

Universidad de Costa Rica
Escuela de Ciencias de la Computación e Informática
Proyecto de Investigación
CI-0115 Probabilidad y Estadística

Sigla y Nombre del Curso CI-0115 Probabilidad y Estadística **Grupo** 02

Título del Trabajo Relación entre índice de desarrollo humano cantonal y cantidad de contagios por COVID

Número y Nombre del Equipo "Los Compas" Grupo 3

Profesor(a) Diego Mora Jiménez **Asistente** Nayeri Azofeifa

Fecha de Realización 28/11/22 **Fecha de Entrega** 02/12/22

Tardía: ()

Integrantes **Nota:** _____/100

Estudiante: José Antonio Mora M

Estudiante: Marcelo Delgado M

Estudiante: Jean Paul Chacón G

Estudiante: _____

Relación entre índice de desarrollo humano cantonal y cantidad de contagios por COVID

I. Introducción

El COVID-19 es una enfermedad viral parte de la familia de los coronavirus (CoV) los cuales existían anteriormente en la humanidad pero, el COVID-19 es específicamente causado por un nuevo coronavirus llamado SARS-CoV-2, el cual apareció recientemente cambiando la realidad mundial. Esta enfermedad se transmite por medio del contacto con otro individuo infectado con el virus por medio de las partículas provenientes de la nariz o boca cuando se habla, estornuda, tose, etc. Los síntomas relacionados con el COVID-19 son varios y varían entre personas, pero entre estos síntomas se encuentran, fiebre, escalofríos, mialgia, dolores de cabeza y garganta, congestión nasal, entre otros, aunque existen casos llamados asintomáticos en donde las personas se infectan del virus, pero no poseen ningún síntoma, aunque aún así pueden transmitir la enfermedad. (Ministerio de Salud, 2022).

El surgimiento de esta enfermedad causó en el mundo una pandemia con una magnitud nunca antes vista, afectando todas las áreas del día a día humano, forzando a la población mundial a confinarse en sus hogares y transformar toda su vida para sobrevivir en estas condiciones de restricción, pero principalmente, generó una gran cantidad de fallecidos a nivel mundial. Los fallecidos, al iniciar la pandemia, se concentraban más que todo en la población con factores de riesgo en los cuales entraban, problemas respiratorios, diabetes, hipertensión, entre otros, y conforme evolucionó la pandemia, los factores de riesgo se fueron actualizando para cubrir los pacientes que fallecen por complicaciones de una combinación entre el virus y alguna otra condición aparte. Igualmente conforme avanzó el tiempo, se volvieron aún más comunes los fallecimientos por COVID-19 de pacientes sin ninguna complicación de salud previa incluso se podría decir pacientes completamente sanos. (Ministerio de Salud, 2022).

Los síntomas, mortalidad y mecanismos de infección del virus no se mantuvo constante durante la pandemia, debido a que además de ser un virus de rápida propagación y nuevo para la humanidad, logró evolucionar y adaptarse rápidamente a las nuevas condiciones cambiantes a nivel mundial, lo que provocó el surgimiento de sub-variantes del virus a lo largo del mundo, y según la OMS, las principales sub-variantes que se propagaron a nivel masivo a lo largo de la pandemia son: Alpha, Beta, Gamma, Delta y Omicron, cada una con síntomas, tasa de contagio y letalidad diferentes. (Ministerio de Salud, 2022). A esto hay que agregarle el concepto de ola pandémica, que se refiere a un periodo donde existe un aumento de contagios, y por consecuencia muertes, en un corto periodo de tiempo, que llegan a un pico máximo, para después normalizarse y empezar a bajar, y este ciclo se repite a lo largo de la duración de la pandemia. (Evans-Meza, R. et al.,2021).

