



## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CASOS AUTÓCTONOS DE COVID-19. MUNICIPIO BAYAMO, ENERO 2021 A MAYO 2022**

**Autores:** Ricardo Roberto Fonseca Pantoja, <sup>1</sup> Pedro Emilio Boza Torres, <sup>2</sup> Zulin Fonseca González, <sup>3</sup> María Barreras Guevara. <sup>4</sup> Oslaydis Liriano Leyva <sup>5</sup>

<sup>1</sup>Lic. en Matemática, Universidad de Oriente, Facultad de Matemática y Computación, Santiago de Cuba.

<sup>2</sup> Ing. Pecusrio, Universidad de Ciencias Médicas de Granma, Facultad de Bayamo. Granma, Cuba.

<sup>3</sup> Lic. en Enfermería, Centro Prov. de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Bayamo. Granma, Cuba.

<sup>4</sup> Lic. en Matemática Universidad de Ciencias Médicas de Granma, Facultad de Bayamo. Granma, Cuba.

<sup>4</sup> Lic. en Gestión de la Información en Salud, Universidad de Ciencias Médicas de Granma, Facultad de Bayamo. Granma, Cuba.

\* Autor para la correspondencia. Email: roly6105@infomed.sld.cu

### **RESUMEN**

**Introducción:** El epicentro de la epidemia de Covid-19 en la provincia Granma ha sido el municipio Bayamo.

**Objetivo:** analizar los casos autóctonos de la COVID-19 en el municipio Bayamo desde enero de 2021 a mayo de 2022.

**Métodos:** Las variables utilizadas en el análisis de varianza (ANAVA) fueron: mes, quincena, semana y día de semana, se aplicaron modelos de clasificación simple completamente aleatorizados desbalanceados, para comparar los meses (17) y días de semana (7) y balanceados para las quincenas (34) y semanas (73). Se utilizaron las pruebas de comparaciones múltiples de medias de Student-Newman-Keuls (modelo desbalanceado), y la de Tukey (modelo balanceado).

**Resultados:** durante todo el mes de junio no se reportaron casos positivos de Covid-19 en el municipio Bayamo. El mes de mayor virulencia fue el de agosto con  $\bar{X} = 91,8$  casos diarios, y la quincena 17 (29 de agosto al 12 de septiembre de 2021)  $\bar{X} = 120,0$



enfermos promedio, coincidiendo con la semana del 6 al 12 de agosto  $\bar{X} = 123,9$  positivos. El miércoles fue el día más afectado con ( $\bar{X} = 26,1$ ) casos.

**Conclusiones:** Se expone la importancia de aplicar los ANAVA como complemento en los estudios epidemiológicos.

**Palabras claves:** epidemia Covid-19, análisis de varianza, comparación múltiple de medias.

## INTRODUCCIÓN

Para realizar este trabajo se consideró como casos confirmados autóctonos los pacientes que resultaron positivos al estudio virológico para la COVID-19, con o sin sintomatología que haya enfermado a partir de otro caso ocurrido en el territorio nacional, mediante prueba de Proteína C Reactiva (PCR). <sup>(1)</sup>

La provincia Granma es la cuarta por el número de habitantes (817 763) en Cuba, el municipio Bayamo ocupa el quinto lugar de los 168 municipios del País; 239 236 residentes y la ciudad es la séptima capital por el número de habitantes (población urbana) con 160 072 habitantes <sup>(2)</sup>. En el año 2020 en la provincia Granma hubo solamente 185 enfermos de Covid-19 <sup>(3)</sup> y tuvo la menor tasa de incidencia (por 10000 habitantes) del País con 22,6.

El período analizado para realizar el trabajo estadístico comprende el 2021 hasta el 31 de mayo de 2022, en que fueron declarados en el municipio Bayamo 12 578 enfermos de los 40 962 que tuvo la provincia <sup>(4)</sup>, durante ese período de tiempo, lo que hace el municipio capital, por el número de contagiados, el epicentro de la epidemia en este territorio acumulando el 30,7 % del total entre los trece municipios que tiene la provincia.

Por tanto, el objetivo de este trabajo es realizar un análisis inferencial del comportamiento de los casos autóctonos de la COVID-19 en el municipio Bayamo mediante análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias, teniendo como variables; mes, quincena, semana y día de semana, desde enero de 2021 a mayo de 2022. No se incluyó en el análisis estadístico el mes de junio de 2022 porque no se reportaron contagiados en este municipio y a partir de esta fecha se logra el pleno control de la epidemia, algo muy positivo que indica el dominio que se ha tenido de esta pandemia.



