Tres de ellos involucran 15 de departamentos del centro de la provincia: Las Colonias y Castellanos. El cluster restante se integra por 7 localidades de departamentos sureños: Rosario y Constitución. En este mes que, si bien experimentó un “rebrote” de casos, fue significativamente menor que el pico de octubre de 2020, se detecta que el patrón espacial “alto-alto” de la pandemia continuó en el sur, el área tradicional de desarrollo de la pandemia, pero al mismo tiempo cobró entidad un nuevo cluster en el centro de la provincia, en localidades más ruralizadas. En tanto el grupo bajo-bajo clasificó a 30 localidades. Lo más llamativo es que se fragmentó el cluster norteño en tres bloques. El patrón espacial norte-sur si bien sufrió alteraciones no perdió su carácter estructurante.

En el mes de abril de 2021, fueron 20 las localidades en la categoría alto-alto, todas pertenecientes a departamentos del centro y el noroeste santafesino: Las Colonias, Castellanos y San Cristóbal. De este modo la mayor agrupación de localidades con altas incidencias de casos de Covid-19 integran un único cluster en un sector de la provincia caracterizado por la existencia de pequeñas localidades, que no superan los 10.000 habitantes (IPEC, 2020), con un relacionamiento a partir de las actividades eminentemente rurales que se desarrollan en los mencionados departamentos. En lo que respecta al grupo bajo-bajo, son 59 las localidades fundamentalmente del norte santafesino que quedan incluidas, dentro de los departamentos General Obligado, Vera y San Javier. También se aprecia el cluster de esta categoría en el suroeste del territorio (departamento General López). En este mes en el cual se dio inicio a la denominada segunda ola, y hubo un incremento de la incidencia de casos cada 10.000 habitantes, vuelve a reforzarse, aunque con mixturas, el patrón espacial norte-sur.

A partir de la aplicación del I de Moran Local a la variable incidencia de casos de Covid-19 se determinaron clusters estadísticamente significativos. Así, se identificaron al menos tres modelos espacio temporales del desarrollo de la pandemia del Covid-19 en Santa Fe durante el lapso marzo 2020 – abril 2021, que expresan una estructura de clústers en un primer momento focalizado en el sur de la provincia para luego sumarse áreas de la zona central, y más recientemente otras del centro-oeste. Queda expuesto que el modelo de desarrollo de la pandemia se produce a partir de notorios contrastes interurbanos: coexistencia de zonas de mayor y de menor afectación localizadas en regiones del centro-sur las primeras y del norte, las segundas. Aún con mucho por dilucidar al respecto, emerge la cuestión de la posible actuación de determinantes sociales como trasfondo de esas diferencias a escala interurbana. A fin de avanzar en esa línea, se procede a estudiar la relación entre la incidencia de casos de Covid-19 y el Índice de calidad de vida (ICV) mediante una autocorrelación bivariada.

### **Índice de calidad de vida e incidencia de Covid-19: explorando la relación**

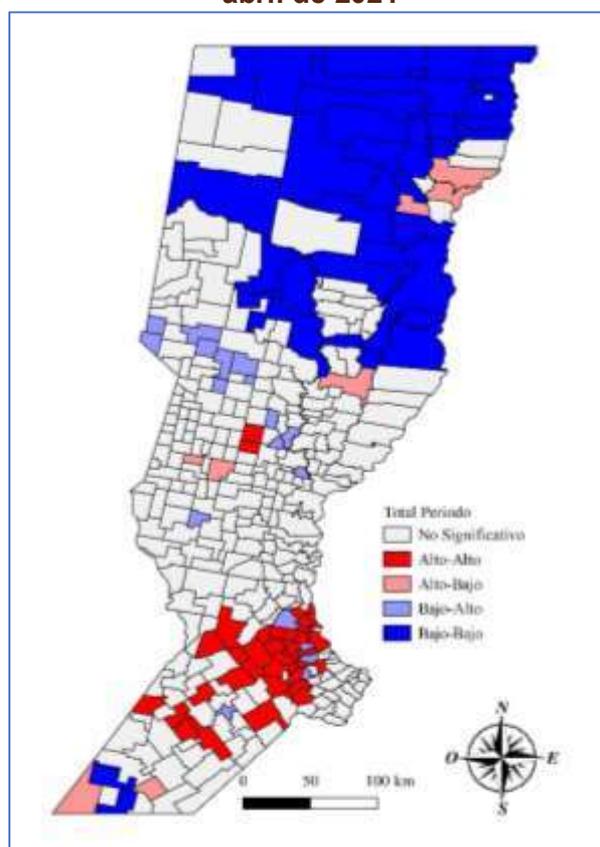
Siabato y Guzman-Manrique (2019, p. 13) señalan que el “Moran bivariado permite conocer cómo varía un fenómeno a través del espacio, pero considerando las afectaciones que este fenómeno presenta por los cambios de una segunda variable”. Los resultados del I Moran bivariado para el caso analizado (incidencia de casos de Covid-19 – primera variable – y el Índice de calidad de vida (ICV) – segunda

