



## **Homicidios en Colombia: un análisis comparativo entre sexos en el tiempo.**

*Homicides in Colombia: A comparative analysis between sexes in time.*

Autor:

Danilo Zambrano Ricaurte.  
[dzambranor@ulibertadores.edu.co](mailto:dzambranor@ulibertadores.edu.co)

Dirigido por:

Wilson Sandoval Rodríguez.  
Fundación Universitaria Los Libertadores.  
2022

### **Resumen**

Los homicidios son considerados como actos de agresión extrema y en el transcurso de la historia de la humanidad uno de los sexos se ha involucrado en gran medida en este tipo de comportamiento. En Colombia, se han hecho varios esfuerzos para analizar en el tiempo los homicidios en distintas ciudades. Sin embargo, aún falta mostrar un análisis a nivel de país y analizar este comportamiento diferenciado entre los sexos. En este sentido, este estudio tuvo como objetivo realizar modelos SARIMA con los datos sobre homicidios en Colombia de enero de 2012 a diciembre de 2021. Además, se realizaron comparaciones y predicciones con base en el sexo de las víctimas de homicidio y se calcularon las diferencias absolutas medias del error entre los datos predichos y los datos reales.

*Palabras clave:* homicidios, series de tiempo, diferencias sexuales, Colombia, SARIMA.

### **Abstract**

Homicides are considered acts of extreme aggression, and in human history one of the sexes has been involved in higher rates of this kind of behaviour. In Colombia, various efforts have been made to analyse in the time the homicides in different cities. However, there is a missing analysis at a country level and analyse of this behaviour differentiated by sex. For this reason, this study aimed to perform SARIMA models with Colombian homicides data between January 2012 to December 2021. Besides, I made comparisons and predictions based on victims' sex and I calculated the mean absolute difference error of the predicted and actual data.

*Keywords:* homicides, time-series analysis, sex differences, Colombia, SARIMA.



La agresión es considerada como actos con la intención de dañar a otros y la violencia como actos extremos de agresión en las ciencias del comportamiento (Kassin et al., 2020). Hay diversas explicaciones sobre el por qué los individuos pueden realizar este tipo de comportamientos como, por ejemplo, las normas culturales respecto a los roles que desempeñan los sexos (Eagly & Steffen, 1986), en la frustración de los individuos ante una situación (Berkowitz, 1993), el aprendizaje por imitación (Bandura, 1973), en las diferencias individuales y sexuales (Archer, 2004), en la genética (Palumbo et al., 2018), en las hormonas (Dekkers, et al., 2019; Geniole, et al., 2020), en el uso recurrente de videojuegos con contenido violento (Engelhardt, et al., 2011) y en la exposición de contenido violento en los medios de comunicación (Huesmann et al., 2003), entre otros.

Sin embargo, la violencia no es exclusivamente humana como muchos han creído, por ejemplo, los primates como los chimpancés y bonobos desatan usualmente agresiones que culminan en muertes (Lukas & Huchard, 2014; Wilson et al. 2014) y, en el caso de los humanos, los hallazgos paleontológicos han mostrado que desde hace muchos años los humanos han asesinado a otros humanos (Martin et al., 2012) y, usualmente, los esqueletos de hombres muestran golpes mortales en sus cráneos (Trinkaus & Zimmerman, 1982).

Las investigaciones transculturales han encontrado este mismo patrón: hombres que matan a otros hombres (Archer, 2004) y que los hombres, a diferencia de las mujeres, presentan mayores niveles de agresión (Björkqvist, 2018). Formalmente, Wilson y Daly, (1985) denominaron a este patrón como el “síndrome del hombre joven” porque son más hombres víctimas de homicidio y, también, son más los hombres victimarios. Sin embargo, en el mundo en los últimos dos siglos se han observado descensos importantes en los homicidios (Pinker, 2012).



En Colombia, diversas instituciones llevan el registro de muertes no naturales, incluidas las causadas por homicidio, entre los que podemos encontrar: Forensis del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF, 2022), la Policía Nacional de Colombia (PONAL, 2022) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2022). Estos reportes se reportan por día de cada mes de cada año. Para efectos de este trabajo, se obtuvieron los datos de la Policía Nacional.