## DESARROLLO

Se realizó un estudio analítico, porque existe inferencia, observacional, porque no existe intervención, transversal porque estudian la presencia en la población del efecto estudiado (casos autóctonos de la COVID-19) y determinados factores relacionados con éste (mes, quincena, semana y día de semana), en un lugar, en un momento concreto, a partir de una muestra (desde enero de 2021 a mayo de 2022), dando información sobre prevalencia, permitiendo hacer previsiones de recursos y programas de salud, planteado bajo el enfoque epidemiológico, dos tipos de investigación: la exploratoria y la descriptiva.

Además, se utilizó la observación para constatar en la práctica toda la información sobre los métodos y procedimientos necesarios, para contribuir al estudio de la variación de los casos de la COVID-19.

Los datos analizados corresponden a la información oficial brindada diariamente por la Dirección Nacional de Higiene y Epidemiología del Ministerio de Salud Pública de Cuba por los medios oficiales nacionales <sup>(4)</sup>.

También, se calcularon los siguientes estadísticos descriptivos mensuales del municipio Bayamo de la provincia Granma; media aritmética, rangos mínimo y máximo, error standard de la media, coeficiente de variación e intervalos de confianza al 95 % de probabilidad normal basado en la desviación standard de la media.

Fueron planteadas para el análisis estadístico inferencial cuatro causas de variación; mes, quincena, semana y día de semana; para conocer el comportamiento de la epidemia, aplicándose un modelo matemático de clasificación simple completamente aleatorizado a cada variable para el análisis de varianza<sup>(5, 6, 7, 8, 9)</sup>, balanceado para las variables semana (511 datos-día desde el 4 de enero de 2021 hasta el 29 de mayo de 2022) y quincena (510 datos-día, 1ro. de enero hasta el 25 de mayo 2022) y un modelo desbalanceado para: los meses por tener diferentes cantidades de días y los días de semana; (365 datos-día) con 73 días para los miércoles y jueves y 74 para el resto de los días de semana.

Para las comparaciones de medias <sup>(6)</sup> correspondientes a la causa de variación mes, se escogió la Prueba de Rango múltiple de Student-Newman-Keuls (SNK, al 5 % de probabilidad de error que utiliza la Tabla de percentiles de Tukey), porque puede emplearse en modelos desbalanceados, utilizando la regla de Kramer <sup>(7)</sup>, por ser de



rangos múltiples y tener una mayor exigencia para declarar diferencias significativas, que la de Mínima diferencia significativa y la nueva prueba de Duncan <sup>(6)</sup>.

A las medias correspondientes a quincena y semana se aplicó la Prueba de Tukey <sup>(8, 9)</sup> (se emplea en modelos balanceados) por tener mayor nivel de exigencia para declarar diferencias significativas (utilizar un rango único de comparación) cuando en las comparaciones se emplean un número alto de medias quincena (34 medias) y semanas (73 medias de lunes a domingo), las quincenas (desde el 1ero. de enero de 2021 hasta el 25 de mayo de 2022) y semanas (4 de enero de 2021 hasta el 29 de mayo de 2022) y así indistintamente se conforman los grupos de 15 y 7 días.

Los cálculos estadísticos correspondientes al análisis de varianza desbalanceado y las comparaciones múltiples de medias fueron realizados por un programa de computación confeccionado por los autores de este trabajo, teniendo en cuenta la Regla de Kramer <sup>(7)</sup>, y las bases de datos fueron creadas en Excel versión 2021, debido a que los paquetes estadísticos profesionales IBM-SPSS <sup>(8)</sup>, y StatSoft Statistica <sup>(9)</sup>, cuando los modelos son desbalanceados les introducen una variante a los cálculos, sustituyen las medias aritméticas por las medias armónicas.

IBM SPSS y Statistics, se basan en la media armónica y no la media aritmética, planteando que la Media armónica se utiliza para estimar el tamaño promedio de un grupo cuando los tamaños de las muestras de los grupos no son iguales. La media armónica, se denota por H, es el número total de muestras dividido por la suma de los inversos de los tamaños de las muestras. <sup>(8, 9)</sup>

$$H = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{X_i}}$$

La media armónica resulta poco influida por la existencia de determinados valores mucho más grandes que el conjunto de los otros, siendo en cambio sensible a valores mucho más pequeños que el conjunto. La principal recomendación de la aplicación de la media armónica está en la Física para promediar velocidades y en medicina en velocidades de reacción de medicamentos.

Los análisis de varianza para los diseños completamente aleatorizados pueden ser desbalanceados, el problema consiste en que los cálculos se complejizan y deben programarse computacionalmente en forma casuística.