Durante la mayor parte de esta pandemia no existió un tratamiento específico para la enfermedad, principalmente debido a la rapidez con la que se propagó el virus y la sorpresa por la que tomó al planeta. La esperanza de vida de los contagiados dependía en gran medida del sistema médico y el cuidado que este pudiera brindar. La tasa de mortalidad se mantuvo, por la relación tan clara que existe entre ambas, muy de la mano con la tasa de contagio a lo largo de la pandemia y estos números fueron muy altos hasta que la vacuna apareció e incluso un tiempo después de ya encontrarse disponible la misma, ya que la vacuna reduce la gravedad de la enfermedad disminuyendo el efecto del COVID-19 en el cuerpo, por lo tanto bajando la mortalidad del virus en sí, no eliminándola, además de que no previene el contagio del mismo. Igualmente hay que tomar en cuenta que la vacuna se desarrolló con las primeras variantes del virus en mente, por lo que la efectividad de la misma varió considerablemente dependiendo de la sub-variante que se encontraba activa en el determinado momento. (Ministerio de Salud, 2022).

La situación en Costa Rica no fue muy diferente, desde marzo de 2020 el pueblo costarricense se vio obligado a cambiar su estilo de vida, y el sistema de salud nacional tuvo que acompañar este cambio en cada rincón del país para velar por la salud y bienestar de la población y esperar impacientemente por una vacuna. La situación se comenzó a salir de control cuando hospitales a lo largo de todo el país se encontraban

fuera de capacidad para atender no solo a los contagiados por el virus sino también a las personas con un malestar ajeno a él.

Por la situación mencionada anteriormente, el objetivo de este proyecto es el de determinar si el índice de desarrollo humano (IDH) de los cantones costarricenses jugaron un papel de importancia en la prevención y en la cantidad total de casos de personas contagiadas por el virus del COVID-19 residiendo en ese cantón durante el pico de una ola pandémica.

Los índices de desarrollo humano son cálculos a nivel nacional que muestran el desarrollo de diferentes cantones del país en diferentes categorías y especificaciones, entre ellos se encuentran el desarrollo humano general, el desarrollo humano ajustado por desigualdad, el desarrollo de género, desigualdad de género, y el índice de pobreza multidimensional . Para efectos de esta investigación, se tomará como base el índice de desarrollo humano general, el cual, se refiere a un promedio de los avances del cantón de los tres ámbitos humanos básicos, una vida longeva y saludable, nivel de conocimientos, y dignidad de vida. (Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo, 2021).

Según datos del Ministerio de Salud junto al Centro de Investigación Observatorio del Desarrollo de la UCR, en Costa Rica se pueden identificar 4 periodos que corresponden a 4 olas pandémicas ocasionadas por el virus: Del 25 de mayo 2020 al 20 de febrero 2021, primera ola, del 21 de febrero al 28 de julio 2021, segunda ola, del 29 de julio al 16 de diciembre del 2021, tercera ola, y del 17 de diciembre 2021 al 3 de marzo del 2022 la cuarta ola. Cabe recalcar que aunque la primera ola provocó la mayor cantidad de muertes, debido a la falta de vacunación disponible, fue la de mayor duración y su pico de muertes y contagios es prolongado y bajo, mientras que en la segunda, tercera y cuarta ola, aunque ya estaba disponible la vacunación, tuvieron picos de muertes y contagios mucho más altos y cortos, debido a la presencia de nuevas sub-variantes como la Delta y Omicron, las más contagiosas y letales. (Parra, M. C, 2022).

Para cumplir este objetivo se tomará como muestra la cantidad de casos nuevos de COVID-19 en los cantones de Matina y Santa Ana, durante la semana 18 a la semana 24 del 2021, correspondiente al pico de la segunda ola pandémica. (Evans-Meza, R., et al., 2021).

Se seleccionaron estos cantones debido a que según el atlas de desarrollo humano del Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo (PNUD), el cantón de Matina ubicado en Limón es el cantón con menor índice de desarrollo en el país, con un IDH de 0.686, clasificándose como desarrollo medio, y por otro lado el cantón de Santa Ana en la capital presenta el mayor índice de desarrollo humano de Costa Rica, con un IDH de 0.935, clasificándose como desarrollo muy alto (Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo, 2021). Con respecto al periodo de tiempo, se seleccionó el periodo establecido por pertenecer al pico de la segunda ola pandémica, (Evans-Meza, R., Bonilla-Carrión, R., Salvatierra-Durán, R. & González-Picado, L., 2021). ya que según los datos del Ministerio de Salud, cuenta con una gran cantidad de contagios y muertes en un corto periodo de tiempo, debido a la aparición de nuevas sub-variantes, como Delta, además de que la vacunación no había avanzado tanto en el país, resultando en un aumento de contagios relacionados al virus, lo que lo hace un periodo ideal para su estudio y comparación. (Parra, M. C, 2022).