En el país ya se han realizado algunas aproximaciones de Análisis de Series de Tiempo sobre el tema por regiones, tales como: Bogotá de 1995 a 1997 (Villaveces et al., 2000), Barranquilla de enero de 2005 a diciembre 2015 (Guarín-Ardila et al., 2019), Cali entre enero de 2004 y diciembre de 2008 (Sánchez, et al., 2011) y Cali y Manizales de enero de 2008 a diciembre de 2015 (Nieto-Betancurt et al., 2021).

También se han realizado análisis descriptivos de los homicidios en Colombia entre 1985 y 2001 (Rodríguez, 2005), relacionando los homicidios con el conflicto interno (Brauer & Gómez-Sorzano, 2004; Brauer, et al. 2004), la protesta social (Velasco, 2006), la distribución de la violencia homicida en el pacífico (Álvarez, & González, 2012), entre otros.

Como objetivo general de este proyecto, se propuso analizar los homicidios en Colombia de enero de 2012 a diciembre de 2021 y hacer comparaciones entre los sexos.

Como objetivos específicos se planteron los siguientes:

1. Estimar modelos de series de tiempo univariadas con metodología Box-Jenkins.
2. Pronosticar cinco meses del 2022 los homicidios totales y por sexos.
3. Revisar la tendencia de homicidios con base en el sexo.



## Método

### Base de datos

Los datos fueron obtenidos de los informes estadísticos de la Policía Nacional de Colombia (PONAL, 2022) desde enero de 2012 a diciembre de 2021. Estos datos son de acceso abierto para el público en <https://www.policia.gov.co/delitos-de-impacto/homicidios>. En estos datos se encuentran: la frecuencia de homicidios por cada día de cada mes y año, la discriminación por sexos, grupos de edad, día del hecho, departamento y municipio de los hechos. Para efecto de este trabajo, se totalizaron los datos por meses y se crearon bases para las muertes totales y separadas por sexos. Igualmente, se descargó en una base a parte los datos de los homicidios de enero a mayo del 2022 para posteriormente compararlos con las predicciones de los modelos.

### Metodología y análisis de datos

En RStudio versión 2022.02.3+492 (RStudio, 2022) se realizaron los análisis. Específicamente, se realizarán las series de tiempo para observar la tendencia, la estacionalidad de los datos y se realizaron tres modelos de pronóstico (total de homicidios y separados por sexos). En este sentido, se aplicaron los procedimientos para la identificación de los modelos desde la metodología Box-Jenkins (Box et al., 1994). A continuación, se detallan las fases realizadas con cada serie de tiempo.

**Fase 1 – Identificación:** se evaluó la estacionariedad de las series de tiempo con base en las funciones de autocorrelación simple (FAS) y parcial (FAP) con base en los parámetros  $d$ ,  $D$  y  $\lambda$ . Con base en los datos, se realizó una diferencia y se evaluó nuevamente la estacionariedad y se seleccionaron los parámetros  $p$ ,  $q$ ,  $P$  y  $Q$  de los



modelos. Se realizó una descomposición de la serie de tiempo y se encontró que había estacionalidad, por lo tanto, se prosiguió a identificar el modelo SARIMA que mejor se ajustara a los análisis y que sugieren Brockwell y Davis (2016) realizar cuando se encuentra estacionalidad.

**Fase 2 – Estimación de parámetros y contrastes del modelo:** específicamente, se partió desde un modelo SARIMA para identificar el modelo que mejor se ajustaba.

**Fase 3 – Verificación, diagnóstico y validación del modelo:** los modelos seleccionados se verificaron a partir del análisis de los residuos gráficamente, el test de independencia Ljung-Box, el test de aleatoriedad de Runs y la normalidad de los datos a partir del test Jarquq-Bera.