En este aspecto es importante destacar que hay formas de balancear un diseño experimental desbalanceado y que se han creado diferentes fórmulas de la estadística



matemática optimizadas para sustituir los valores que no se tienen y provocan un desbalance, considerándolos valores perdidos (VP) los que faltan y mediante fórmulas optimizadas se calculan los VP aplicados a los diseños en bloques al azar y cuadrados latinos que aparecen en los libros de diseño experimental y de estadística matemática inferencial. Y tener cuidado en escoger la prueba de comparación múltiple de medias. Los cálculos a realizar con los promedios deben analizarse según la variable o causas de variación que se tenga, si son tasas en (epidemiología) y se quieren promediar se debe utilizar la media geométrica, se denota por G y su fórmula es (la raíz enésima de los productos de las n tasas):  $G = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n T_i}$ .

Se hicieron algunas corridas considerando modelos factoriales entre las causas de variación estudiadas con el propósito de conocer si había algún tipo de interacción. En Bayamo (Tabla 1) los meses de mayor virulencia fueron agosto 2021 y septiembre 2021 con 2846 y 2492 casos mensuales autóctonos de Covid-19 para un total de 12578 casos, con una media diaria de 24,4 contagiados en el periodo con un máximo de 240 casos el día 8 de septiembre y un mínimo de cero localizados fundamentalmente en mayo 2022 y en las quincenas del 11 de mayo al 25 de 2022 donde la epidemia comenzó a disminuir, ver los promedios mensuales.

Y en Granma en el mismo intervalo de tiempo se obtienen el mayor número de contagiados en septiembre 2021 con 13816 para un total de 40962 enfermos. Bayamo acumuló en el período analizado el 30,7% de los casos autóctonos de la provincia. Los datos tuvieron un alto coeficiente de variación 84,5 % (calculado a partir de los del análisis de varianza) pudiendo deberse al comportamiento ondulatorio diario del número de casos positivos entre un día y otro, así como, al trabajo que realiza el personal especializado del Ministerio de Salud y otros organismos de apoyo en el control de la epidemia.

Se realizaron los análisis de varianzas (ANAVA) correspondientes para las cuatro variables (Tabla 2) objeto de estudio a los casos positivos autóctonos diarios de Covid-19 en Bayamo, se determinó que hubo diferencia significativa entre los meses, quincenas y semanas al 1% de probabilidad de error mediante la Prueba de Fisher (F), y para los días de semana no hubo diferencia significativa al 5 % de probabilidad de error.

Por ser significativo el efecto mes en el ANAVA se aplicó la Prueba de comparación múltiples de medias de SNK (Tabla 3) al 5% de probabilidad de error a cada una de las



medias de los 17 meses analizados, se determinó que los meses de mayor cantidad de contagios fueron; agosto con un promedio de 91,8 casos diarios y septiembre con 83,1 del año 2021, difiriendo significativamente del resto de los meses y los de menor número de enfermos diciembre 2021 (0,2) y mayo 2022 (0,2) que no difirieron entre ellos.

Se observa que la epidemia tuvo un máximo absoluto en agosto 2021 y osciló en algunos meses y a partir de marzo comienza a disminuir la epidemia hasta mayo 2022, teniendo su control absoluto en junio 2022 donde no hubo enfermos de Covid-19. El control de la epidemia ha sido debido al buen trabajo realizado de los organismo y organizaciones que no han escatimado esfuerzo, conocimiento y científicidad, así como al efectivo proceso de vacunación llevado en la provincia con las vacunas cubanas, fundamentalmente Abdala y Soberana Plus creadas en el Centro de Ingeniería Genética y el Instituto Finlay de vacunas de La Habana, Cuba. Hasta el 31 de mayo en Cuba se habían administrado 37 154 750 vacunas a la población en el País.

$p < 0,01$ : significa diferencia significativa al 1% de probabilidad de error al aplicar la Prueba de F en el análisis de varianza. En las causas de variación superíndices con letras iguales en las medias, significa que no hay diferencia significativa al 5% de probabilidad de error al aplicar la Prueba de comparación múltiple Student-Newman-Keuls.

Fueron analizadas 34 quincenas en el ANAVA y por dar diferencia significativa, se le aplicó la Prueba de Tukey al 5%, esto requirió realizar 561 comparaciones de pares de medias, determinándose que la quincena #17 correspondiente a los días 29 de agosto al 12 de septiembre con media 120,2casos difiere significativamente del resto de las quincenas (coincide con los meses de mayor virulencia; agosto y septiembre 2021) y la de menor promedio correspondió a la última quincena; #34 del 11 al 25 de mayo 2022 con media 0,2 casos autóctonos, lo que representa que cada 5 días se detectó un caso Bayamo.

Lo anterior indica que en mayo se controló la epidemia, así como durante junio de 2022 no se han detectado casos de enfermos por Covid-19. Para tener una idea del comportamiento de la epidemia por quincenas se expone el Gráfico 1 de las medias quincenales de la provincia Granma y el Municipio Bayamo.