dimensión) arrojaron un valor positivo de 0,303 y permitieron encontrar grupos estadísticamente significativos a nivel del 0,05 (Celemín, 2009).

En el mapa de la figura 5 se observan las características espaciales del patrón no aleatorio hallado. Se aprecia en color rojo la formación de un cluster alto-alto en el sur santafesino y, en color azul, de un agrupamiento bajo-bajo en el norte. En el primer caso, el cluster involucra a 37 distritos de los departamentos Rosario, San Lorenzo, Caseros, Iriondo y General López. En tanto, un pequeño cluster alto-alto se ubica en la zona central de la provincia, en el departamento Las Colonias.

Con respecto al grupo bajo-bajo, son 43 los distritos que conforman un extenso cluster en el norte provincial, cubriendo la mayor parte de los departamentos General Obligado, Vera, Nueve de Julio y San Javier, y en menor medida San Justo y San Cristóbal.

**Figura 5: Diagrama y mapa de Moran Local Bivariado de la incidencia de casos de Covid-19 cada 10.000 habitantes e Índice de Calidad de Vida, para el período 14 de marzo de 2020 – 30 abril de 2021**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Salud de Santa Fe, Instituto Provincial de Estadísticas y Censos e Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Las incidencias más elevadas de Covid-19 se observan en el sureste santafesino (cluster alto-alto) donde se localiza el mayor centro urbano provincial – Rosario – el cual genera un entorno metropolitano con alta urbanización, notorio desarrollo del sector servicios e infraestructura domiciliaria, sanitaria y educativa, junto a una amplia red de comunicaciones, factores que, contribuyen a otorgar a esta región, dentro del contexto provincial, un mayor promedio de ICV. Cabe señalar que, de acuerdo a la escala de distritos, la mayoría de las variables utilizadas en la determinación del ICV, tienden a manifestar sus

resultados más favorables en ámbitos más urbanizados. En el norte santafesino – donde se desarrolla ampliamente las menores incidencias – tienden a concentrarse los distritos con menor promedio de ICV. Allí predominan centros urbanos de pequeño tamaño y existe un menor grado de urbanización, con una densidad media de 4,02 habitantes por km<sup>2</sup>, mientras que, en sur santafesino, es de 199,7 habitantes/km<sup>2</sup>.

Es así como podemos señalar que ciertos aspectos socioeconómicos y poblacionales conexos con el ICV, tales como el grado de urbanización, el nivel de densidad poblacional o la intensidad relacional interurbana, tendrían conexiones con el comportamiento de las incidencias de Covid-19.