Los datos de la población de cada cantón se toman del último censo registrado en 2011, que incluye una predicción a futuro hasta el 2025, por lo que se tomaron en cuenta las predicciones al 30 de junio de 2022. Con respecto a la población de cada cantón, la predicción de población 2022 muestra que el cantón de Matina cuenta con una población de 47 391 personas, por otro lado el cantón de Santa Ana presenta una población de 61 853 personas (INEC, 2018). Cabe recalcar que, a la fecha de realización del reporte, no se encuentra disponible el censo 2022, por lo que se tiene que utilizar las predicciones realizadas en el censo anterior, que no incluyen factores como las muertes ocurridas durante el periodo de pandemia, por lo que los datos pueden no ser 100% precisos, pero sí guardan cierta similitud.

La razón de realización de este estudio es verificar si el nivel de desarrollo de cada cantón fue una ventaja, desventaja, o no jugó un papel importante en la lucha contra el COVID-19, para así verificar si existe una urgencia a nivel nacional de brindar

mayor apoyo médico y mejor atención de salud a las zonas rurales y menos desarrolladas, además de desarrollar mejores sistemas de recolección y análisis de impacto en ciertas zonas para tomar las mejores decisiones a nivel país, o si más bien el estilo de vida urbano de la capital tuvo un mayor impacto con respecto a contagios y muertes a nivel país, por lo que se tienen que investigar y tomar medidas preventivas más estrictas y acertadas correspondientes al nivel de desarrollo o situación que cada cantón enfrenta, en el caso de una emergencia nacional próxima.

II. Hipótesis Experimental

Se espera que exista una relación entre el IDH cantonal y la tasa de contagios por COVID-19, debido a que al Matina tener un IDH más bajo que Santa Ana, posee una esperanza de vida y servicios de salud de menor calibre, por lo que se espera que posea una tasa de contagios más alta en comparación con el cantón más desarrollado del país, correspondiente a Santa Ana.

III. Hipótesis Estadística

En primer lugar se quiere probar que la tasa de contagio en Matina es superior a la registrada en Santa Ana por lo que la hipótesis nula del proyecto sería $H_0: \mu_1 = \mu_2$ y la alternativa $H_1: \mu_1 > \mu_2$ en las que μ_1 representa la media de contagios en el cantón de Matina y μ_2 la media de contagios en el cantón de Santa Ana.

IV. Objetivo General

Determinar si existe una relación entre el IDH cantonal con una mayor tasa de contagios por el COVID-19, durante el pico de la segunda ola pandémica, entre los cantones de Matina y Santa Ana en Costa Rica durante el 2021.

V. Metodología

A. Estadística Descriptiva

Para la realización de esta segunda etapa del proyecto se utilizó el lenguaje de programación R, donde se utilizaron las funcionalidades básicas que brinda el lenguaje para facilitar el cálculo de los valores de las medias, modas y medianas del conjunto de datos. De igual manera, para poder generar distintos gráficos representativos de los datos y para poder generar tablas conteniendo esta información, se utilizaron las herramientas que brinda el lenguaje para mostrar de diferentes maneras los datos obtenidos y calculados.

En segundo lugar, para poder implementar más funciones de las que están disponibles al utilizar el lenguaje de programación estadístico R, se utilizaron diferentes paquetes externos al lenguaje base de R. Las librerías que fueron utilizadas para la resolución de los cálculos necesitados tienen los siguientes nombres: *dplyr*, *discreteRV* y *writexl*.

El paquete llamado *dplyr* fue utilizado en las ocasiones que se necesitó realizar manejo de información de columnas y manejo de los datos contenidos en el conjunto de datos en general.

Por otra parte, el paquete llamado *discreteRV* fue de gran uso en las ocasiones en las cuales se necesitaba calcular a la varianza y la desviación estándar de un conjunto de datos.