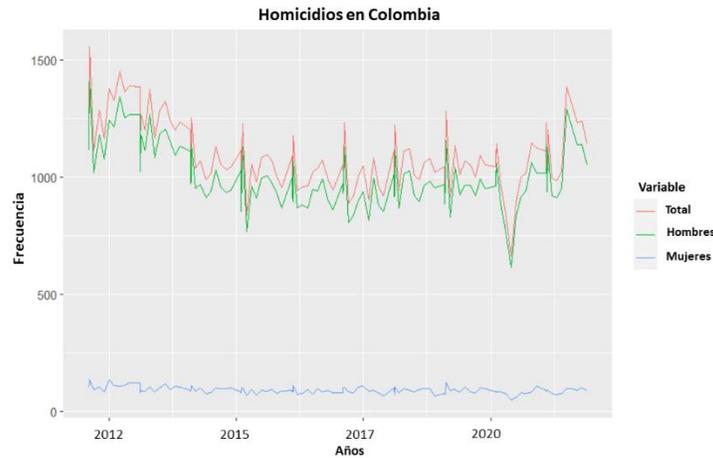
**Fase 4 – Predicción:** con base en el mejor modelo seleccionado, se realizaron las predicciones a 5 meses (de enero a mayo de 2022) de los homicidios en Colombia. Posteriormente, se obtuvieron los datos de homicidios de enero a mayo de 2022 y se calculó el *Root Mean Square Error* y el *Mean Absolute Percentage Error* entre las predicciones de cada serie con los datos actuales. Este se calcula dividiendo el error absoluto de cada periodo dividido por los valores observados de cada periodo. Este parámetro ayuda a evaluar la precisión de una predicción e indica cuánto error hay entre la predicción y los datos reales (McKenzie, 2011; Myttenaere et al., 2016).

## Resultados

Inicialmente, se graficaron las series de tiempo de los homicidios en Colombia comprendidos desde enero del 2012 a diciembre del 2021 totales y por sexos como se aprecia en la figura 1.

## Figura 1

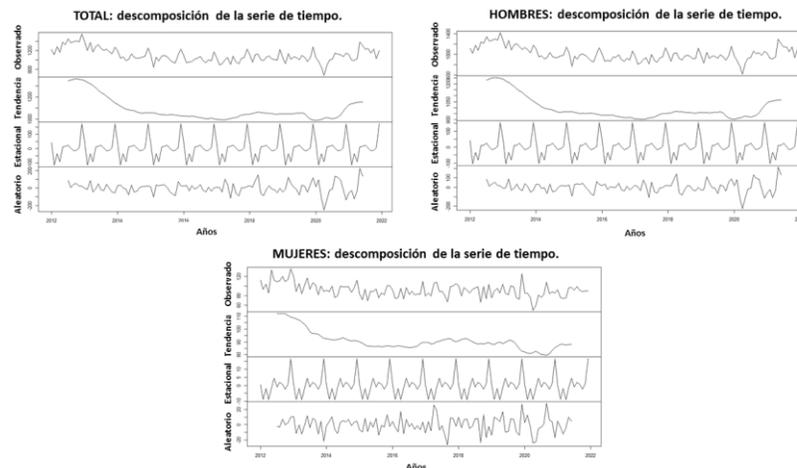
*Homicidios en Colombia entre enero de 2012 y diciembre de 2021 (total, hombres y mujeres)*



Posteriormente, se realizó una descomposición por cada una de las series (el total de homicidios y divididos por sexo) y se observó que las tres series presentaban un comportamiento estacional, específicamente, los meses de diciembre de cada año se presentó un aumento en los homicidios (figura 2).

## Figura 2

*Descomposición de las series: total, hombres y mujeres*



Por lo tanto, se procedió a realizar una diferencia en cada serie para poder realizar modelos SARIMA. Posteriormente, se realizó el test Dickey-Fuller a cada una de las series

con una diferencia estacional y se encontró que eran estacionarias como se aprecia en la tabla 1.