Al respecto, Pou (2016) ha señalado que para la interpretación de los patrones de distribución espacial de procesos de salud-enfermedad, emergen dos potenciales fuentes de inequidad: los contrastes atribuibles a la exposición y aquellos ligados a las posibilidades de acceso a los servicios de salud. De acuerdo a Pou (2016), ambas están asociadas con determinantes socioeconómicos, aunque sus mecanismos resultan más fáciles de dilucidar en el caso del acceso a la salud. En ese sentido, es posible señalar con respecto a la exposición a riesgos, que las características propias de la región norte podrían ser factores que contribuirían a atenuar el riesgo, siendo probable que las políticas de distanciamiento social tengan un mayor grado de eficacia y así se favorezca la ocurrencia de menores niveles de incidencia de casos (Ximenes et al., 2021). Sin embargo, la predominante ruralidad en dicha región conlleva la existencia de grandes distancias y de menor conectividad a redes de comunicaciones e internet, lo cual podría estar incidiendo en el acceso al sistema de salud, a los procedimientos de alerta y notificación y, por ende, en la detección de casos, lo que estaría conllevando un “potencial subregistro” (Cavalcante; López de Abreu, 2020, p. 7) ya señalado para otros países latinoamericanos.

De acuerdo a los resultados, puede conjeturarse que el ICV se encuadra dentro de los determinantes socioeconómicos en interacción con otros relacionados al grado de urbanización y la densidad poblacional. Adicionalmente, contribuye a identificar localidades donde se reúnen ciertas condiciones para el desarrollo de mayores incidencias de casos.

De acuerdo a la escala de nuestro análisis, los distritos, las más bajas incidencias se asocian con bajos niveles de ICV, estas evidencias serían a priori divergentes con respecto a lo que acontece en grandes metrópolis latinoamericanas, tal cual se ha señalado, por ejemplo, en el caso de México, donde elevadas incidencias se registran en zonas pobres (Antonio-Villa et al., 2021). Sin embargo, en el caso de Santa Fe, esas áreas de bajo ICV, son áreas de baja densidad poblacional, localidades pequeñas y entornos ruralizados. En el caso de México, se trata de zonas pobres con alta densidad poblacional. Es por eso que para establecer comparaciones y poder desentrañar la actuación de los determinantes socioeconómicos, deben analizarse las diferentes escalas, unidades espaciales y realidades geográficas. Nuestro trabajo adopta a la provincia de Santa Fe como área de estudio y a los distritos como unidades de análisis, y se enfatiza en los contrastes a nivel regional. Podemos mencionar que la provincia cuenta con dos grandes ciudades: Rosario y Santa Fe, las cuales cuentan con heterogeneidades socioeconómicas internas, pero por el nivel de desagregación adoptado en este estudio, ellas no son captables. De todos modos, es necesario consignar que por el momento no hay datos publicados que posibiliten realizar un análisis intraurbano de la incidencia del Covid-19 en relación al ICV en la Provincia

de Santa Fe. Por esta razón, este estudio logra dilucidar aspectos vinculados a la incidencia del Covid-19 y aspectos socioeconómicos y poblacionales, focalizando en la indagación desde el punto de vista de la interrelación entre las localidades.

### Consideraciones finales

Este estudio analizó la distribución espacial de la incidencia de Covid-19 en la provincia de Santa Fe quedando expuesto que el avance de los casos no fue uniforme territorialmente. La modelización señaló que los distritos ubicados en la zona sur fueron los que primero registraron casos confirmados y en términos generales, han sido los más afectados en términos de incidencia de casos. De manera conexa, habrían actuado como nexos potenciales de la enfermedad hacia los del centro y norte la provincia.

El estudio mediante la autocorrelación global y local de I de Moran – LISA –, permitió identificar al menos tres patrones espacio temporales del desarrollo de la pandemia del Covid-19 en Santa Fe durante el lapso marzo 2020 – abril 2021. Desde el inicio de la pandemia y durante la segunda ola, se observó la conformación de una estructura de clústers focalizado en el sur de la provincia. El rebrote de casos de enero cobró significatividad en distritos de la zona central, y la segunda ola, mostró su mayor desarrollo en el sur y el centro-oeste provincial, es decir un mayor despliegue territorial.

Esas evidencias conducen a reflexionar acerca de la necesidad de construir y mejorar las estrategias de restricciones adaptadas a la fluctuación de la incidencia de casos, con el fin de reducir la velocidad de la transmisión del SARS-CoV-2 y, de acotar las restricciones a las zonas de mayor contingencia epidemiológica.