En este gráfico se puede observar las oscilaciones que ha tenido la epidemia durante el período analizado.



Por ser significativo en el ANAVA la causa de variación semana (Tabla 2), se analizaron 73 semanas mediante la Prueba de Tukey, fueron comparadas 2628 pares de medias (que pueden ser calculados a partir del número combinatorio de Newton), por ser demasiada extensa la tabla de resultados se omitió en este trabajo y se ilustran los resultados mediante el Gráfico 2.

Las semanas de mayor virulencia fueron la: #36 del 6 al 12 de septiembre con una media de 123,9 casos diarios que no difirió con la #35(115,6); #34 (113,0); la #32(100,4); #37 (88,0) y la #13 (87,6) que no difirieron entre ellas y sí difirió significativamente al 5% de probabilidad de error con el resto de las medias. Las semanas de menor promedio de contagiados correspondieron de #38 a la #48, #50, #51 y #72 con valores promedios de cero, no difieren entre ellas al 5% de probabilidad de error. Los resultados se pueden observar en la Gráfica 2.

En esta gráfica se puede observar durante todo el período de la epidemia de Covid-19 en Bayamo y Granma el gran pico pandémico que hubo en la semana #36. Los mayores promedios fueron en las semanas: #34 del 23 al 29 de agosto 2021, #35 del 30 de agosto al 5 de septiembre 2021 y #36 del 6 al 12 de septiembre de 2021 con promedios respectivos de: 100,4; 113,8; 115,6 y 123,9 casos autóctonos diarios en Bayamo. El comportamiento descendente del gráfico en Bayamo, está relacionado con el período de vacunación masiva, que en este municipio comenzó en la semana #30 con una segunda dosis de refuerzo en la semana #72:

La variable día de semana como se analizó en el ANAVA no dio diferencia significativa y se obtuvieron los promedios de casos autóctonos en Bayamo desde el 1ro. de enero 2021 hasta el 31 de mayo de 2022: lunes (24,0), martes (23,3), miércoles (26,1), jueves (25,1), viernes (23,5), sábado (23,8) y domingo (25,0). En este aspecto hay que destacar que puede existir un sesgo porque no pocas veces los resultados de los exámenes de PCR, se hacían y se informaban con varios días de retraso lo que implica un corrimiento del día de la información con respecto a la fecha en que se declaraba enfermo el paciente.

También se hizo un análisis de varianza de clasificación doble factorial desbalanceado, considerando como factores mes y día de semana, para conocer si había algún efecto de interacción entre las dos causas de variación, no hubo significación al 5% de probabilidad de error al aplicar la Prueba de Fisher.



La Estadística Inferencial es una herramienta muy importante en las investigaciones que se realizan en cualquier rama del conocimiento humano hoy en día, y no hay pruebas o procedimientos estadísticos mejores que otros, sino algunos adecuadamente empleados y otros ineficientemente utilizados, teniendo como base metodológica que se controlen correctamente las variables objeto de estudio mediante un proyecto de investigación que responda a los objetivos que se propone el investigador.

En un trabajo publicado por Núñez <sup>(10)</sup>, titulado Pensar la ciencia en tiempos de la COVID-19, plantea: "Ello obligará a que los científicos y los tecnólogos establezcan un diálogo abierto y constructivo con otros tipos de conocimientos e incluir a nuevos actores sociales en los procesos de producción, difusión y uso de los conocimientos. Junto al conocimiento científico, será preciso reconocer la relevancia del conocimiento local, el empírico, el tradicional, el incorporado en tecnología, entre otros".

En epidemiología no pocas veces se analiza el comportamiento de una epidemia mediante tablas temporales de contingencia donde se hace un análisis descriptivo del comportamiento numérico del número de casos ocurridos por unidad de tiempo, no obstante, los análisis de varianza son una importante herramienta de la Estadística Inferencial que permite conocer si hay diferencias significativas cuando la variable tiempo influye y determinar a un por ciento de probabilidad si las diferencias son significativas estadísticamente cuando se cumplen las hipótesis de base. En este trabajo se determinó que la epidemia no se comportó igual en los meses estudiados, con grandes diferencias entre los meses, las quincenas y semanas al realizar el análisis de varianza.

Moncho <sup>(11)</sup>, hace un análisis de la importancia, la aplicación y la interpretación de herramientas de la Estadística Inferencial aplicada a las Ciencias Médicas, analizando que "En multitud de ocasiones el investigador trata de analizar la posible relación entre una variable cuantitativa y una variable cualitativa o factor. La aproximación habitual consiste en comparar las medias de la variable cuantitativa en cada uno de los grupos o niveles de la variable cualitativa.