Cómo último paquete, se utilizó *writexl*, el cual fue utilizado para poder exportar cuadros de información calculada a Excel.

Los datos extraídos fueron obtenidos a partir de la cantidad de casos nuevos de COVID-19 que se presentaron en las semanas número 18 a 24 del año 2021, periodo de tiempo correspondiente al pico de la segunda ola pandémica en el país. Dichos datos fueron analizados para determinar si existe una relación entre el Índice de Desarrollo Humano cantonal y la tasa de contagios por la propagación del virus COVID-19 en la pandemia que inició en el año 2020.

Se utilizaron los cálculos de las medianas, modas, cuartiles, mínimos y máximos del conjunto de datos para poder demarcar y explicar las diferencias entre las estadísticas de personas afectadas por el virus de la pandemia dependiendo del valor de Índice de Desarrollo Humano que presentaba el cantón en el cuál habitaban (en el caso de nuestra delimitación espacial se comparan los valores estadísticos entre los cantones de Matina y Santa Ana, Matina siendo el cantón con menor IDH del país, y Santa Ana el cantón con mayor IDH del país).

Para términos de la visualización de datos, para temas de gráficos, no se requirió el uso de paquetes externos al lenguaje de R, ya que todos fueron realizados con las funcionalidades base que el mismo lenguaje presenta para este fin. Con respecto a las tablas, se exportaron a Excel por medio del paquete writexml y una vez exportadas se acomodaron y formatearon para este documento.

B. Estadística Inferencial

Para este estudio se realizó una prueba de comparación de medias, donde se compararon las medias de las dos muestras utilizando una prueba t de dos colas y seguidamente se determinó la mayor por medio de una prueba t de una cola. Para determinar si se debe usar una prueba t de varianza igual o diferente, se realizó una prueba f o prueba de varianzas. Adicionalmente, para comprobar si los datos de las muestras seguían una distribución normal se utilizó una prueba de Lilliefors. Para todas estas pruebas se utilizó un valor de significancia de 0.05. Los resultados de la prueba de Lilliefors se muestran en la **tabla 4**, los de la prueba f se muestran en la **tabla 5**, y los resultados de la prueba t se muestran en las tablas **6, 7 y 8**.

V. Resultados

A. Estadística Descriptiva

Para el cumplimiento del objetivo de esta investigación, se realizó una recopilación específica de los datos a nivel estadístico descriptivo sobre los contagios registrados por COVID-19 entre las fechas y los cantones mencionados anteriormente. Los resultados obtenidos en esta recopilación y análisis de datos se presentan a continuación por medio de tablas y gráficos.

En la **tabla 1**, se presenta un resumen en el que se recopilan cálculos como la media, mediana, cuartiles, el mínimo y el máximo de los contagios diarios registrados en Matina y Santa Ana entre la semana 18 y la semana 24 del 2021 pertenecientes a parte de la pandemia por el COVID-19.

Cantón	Matina	SantaAna
Min	1	4
1st Q	6	21
Mediana	9	28
Media	11.8	27.24
3rd Q	14	36
Max	46	51

Tabla 1. Recopilación de datos de estadística descriptiva de los contagios diarios registrados en los cantones de Matina y Santa Ana entre las semanas 18 y 24 de 2021.

Fuente: Producción Propia

En la **figura 1**, se presentan los contagios diarios registrados en los cantones de Matina y Santa Ana durante las semanas de interés de este estudio, cabe destacar que

los contagios registrados del cantón de Matina tienden a aumentar hacia el final del rango temporal elegido para esta investigación.