**Tabla 1**

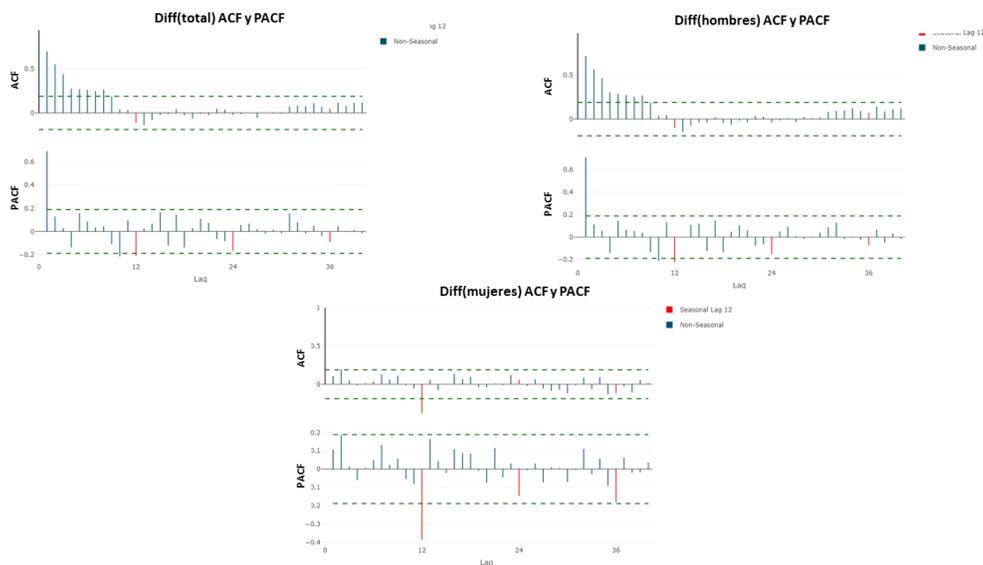
*Pruebas de Dickey-Fuller para cada una de las series de tiempo*

Serie	Test Dickey Fuller	P valor
Total	-3,865	0,01839
Mujeres	-4,4941	0,01
Hombres	-3,892	0,01705

Después, se procedió a la identificación de los modelos basados en los ACF y PACF (figura 3) para cada serie de tiempo.

**Figura 3**

*ACF y PACF de las series: total, hombres y mujeres*



Posteriormente, como se observa en la tabla 2, se testearon los modelos con los BIC, los test de independencia, de aleatoriedad y normalidad de cada modelo y se encontró que para la variable total el mejor modelo fue el SARIMA (10,0,0) x (1,1,0)<sub>12</sub>, para los hombres el SARIMA (10,0,1) x (1,1,0)<sub>12</sub> y para las mujeres el SARIMA (0,0,2) x (1,1,1)<sub>12</sub>.

**Tabla 2**

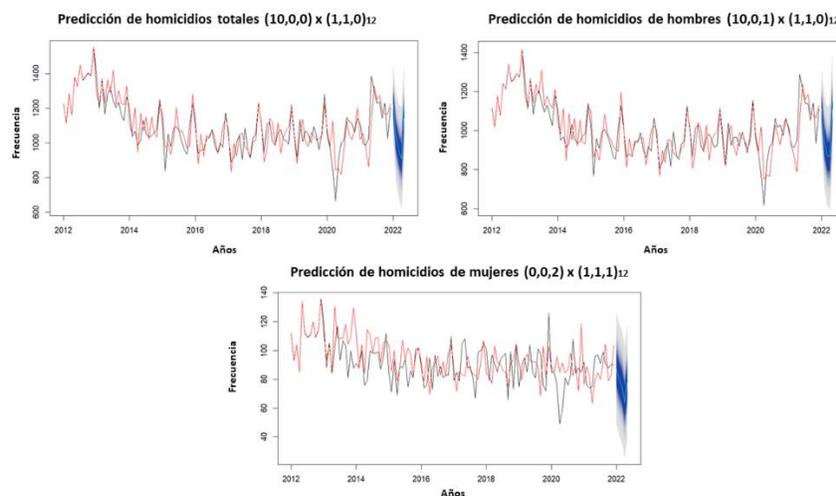
*Criterios de selección de los modelos SARIMA para cada una de las series*

Serie	Modelos	BIC	Independencia a Ljung-Box	Aleatoriedad de Runs-Test	Normalidad de Jarque-Bera
Total	$(0,0,1) \times (1,1,0)_{12}$	1324,358	3,03E-08	0,1453	0,05875
	$(10,0,0) \times (1,1,0)_{12}$	1371,313	2,20E-16	1,12E-05	2,93E-05
	$(10,0,0) \times (1,1,1)_{12}$	1306,687	0,8311	0,7937	0,00243
Mujeres	$(0,0,2) \times (0,1,1)_{12}$	920,554	0,002871	0,9976	0,4522
	$(0,0,2) \times (1,1,1)_{12}$	907,115	0,3108	0,5281	0,7101
Hombres	$(1,0,1) \times (1,1,0)_{12}$	1278,723	0,02233	0,77	0,001498
	$(10,0,1) \times (1,1,0)_{12}$	1301,392	0,9608	0,8926	0,005566

Una vez seleccionados los modelos con base en los criterios de ajuste, se procedió a hacer la predicción de cada una de las series a 5 meses con unas bandas de confianza del 95% como se observa en la figura 4. Se tomó la decisión de hacer la predicción a 5 meses por que se tenía acceso a los datos de homicidios reales de enero a mayo de 2022 y para, posteriormente, poder hacer comparaciones entre las predicciones y los datos reales.