En caso de ser significativamente distintas, podría concluirse una relación entre dichas variables, ya que habría dado lugar a un comportamiento diferencial de la variable cuantitativa en cada uno de los grupos analizados", lo anterior puede lograrse mediante un análisis de varianza donde estadísticamente se puede demostrar si las diferencias que



hay entre los factores y variables objeto de estudio se deben al azar o no y a qué probabilidad se comete un error de tipo I o de tipo II.

Verena y colaboradores,<sup>(12)</sup> realizaron un estudio estadístico sobre la epidemia de Covid-19 en Cuba comparando estadísticamente las medias de infectados para esta enfermedad mediante la Prueba de comparación múltiple de Duncan, los autores de este trabajo consideran que es también una posibilidad cuando se tienen pocos tratamientos en los factores a analizar.

Díaz <sup>(13)</sup>, profundiza en la aplicación de los análisis de varianza en la medicina y expone en una extensa obra, mediante ejemplos de los análisis de varianza, incluyendo las comparaciones múltiples de media, resaltando las variantes que se pueden lograr según las causas de variación a controlar dando un conjunto de sugerencias en la aplicación de la Estadística y plantea que: “La medicina es una ciencia de probabilidades y el arte de manejar la incertidumbre...” , así como, “La estadística es la ciencia que permite tomar decisiones en situaciones de incertidumbre.” y que “La bioestadística es la punta visible del iceberg de la metodología de investigación”.

En el presente nuestra capacidad de generar y almacenar datos se ha incrementado de manera exponencial. Sin duda, la investigación epidemiológica es una de las áreas en las que el análisis de datos a gran escala promete tener un mayor impacto.

La metodología que ha sido el foco de nuestra discusión se basa en el análisis de registros de datos existentes; esto tiene implicaciones concretas al evaluar los resultados de una intervención, como es el uso de la vacuna para reducir el impacto de la COVID-19, en la población cubana.

Como metodología, el análisis de datos a gran escala ha tenido un gran éxito comercial. La empresa de marketing intelligence Tractiva proyecta que el mercado creado en torno a estas técnicas crecerá de USD \$3 mil millones en 2016 a USD \$60 mil millones en 2026 <sup>(14,15)</sup>. En efecto, en el área médica se proyecta un mercado de USD \$19 mil millones en 2025. <sup>(16)</sup>

Sin duda que el futuro de la unión de la Ciencias de Datos y la medicina es promisorio, diversos autores han reflexionado sobre los cambios que se avecinan.

Se recomienda aplicar modelos matemáticos más complejos para el estudio de esta pandemia o la próxima como son; los modelos de efectos aleatorios aplicados en genética cuantitativa y modelos mixtos entre otros, para enfrentar los complejos escenarios a los que se enfrenta el profesional de la salud.



## CONCLUSIONES

Mediante los análisis efectuados se pone de manifiesto que es posible realizar un análisis estadístico de la epidemia de los casos autóctonos de Covid-19 que permitan tener un mejor conocimiento del comportamiento de esta enfermedad, mediante los análisis de varianza y las pruebas de comparación múltiple de medias.

Se considera que ha sido decisivo para el control de la epidemia en Cuba, Granma y en Bayamo la vacunación masiva que se ha llevado y las dosis de reactivación o refuerzo aplicadas con vacunas netamente cubanas lo cual constituye un logro para la ciencia, el gobierno y el pueblo cubanos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cuba. Ministerio de Salud Pública. Protocolo de actuación nacional para la COVID-19. Versión 1.6. [Internet]. La Habana; 2021 [citado 21 Jul 2022] Disponible en: [https://files.sld.cu/editorhome/files/2021/03/VERSION\\_FINAL\\_6\\_EXTENDIDA\\_PROTOCOLO\\_REVISADA\\_28\\_MARZO\\_2021.pdf](https://files.sld.cu/editorhome/files/2021/03/VERSION_FINAL_6_EXTENDIDA_PROTOCOLO_REVISADA_28_MARZO_2021.pdf)
2. Anuario estadístico de Cuba 2020. CAPÍTULO 3: POBLACIÓN. EDICIÓN 2021 [Internet]. La Habana: Oficina Nacional de Estadística e Información; 2021 [citado 21 Jul 2022]. Disponible en: [http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario\\_estadistico\\_de\\_cuba\\_2020.pdf](http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario_estadistico_de_cuba_2020.pdf)
3. Dirección de Registros Médicos y Estadísticas de Salud del Ministerio de Salud Pública de Cuba. Anuario Estadístico de Salud 2020 [Internet] La Habana: Dirección de Registros Médicos y Estadísticas de Salud; 2021 [citado 21 Jul 2022] Disponible en: <https://files.sld.cu/bvscuba/files/2021/08/Anuario-Estadistico-Espa%c3%b1ol-2020-Definitivo.pdf>
4. Covid19CubaData. Tablero estadístico interactivo sobre la COVID-19 en Cuba 2020, [Internet]. [citado 21 Jul 2022]. Disponible en: <https://covid19cubadata.github.io/#cuba>
5. Triola MF. Análisis de varianza, capítulo 12. Director general: En: Sergio Fonseca. Estadística. 12ed. México: Pearson Educación; 2018.
6. Hsu JC. Multiple Comparisons. Theory and methods. London, UK: Chapman & Hall; 1996.
7. Kramer CY. Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. Biometrics [Internet] 1956 [citado 21 Jul 2022]; (12). Disponible