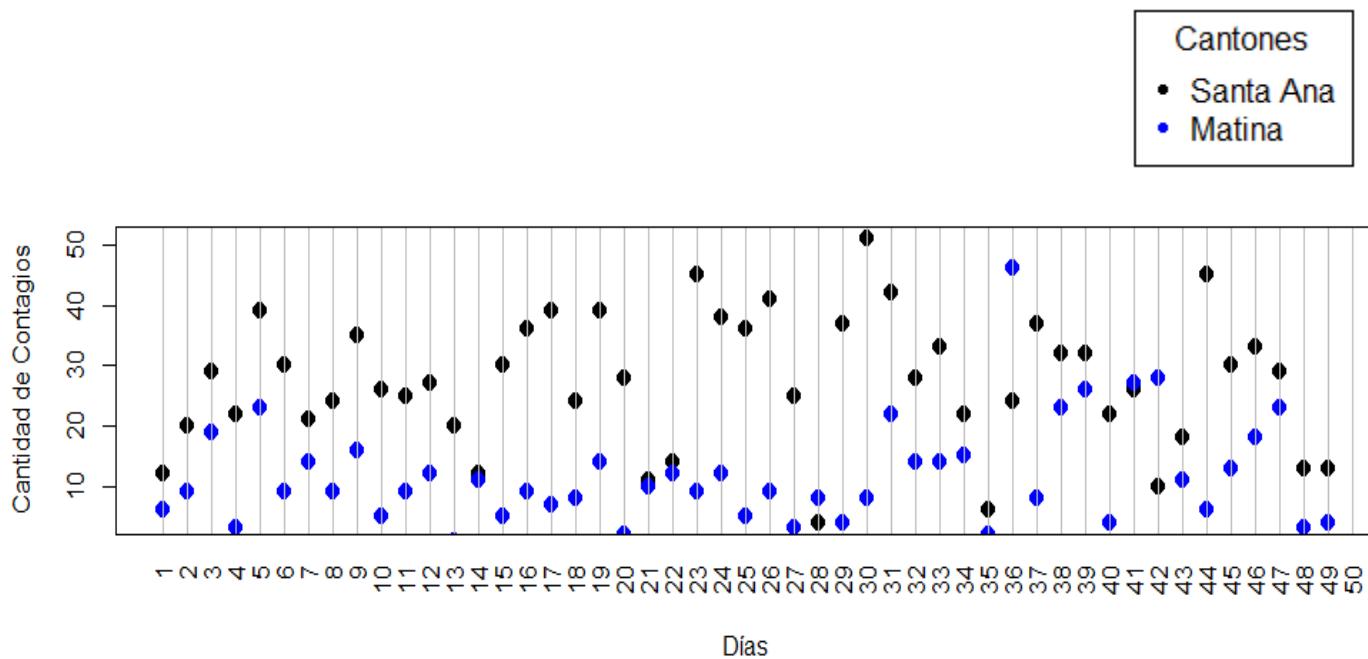


Figura 1: Comparación de contagios diarios en Santa Ana entre las semanas 18 y 24 de 2021

Fuente: Producción Propia

En la **tabla 2**, se presenta la desviación estándar calculada para los contagios diarios registrados durante la segunda ola pandémica para ambos los cantones estudiados

Cantones	Matina	SantaAna
Desviación Estándar	8.60	10.83

Tabla 2. Desviación estándar de los contagios registrados entre las semanas 18 y 24 de 2021 en los cantones de Matina y Santa Ana.

Fuente: Producción Propia

En la **tabla 3**, se presentan las modas de los contagios diarios en los cantones estudiados, lo que permite ver la cantidad de contagios diarios que más se presentó en estos cantones durante las semanas que a este estudio conciernen.

Cantones	SantaAna	Matina
Moda	N/A	9

Tabla 3. Moda de los contagios diarios registrados entre la semana 18 y 24 de 2021 en los cantones de Matina y Santa Ana.

Fuente: Producción propia

Seguidamente, en la **figura 2**, se presentan los gráficos Q-Q normales de los contagios diarios registrados separadas por cantón lo que nos permite ver la distribución de estos en los cuartiles.