En función de los resultados relativos a la modelización y, además, los aspectos emanados de la discusión establecida, es posible remarcar que la cuestión de la desigualdad en las condiciones de vida de la población también se refleja en los procesos de salud-enfermedad. La influencia del índice de calidad de vida se produciría en conjunto con otros determinantes socioeconómicos y demográficos y de esa interacción derivarían las diferenciaciones específicas en materia de salud. De todos modos, consideramos que esta particular relación merece mayor estudio conforme se incremente la disponibilidad de datos.

En síntesis, teniendo en cuenta la arista espacial de esta nueva crisis sanitaria, se torna relevante para su comprensión la indagación a partir de los patrones espaciales, los cuales se constituyen como una herramienta para el diseño de medidas sanitarias. Los aportes de este estudio contribuyen a señalar el camino hacia la necesidad de políticas de salud pública que consideren los contextos socioeconómicos diversos y tiendan a generar redes de atención suficientemente efectivas para procurar una adecuada cobertura a las poblaciones involucradas.

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 las condiciones de vida de las personas a fin de planificar y gestionar la administración de la pandemia.

## Fuentes

- COMMISSION ON SOCIAL DETERMINANTS OF HEALTH. *Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health*. Geneva: World Health Organization, 2008.
- INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. 2010. Disponible en: <https://bit.ly/3kv0uGL>. Acceso en: 27 ago. 2021.
- IPEC. Proyecciones de Población por Departamento. *Instituto Provincial de Estadísticas y Censos de Santa Fe*. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3Do18FE>. Acceso en: 27 ago. 2021.
- OMS. Covid-19: cronología de la actuación de la OMS. *Organización Mundial de la Salud*. 27 abr. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/2Wp8GXD>. Acceso en: 20 jul. 2021.
- SANTA FE. Partes e informes diarios. *Provincia de Santa Fe*. 2020a. Disponible en: <https://bit.ly/3m15UrM>. Acceso en: 15 jul. 2021.
- SANTA FE. Límites distritales, departamentales y provincial. *Programa Datos Abiertos Santa Fe*. 2020b. Disponible en: <https://datos.santafe.gov.ar/>. Acceso en: 15 jul. 2021.
- SANTA FE. Ley provincial n. 2756. Ley Orgánica de Municipalidades. *Santa Fe*. Disponible en: <https://bit.ly/3ynHypo>. Acceso en: 15 ago. 2021.
- SOLDEVILLA, Pablo et al. Revisión sobre las vacunas frente a SARS-CoV-2. *Unidad de Investigación en Tuberculosis de Barcelona (UITB)*. 31 ene. 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3yrSH8q>. Acceso en: 15 ago. 2021.