- en: [https://www.wizdom.ai/publication/10.2307/3001469/title/extension\\_of\\_multiple\\_range\\_tests\\_to\\_group\\_means\\_with\\_unequal\\_numbers\\_of\\_replications](https://www.wizdom.ai/publication/10.2307/3001469/title/extension_of_multiple_range_tests_to_group_means_with_unequal_numbers_of_replications)
8. Field A. Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics. 5th ed. California: SAGE Publications; 2018.
  9. IBM. Package for The Social Sciences for Windows. (Programa de computadora) ver. 25.0.0, SPSS® Statistics. [Internet]. Chicago, Illinois, United State of America: IBM® Company Statistical; 2017. [citado 21 Jul 2022]. Disponible en: <http://www.ibm.com/legal/copytrade.shtml>.
  10. Núñez Jover, J. Pensar la ciencia en tiempos de la COVID-19. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba [Internet] 2020 [citado 21 Jul 2022]; 10(2): especial COVID-19. Disponible en: <http://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/797>
  11. Moncho Vasallo J. Análisis de Varianza. ANOVA. Capítulo 4. [Internet] En: Moncho Vasallo Estadística aplicada a las ciencias de la salud. Barcelona España: Elsevier; 2015. Disponible en: <https://www.berri.es/pdf/ESTAD%C3%8DSTICA%20APLICADA%20A%20LAS%20CIENCIAS%20DE%20LA%20SALUD/9788491137214>
  12. Torres-Cárdenas V, Lizazo-Torres D, San-Juan Y. Impactos de la epidemia por coronavirus SARS-CoV-2, durante los primeros 60 días en Cuba. Medimay [Internet]. 2020 [citado 21 Jul 2022]; 27 (3). Disponible en: <http://www.medimay.sld.cu/index.php/rcmh/article/view/1760>
  13. Díaz Portillo J. Guía Práctica del Curso de Bioestadística Aplicada a las Ciencias de la Salud. Alcalá, Madrid, España: Editorial de Publicaciones del INGESA; 2016.
  14. Artificial Intelligence Software Revenue to Reach \$59.8 Billion Worldwide by 2025. Tractica [Internet]. 2 de mayo del 2017 [citado 1 Agost 2022]; Disponible en: <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/artificial-intelligence-software-revenue-to-reach-59-8-billion-worldwide-by-2025/>
  15. Healthcare Artificial Intelligence, Software, Hardware, and Services Market to Reach \$19.3 Billion Worldwide by 2025. Tractica [Internet]. 25 de septiembre del 2017 [citado el 1 Agost del 2022]; Disponible en: <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/healthcare-artificial-intelligence-software-hardware-and-services-market-to-reach-19-3-billion-worldwide-by-2025/>



16. Andía ME, Arrieta C, Sing Long CA. Una guía conceptual para usar y entender Big Data en la investigación clínica. Rev. Med. Clin. CONDES [Internet]. 2019 [citado el 1 Agost del 2022]; 30(1) 83-94. Disponible en: <https://www.journals.elsevier.com/revista-medica-clinica-las-condes>

## Anexos

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos de los casos autóctonos diarios de Covid-19 por meses, Bayamo de enero 2021 a mayo 2022.

ESTADÍSTICOS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Ene-2021	58	1,9	0,5	117	49,6	0	5	5	1,2	2,5
Feb-2021	299	10,7	2,4	420	71,2	1	38	37	7,6	13,8
Mar-2021	1365	44,0	10,9	2000	68,3	9	118	109	32,9	55,1
Abr-2021	1297	43,2	10,3	1832	70,8	10	89	79	34,4	52,0
May-2021	658	21,2	5,2	1013	66,1	6	63	57	16,8	25,7
Jun-2021	627	20,9	5,0	1323	47,4	1	39	38	17,3	24,8
Jul-2021	1070	34,5	8,5	4021	26,6	11	67	56	29,5	39,6
Ago-2021	2846	91,8	22,6	8272	34,4	41	190	149	78,0	105,6
Sep-2021	2492	83,1	19,8	13816	18,0	8	240	232	61,2	104,9
Oct-2021	270	8,7	2,1	4084	6,6	0	26	26	6,0	11,5
Nov-2021	36	1,2	0,3	339	10,6	0	4	4	0,8	1,6
Dic-2021	6	0,2	0,0	39	15,4	0	3	3	0,3	0,4
Ene-2022	805	26,0	6,4	1955	41,2	2	59	57	20,2	31,7
Feb-2022	230	8,2	1,8	695	33,1	1	17	16	6,6	9,9
Mar-2022	382	12,3	3,0	813	47,0	5	29	24	10,2	14,5
Abr-2022	130	4,3	1,0	213	61,0	0	14	14	2,9	5,8
May-2022	7	0,2	0,1	10	70,0	0	3	3	0	0,5
TOTAL	12578	24,4	100	40962	30,7	0	240	240	100	100