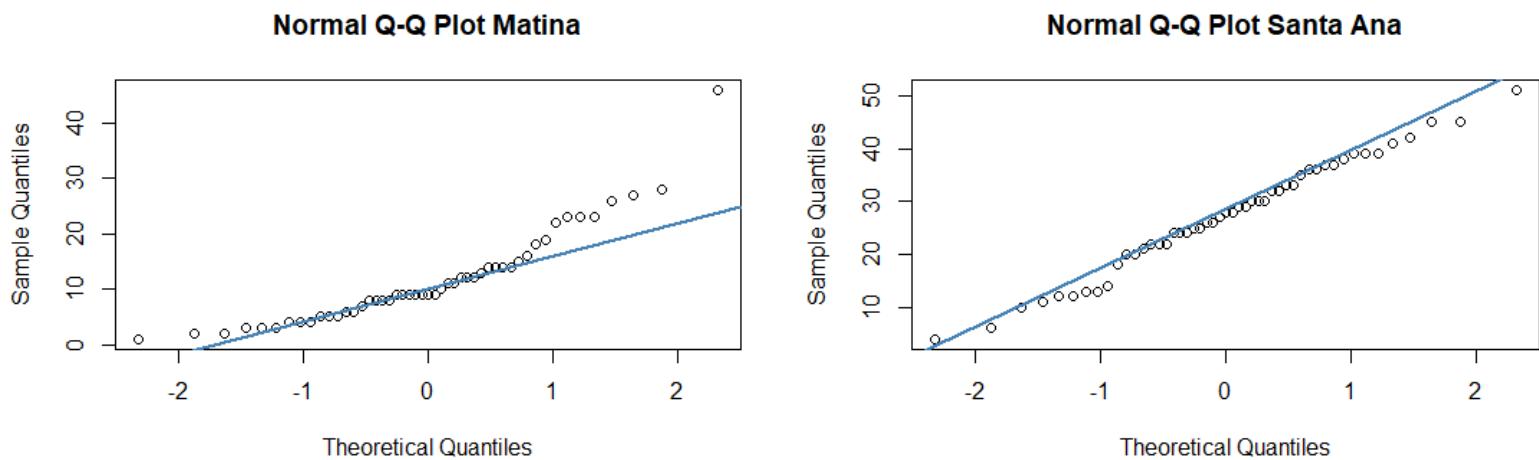


Figura 2: Gráficos Q-Q normales de los contagios diarios registrados entre la semana 18 y 24 de 2021 en los cantones de Matina y Santa Ana.

Fuente: Producción Propia

Por último, en la **figura 3**, se presenta un “boxplot” en el que se puede apreciar y comparar valores como la mediana y los valores fuera del rango del conjunto de datos correspondiente a los contagios registrados por día en los cantones de Santa Ana y Matina durante la franja de tiempo seleccionada para este estudio.

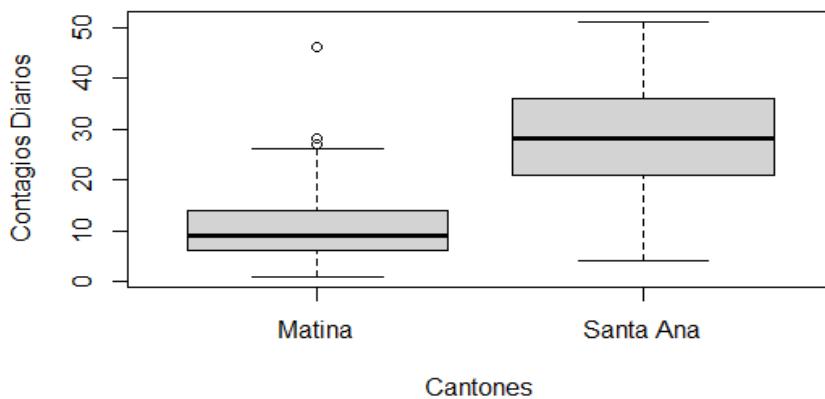


Figura 3: Comparación de contagios diarios en Santa Ana y Matina entre las semanas 18 y 24 de 2021

Fuente: Producción Propia

B. Estadística Inferencial

Para empezar, es importante saber si las muestras siguen una distribución normal para poder proseguir con la prueba *t* por lo que se realiza una prueba de Lilliefors para averiguar esto.

H_0 : Los datos de los cantones siguen una distribución normal

H_1 : Los datos de los cantones no siguen una distribución normal

Cantón	P Value
Matina	0.003673
Santa Ana	0.7411

Tabla 4. Resultados Prueba Lilliefors para probar normalidad de ambos cantones

Fuente: Producción Propia

Como se puede observar en la **Tabla 4**, en el caso de matina el valor-P es menor al grado de significancia de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se identifica que no hay normalidad en los datos correspondientes al cantón del Caribe Norte, esto impediría realizar la prueba *t* y se debería utilizar una prueba estadística no paramétrica, debido a que este curso abarca solamente pruebas estadísticas paramétricas se procederá con la prueba *t* aunque esta no tenga el peso debido por lo anteriormente mencionado.