## Referencias

- ANSELIN, Luc. Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geographical Analysis*, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.
- ANTONIO-VILLA, Neftali Eduardo et al. Comprehensive evaluation of the impact of sociodemographic inequalities on adverse outcomes and excess mortality during the COVID-19 pandemic in Mexico City. *Clinical infectious diseases*, v. [s.l.], n. [s.l.], p. 1-8, jul. 2021.
- ARMUS, Diego. La enfermedad en la historiografía de América Latina moderna. *Revista Asclepio*, v. 54, n. 2, p. 41-60, 2002.
- BÁSCOLO, Paula et al. Desequilibrios territoriales en la provincia de Santa Fe: evolución e impactos de los procesos económicos de los últimos años. *Proyección*, v. 8, n. 17, p. 47-69, 2014.
- BELLINI, María; ARRILLAGA, Hugo. Asimetrías regionales de la dinámica poblacional y las condiciones del mercado de trabajo en la Provincia de Santa Fe, 1991-2013. En: Jornadas Nacionales sobre Estudios Regionales y Mercados de Trabajo. *Anais...* San Salvador de Jujuy: Universidad Nacional de Jujuy, 2014, p. 1-33.
- BUZAI, Gustavo. Sistemas de información geográfica en geografía de la salud. En: PICKENHAYN, Jorge (Comp.). *Salud y enfermedad en geografía*. Buenos Aires: Editorial Lugar, 2009, p.111-134.
- BUZAI, Gustavo; VILLERIAS ALARCON, Iliana. Análisis espacial cuantitativo de los determinantes sociales de la salud (Dss) en la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Estudios Socioterritoriales*, n. 23, p. 155-169, 2018.
- CARBONETTI, Adrián; CELTON, Dora. La transición epidemiológica. En: TORRADO, Susana (Comp.). *Población y bienestar en la Argentina del primero al segundo Centenario: una historia social del siglo XX*. Buenos Aires: Eudeba, 2007, p. 369-398.
- CASTRO, Révia et al. Spatial dynamics of the COVID-19 pandemic in Brazil. *Epidemiology and Infection*, n. 149, p. 1-9, 2021.
- CAVALCANTE, Joao; LOPES DE ABREU, Ariane. COVID-19 in the city of Rio de Janeiro: spatial analysis of first confirmed cases and deaths. *Revista Epidemiologia e Serviços de Saude*, v. 29, n. 3, p. 1-9, 2020.
- CELEMÍN, Juan. Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial: importancia, estructura y aplicación. *Revista Universitaria de Geografía*, v. 18, n. 1, p. 11-31, 2009.
- GÓMEZ, Javier; CARÑEL, Graciela; TARABELLA, Laura. Municipios y calidad de vida: análisis de la cobertura de servicios básicos en la provincia de Santa Fe entre 2001 y 2010. *Revista Espacio y Desarrollo*, n. 32, p. 55-74, 2018.
- GÓMEZ, Javier; PERETTI, Gustavo. Distribución poblacional y urbanización en la provincia de Santa Fe. Período 1895/2010. En: OSCAR, Lossio; PERETTI, Gustavo. *Geografía de Santa Fe: transformaciones recientes del territorio provincial*. Santa Fe: Ediciones UNL, 2019, p. 80-95.

MARCONATO, Márcio et al. Uma análise espacial sobre a saúde nos municípios brasileiros em 2010. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 18, n. 1, p. 1-26, 2020.

MINISTERIO DE SALUD. *Boletín epidemiológico 490 SE 11*. Buenos Aires: Ministerio de Salud de la República Argentina, 2020.

PERETTI, Gustavo; TARABELLA, Laura. Dinámica demográfica de la provincia de Santa Fe según edades y cohortes poblacionales durante el período 1960-2001. En: Jornadas Argentinas de Estudios de Población. *Anais... Huerta Grande: Asociación de Estudios de Población de la Argentina*, 2007.

PICKENHAYN, Jorge (Comp.). *Salud y enfermedad en geografía*. Buenos Aires: Editorial Lugar, 2009.

POU, Sonia. Calidad de vida y enfermedades no transmisibles en Argentina. En: VELÁZQUEZ, Guillermo (Dir.). *Geografía y calidad de vida en Argentina: análisis regional y departamental* (2010). Tandil: Unicen, 2016, p. 169-182.

RAMÍREZ, Liliana. Evolución, distribución y difusión del COVID-19 en Argentina: primer mes (03/03/2020 – 02/04/2020). *Revista Posición*, n. 3, p. 1-12, 2020.

SIABATO, Willington; GUZMÁN-MANRIQUE, Jhon. La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, v. 28, n. 1, p. 1-22, 2019.

VELÁZQUEZ, Guillermo. *Geografía: calidad de vida y fragmentación en la Argentina de los noventa*. Tandil: CIG, 2001.

VELÁZQUEZ, Guillermo. *Geografía y bienestar: situación local, regional y global de la Argentina luego del Censo de 2001*. Buenos Aires: Eudeba, 2008.

VÉLEZ ARANGO, Lucía. Nuevas dimensiones del concepto de salud: el derecho a la salud en el estado social de derecho. *Hacia la Promoción de la Salud*, v. 12, p. 63-78, ene./dic. 2007.

XIMENES, Ricardo Arraes de Alencar et al. Covid-19 no nordeste do Brasil: entre o lockdown e o relaxamento das medidas de distanciamento social. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 26, n. 4, p. 1441-1456, 2021.