A: Total de casos autóctonos Bayamo

F: Mínimo Bayamo

B: Media aritmética Bayamo

G: Máximo Bayamo

C: % de la suma total de Bayamo

H: Rango estadístico Bayamo



D: Total casos Granma: I: Intervalo confianza -95% desviación  
 standard  
 E: % Bayamo respecto a Granma J: Intervalo confianza +95% desviación  
 standard

Nota: la desviación standard se calculó en base a los casos autóctonos de Bayamo.

**Tabla 2.** Resumen de los análisis de varianza de las fuentes de variación de los casos autóctonos diarios de Covid-19 en Bayamo de enero 2021 a mayo 2022.

FUENTES DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tabla al 5%</sub>	F <sub>tabla al 1%</sub>	Significación
<b>MES</b>	375626,001877	16	23476,62512	55,359	1,667	2,052	al 1%
<b>QUINCENA</b>	419820,595349	33	12721,83622	36,170	1,477	1,716	al 1%
<b>SEMANA</b>	449746,148728	72	6246,474288	22,901	1,324	1,477	al 1%
<b>DIA SEMANA</b>	453,189561	6	75,53159348	0,066	2,2	2,186	NS

NS: resultado no significativo al 5% de probabilidad de error

**Tabla 3.** Resultados de la Prueba de comparación múltiple de medias de SNK. Casos autóctonos de Covid-19, Municipio Bayamo, enero a diciembre 2021 y enero a mayo año 2022.

	Causa de variación	Media	ES <sub>x̄</sub>	Significación
<b>M</b>	<b>A Enero</b>	1,9 <sup>f</sup>	± 3,70	p < 0,01
	<b>Ñ Febrero</b>	10,7 <sup>def</sup>	± 3,69	
	<b>O Marzo</b>	44,0 <sup>b</sup>	± 3,70	
<b>E</b>	<b>Abril</b>	43,2 <sup>b</sup>	± 3,76	
	<b>2 Mayo</b>	21,2 <sup>cde</sup>	± 3,70	
<b>S</b>	<b>0 Junio</b>	20,9 <sup>cde</sup>	± 3,76	
	<b>2 Julio</b>	34,5 <sup>bc</sup>	± 3,70	
	<b>1 Agosto</b>	91,8 <sup>a</sup>	± 3,70	
	<b>Septiembre</b>	83,1 <sup>a</sup>	± 3,76	



	<b>Octubre</b>	8,7 <sup>ef</sup>	± 3,70
	<b>Noviembre</b>	1,2 <sup>f</sup>	± 3,76
	<b>Diciembre</b>	0,2 <sup>f</sup>	± 3,70
<b>2</b>	<b>Enero</b>	26,0 <sup>cd</sup>	± 3,70
<b>0</b>	Febrero	8,2 <sup>ef</sup>	± 3,69
<b>2</b>	Marzo	12,3 <sup>def</sup>	± 3,70
<b>2</b>	Abril	4,3 <sup>f</sup>	± 3,76
	Mayo	0,2 <sup>f</sup>	± 3,70

Gráfico 1. Promedio quincenal de casos autóctonos de la provincia Granma y el municipio Bayamo de enero 2021 a mayo 2022.