Prueba de Contraste de Varianzas entre Santa Ana y Matina: Debido a que se obtiene un valor-P mayor a 0.05, el cual corresponde al grado de significancia, se falla rechazar la hipótesis nula y la prueba *f* demuestra que las dos muestras no cuentan con varianzas estadísticamente diferentes (**Tabla 5**), por lo cual se debe utilizar una prueba T-Student de dos colas, la cual sirve para comparar las medias de dos muestras de igual varianza estadística, y así verificar si existen diferencias significativas entre las medias de las muestras.

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

Estadistico	Valor P	Intervalo Confianza	Ratio Variancia
1.585	0.114	[0.89-2.80]	1.585

Tabla 5. Resultados Prueba F para diferencias de varianza

Fuente: Producción Propia

Prueba de diferencia de medias de dos colas: Los resultados de esta prueba de 2 colas con un grado de significancia de 0.05, representados en la **Tabla 6**, indicaron que existen diferencias significativas entre las medias los contagios diarios registrados en Matina y los registrados en Santa Ana ya que se obtiene un valor-P menor que 0.05, y se rechaza la hipótesis nula. Ahora se puede realizar una prueba T-Student de una

cola, para comparar la diferencia entre dos medias de igual varianza estadística, y así verificar si se cumple la hipótesis principal planteada en el proyecto.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Estadistico	Valor P	Intervalo Confianza	Media Matina	Media Santa Ana
-7.81	0.000000000006	[-19.37, -11.52]	11.79	27.24

Tabla 6. Resultados Prueba T para comparación de medias

Fuente: Producción Propia

Prueba de diferencia de medias de una cola: En **la tabla 7**, se muestran los resultados de la prueba T-Student al comparar las medias de las dos muestras, donde la primera media corresponde a Matina y la segunda media corresponde a Santa Ana. Debido a que el valor-P resulta mayor al nivel de significancia del 95%, correspondiente a 0.05, no hay suficiente peso estadístico para rechazar la hipótesis nula, por lo que no existe suficiente información para respaldar la hipótesis del proyecto, de que Matina cuenta con una media de casos diarios por COVID-19 mayor que Santa Ana.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

Estadistico	Valor P	Intervalo Confianza	Media Matina	Media Santa Ana
-7.81	1	[-18.73, Inf]	11.79	27.24

Tabla 7. Resultados Prueba T para comparación de medias de una cola

Fuente: Producción Propia

Prueba de diferencia de medias de una cola: Los resultados al realizar nuevamente la prueba T-Student para comparar las medias de las dos muestras pero en este caso invertidas, donde ahora la primera media corresponde a Santa Ana y la segunda media corresponde a Matina, demuestran que sí existe una diferencia estadísticamente significativa entre las mismas, como queda representado en la **Tabla 8**, debido a que resulta en un valor-P menor al nivel de significancia del 95%, correspondiente a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se favorece la hipótesis alternativa de que la media de casos diarios por COVID-19 de Santa Ana es estadísticamente mayor que la de Matina.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

Estadistico	Valor P	Intervalo Confianza	Media Matina	Media Santa Ana
-7.816	0.000000000003	[-Inf, -12.16]	11.79	27.24

Tabla 8. Resultados Prueba T para comparación de medias con hipótesis alternativa contraria

Fuente: Producción Propia

VI. Conclusiones

En este trabajo se compararon los contagios diarios registrados por COVID-19 en la población costarricense habitante de los cantones de Santa Ana y Matina, los cuales cuentan con el mayor y menor IDH a nivel nacional respectivamente, para determinar si existe relación entre un nivel de IDH bajo y una mayor cantidad de casos diarios registrados en el pico de una ola pandémica. Estas muestras se compararon por medio de una prueba T-Student y se determinó que no existen datos suficientes para determinar que la media de contagios diarios en Matina, perteneciente al Caribe Norte, sea mayor que la de Santa Ana, perteneciente al Gran Área Metropolitana (GAM). Por medio de análisis y pruebas posteriores se determinó lo contrario, que Santa Ana cuenta con una media de contagios diarios significativamente mayor que el cantón de Matina, contradiciendo la hipótesis planteada para el proyecto de que entre menor sea el IDH cantonal, mayor cantidad de casos diarios. Este efecto se debe a que, en