**Figura 4**

*Predicción a cinco meses (enero-mayo de 2022) del total de homicidios y divididos por sexo*





Finalmente, con base en las predicciones y los datos reales se calcularon los *Root Mean Square Error* (RMSE) y los *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) entre las predicciones de los modelos SARIMA y los datos reales del total, de hombres y de mujeres como se aprecia en la tabla 3. Los resultados indican que las predicciones de los tres modelos propuestos para cada una de las series de tiempo son ajustadas. Es decir, las diferencias absolutas promedio entre los valores pronosticados y los valores reales en cada serie son pequeñas.

**Tabla 3**

*Root Mean Square Error (RMSE) y Mean Absolute Percentage Error (MAPE) de las tres series.*

Serie	RMSE	MAPE
Total (10,0,0) x (1,1,1) <sub>12</sub>	116,43	0,08
Hombres (10,0,1) x (1,1,0) <sub>12</sub>	107,16	0,09
Mujeres (0,0,2) x (1,1,1) <sub>12</sub>	17,79	0,13

### Discusión

El propósito de este estudio fue analizar los homicidios en Colombia de enero de 2012 a diciembre de 2021 y hacer comparaciones entre los sexos. En este sentido, los datos descriptivos muestran que, efectivamente, los hombres se involucran en mayores conductas extremas de agresividad y que son más los hombres víctimas de homicidios como lo han señalado anteriormente otros estudiosos (por ejemplo, Wilson & Daly, 1985; Archer, 2004; Björkqvist, 2018).

En términos descriptivos, se pudo apreciar que los homicidios tendían a disminuir en el tiempo como se ha encontrado en otros estudios (por ejemplo, ver Lafree et al., 2015),



aunque en Colombia el promedio de muertes violentas es aún más alto que el promedio mundial (Gaviria, 2000; Oficina de las Naciones Unidas con la Droga y el Crimen - UNODC-, 2019) y, como podemos apreciar en la figura 1, después del confinamiento por la pandemia, desde finales del 2020 se dispararon las muertes violentas.

Por otro lado, los datos muestran que hay estacionalidad en los datos recolectados entre enero de 2012 y diciembre de 2012 donde se puede apreciar que, en total, los homicidios en Colombia tienden a aumentar considerablemente en el mes de diciembre cada año. En este sentido, se tuvo que realizar modelos SARIMA debido a la estacionalidad en las series analizadas, lo cual es recomendado (ver, Brockwell & Davis, 2016).

Al realizar modelos SARIMA, se puede evidenciar que con las series estacionalizadas los parámetros estimados mejoran considerablemente. Además, se muestra que este tipo de modelos se puede aplicar para analizar los homicidios en Colombia que suelen mostrar aumentos significativos en los meses de diciembre en cada año. Adicionalmente, se encontraron diferencias absolutas promedio pequeñas entre los valores pronosticados y los valores reales de las series total y dividida por sexos.

Finalmente, como sugerencia para futuras investigaciones, se propone que se realicen análisis de series de tiempo multivariadas las cuales permiten analizar varias series de tiempo al mismo tiempo (ver Lütkepohl, 2005) y se incorporen otras variables que ayuden a explicar los homicidios como la edad (Rennó-Santos et al., 2019), el nivel educativo (Carmichael et al., 2019), el estatus socioeconómico (Males, 2015), entre otras., que permitan mejorar el entendimiento de esta problemática social y que puedan conducir a estrategias para mitigar su presentación en el contexto Colombiano.