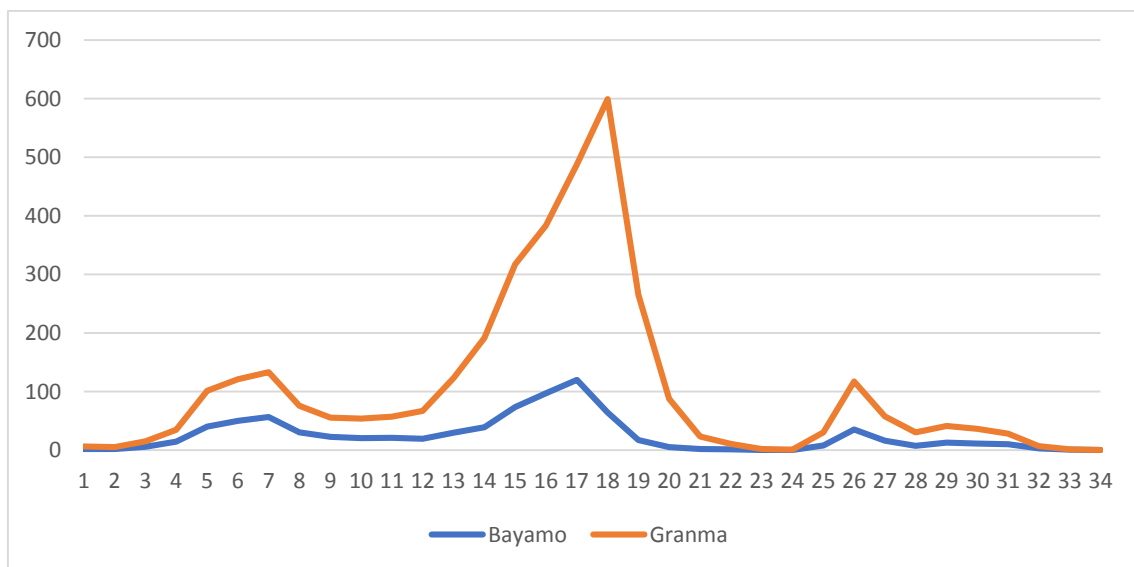
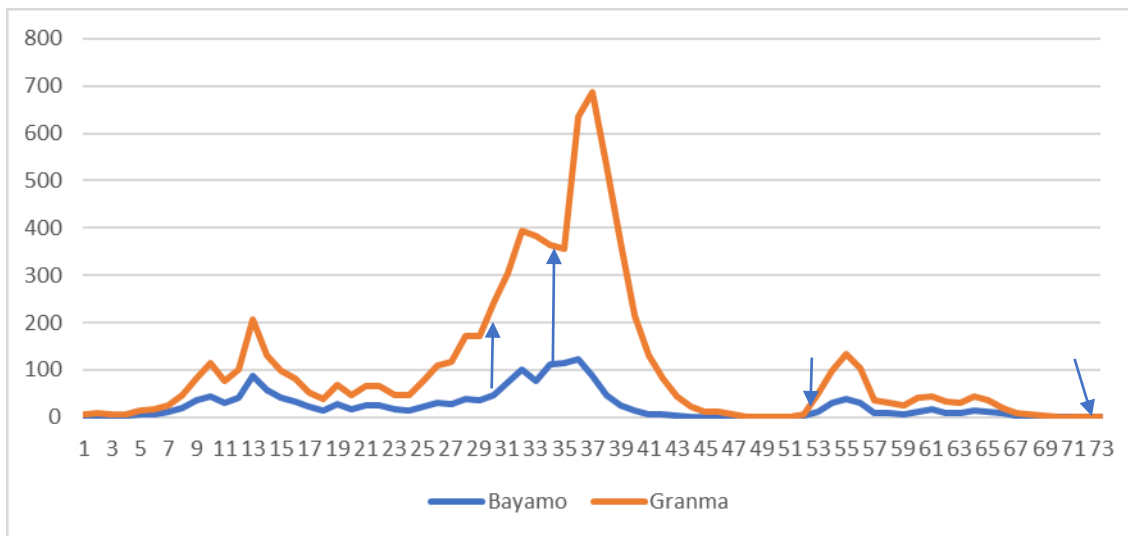


Gráfico 2. Promedio semanal de casos autóctonos Covid-19 en el municipio Bayamo y la provincia Granma de enero 2021 a mayo 2022.



Proceso de vacunación:

Semana #30: ↑ primera dosis, del 26 de julio al 1ro. de agosto de 2021

Semana #32: segunda dosis, del 23 al 29 de junio de 2021

Semana #34: ↑ tercera dosis, del 23 al 29 de agosto de 2021

Semana #52: ↓ primer refuerzo, del 27 de diciembre de 2021 al 2 de enero de 2022

Semana #72: ↓ segundo refuerzo, del 16 al 22 de mayo de 2022

### Contribución de los autores

**Ricardo Roberto Fonseca Pantoja**, concibió el proyecto, realizó los cálculos estadísticos, analizó e interpretó los resultados, y escribió el artículo.

**Pedro Emilio Boza Torres**, concibió el proyecto, analizó e interpretó los resultados, revisó, corrigió y escribió el artículo.

**Zulin Fonseca González**, concibió el proyecto, analizó e interpretó los resultados, revisó, corrigió y escribió el artículo.

Yo, Ricardo Roberto Fonseca Pantoja, en nombre de los autores, declaro la veracidad del contenido de este artículo.

Los autores certifican la autenticidad de la autoría declarada, así como la originalidad del texto.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflictos de intereses.