Latinoamérica, las grandes ciudades dentro de las zonas urbanas cuentan con una gran cantidad de personas concentradas en un solo lugar, además de que existe una gran cantidad de personas, aproximadamente un 25% de la población urbana, que habita en barrios marginales, sin acceso a servicios de agua, higiene y salud adecuados. Estos factores, junto al colapso y saturación de los servicios de salud por la gran cantidad de casos diarios y pacientes atendidos, han causado que las zonas urbanas sean las que poseen mayor número de infecciones y muertes causadas por COVID-19, en comparación con las zonas rurales. Es por esto que es importante que los gobiernos desarrollen campañas públicas para fomentar el control y desarrollo responsable de las zonas urbanas, además de brindar apoyo especial a las zonas marginales, para así prevenir que suceda una situación similar a la ocurrida con la pandemia de COVID-19 o cualquier otra situación que ponga en peligro la salud de los ciudadanos en un futuro (United Nations,s. f.). Como recomendaciones de investigaciones posteriores, se propone estudiar la calidad de las campañas de vacunación en ambos cantones pertenecientes a distintas regiones geográficas en Costa Rica, para verificar si existe una relación directa de una vacunación efectiva y una reducción de las infecciones y muertes en una pandemia.

VII. Referencias

- Evans-Meza, R., Bonilla-Carrión, R., Salvatierra-Durán, R. & González-Picado, L. (2021). *UNA PANDEMIA EN PERSPECTIVA* 84. UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA. Recuperado de: <https://uh.ac.cr/pandemia/detalle/una-pandemia-en-perspectiva-84-#:~:text=El%20descenso%20de%20esta%20tercera.de%201491%20nuevos%20pacientes%20infectados>.
- Hare, E. (2015). Working with discreteRV. Cran.R. Recuperado de: <https://cran.r-project.org/web/packages/discreteRV/vignettes/discreteRV.html>
- INEC. (2018). *Estadísticas demográficas. 2011 – 2025. Proyecciones nacionales. Población total proyectada al 30 de junio por grupos de edades, según provincia, cantón, distrito y sexo.* INEC Costa Rica. Recuperado de: https://admin.inec.cr/sites/default/files/media/repoplacev2011-2025-03_2.xlsx
- Ministerio de Salud. (2022). *LS-VS-001. Lineamientos Nacionales para la Vigilancia de la enfermedad COVID-19.* Ministerio de Salud Costa Rica. Recuperado de: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos-left/documentos-ministerio-de-salud/vigilancia-de-la-salud/normas-protocolos-guias-y-lineamientos/situacion-nacional-covid-19/lineamientos-especificos-covid-19/lineamientos-de-vigilancia-de-la-salud/4970-lineamientos-nacionales-para-la-vigilancia-de-la-enfermedad-covid-19/file>
- Ooms, J. (2022). *writexl: Export Data Frames to Excel 'xlsx' Format.* ROpenSci. Recuperado de: <https://docs.ropensci.org/writexl/>

Parra, M. C. (2022). *Variantes Delta y Alpha fueron las que dejaron más muertes por COVID-19 en el país*. Semanario Universidad. Recuperado de: <https://semanariouniversidad.com/pais/variantes-delta-y-alpha-provocaron-mas-muertes-por-covid-19-en-el-pais/>

Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. (2021). *Atlas de desarrollo humano cantonal, 2021*. UNDP. Recuperado de: <https://www.undp.org/es/costa-rica/atlas-de-desarrollo-humano-cantonal-2021>

United Nations. (s. f.). *El impacto de la pandemia en las ciudades*. Naciones Unidas. Recuperado de: <https://www.un.org/es/coronavirus/articles/covid-19-urban-world>

Wickham, H., François, R., Henry, L., Müller, K. (2022). *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. Dplyr. Recuperado de: <https://dplyr.tidyverse.org>