## Referencias

- Álvarez, C. & González, C. (2012). Análisis espacial de la violencia homicida en el pacífico colombiano. *Revista De Economía & Administración*, 9(1), 69-85.
- Archer, J. (2004). Sex differences in aggression in real-world settings: a meta-analytic review. *Review of General Psychology*, 8(4), 291-322.  
<https://doi.org/10.1037%2F1089-2680.8.4.291>
- Bandura, A. (1973). *Aggression: A social learning theory analysis*. Prentice-Hall.
- Berkowitz, L. (1993). *Aggression: Its causes, consequences and control*. Temple University Press.
- Björkqvist, K. (2018). Gender differences in aggression. *Current Opinion in Psychology*, 19, 39-42. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.03.030>
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (1994). *Time Series Analysis; Forecasting and Control* (3rd Edition). Prentice Hall.
- Brauer, J., & Gómez-Sorzano, A. G. (2004). Homicide cycles in Colombia, 1950-1999. *International Journal of Applied Econometrics and Quantitative Studies*, 1(1), 29-50.
- Brauer, J., Gómez-Sorzano, A. G., & Sethuraman, S. (2004). Decomposing violence: political murder in Colombia, 1946–1999. *European Journal of Political Economy*, 20(2), 447-461. <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2003.06.003>
- Brockwell, P. J. & Davis, R. A. (2016). *Introduction to time series and forecasting* (3<sup>rd</sup> Ed.). Springer.
- Carmichael, H., Steward, L., & Velopulos, C. G. (2019). It doesn't just happen to “Other” people – An exploration of occupation and education level of women who die from intimate partner violence. *The American Journal of Surgery*, 218(4), 744-748.  
<https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2019.07.021>
- Dekkers, T. J., van Rentergem, J. A. A., Meijer, B., Popma, A., Wagemaker, E., & Huizenga, H. M. (2019). A meta-analytical evaluation of the dual-hormone



- hypothesis: Does cortisol moderate the relationship between testosterone and status, dominance, risk taking, aggression, and psychopathy? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 96, 250-271.  
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.12.004>
- Eagly, A. & Steffen, V. J. (1986). Gender and aggressive behavior: A meta-analytic review of the social psychological literature. *Psychological Bulletin*, 100, 309–330.  
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.100.3.309>
- Engelhardt, C. R., Bartholow, B. D., Kerr, G. T., & Bushman, B. J. (2011). This is your brain on violent video games: Neural desensitization to violence predicts increased aggression following violent video game exposure. *Journal of Experimental Social Psychology*, 47(5), 1033-1036. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2011.03.027>
- Gaviria, A. (2000). Increasing returns and the evolution of violent crime: the case of Colombia. *Journal of Development Economics*, 61(1), 1-25.  
[https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(99\)00059-0](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(99)00059-0)
- Geniole, S. N., Bird, B. M., McVittie, J. S., Purcell, R. B., Archer, J., & Carré, J. M. (2020). Is testosterone linked to human aggression? A meta-analytic examination of the relationship between baseline, dynamic, and manipulated testosterone on human aggression. *Hormones & Behavior*, 123, 104644.  
<https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2019.104644>
- Guarín-Ardila, J. A., Montero-Ariza, R., Astudillo-García, C. I., Fernández-Niño, J. A. (2020). Homicides during the Barranquilla carnival, Colombia: A 10 year time-series analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(35), 1-10. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010035>
- Huesmann, L. R. (2007). The impact of electronic media violence: Scientific theory and research. *Journal of Adolescent Health*, 41(6), 6-13.  
<https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.jadohealth.2007.09.005>
- INMLCF (2022) Homicidios. Colombia, años 2016 a 2019. Consultado el 24 de marzo de 2022: <https://www.datos.gov.co/Justicia-y-Derecho/Homicidios-Colombia-a-os-2016-a-2019/vtub-3de2/data>



- Kassin, S., Fein, S., & Markus, H. R. (2020). *Social psychology* (11th Ed.). CENGAGE.
- LaFree, G., Curtis, K., & McDowall, D. (2015). How effective are our “better angels”? Assessing country-level declines in homicide since 1950. *European Journal of Criminology*, 12(4), 482–504. <https://doi.org/10.1177/1477370815584261>
- Lukas, D. & Huchard, E. (2014). Sexual conflict. The evolution of infanticide by males in mammalian societies. *Science*, 346, 841–844.  
<https://doi.org/10.1126/science.1257226>
- Lütkepohl, H. (2005). *New introduction to multiple time series analysis*. Springer.
- Males, M. (2015). Age, poverty, homicide, and gun homicide: Is young age or poverty level the key issue? *Sage Open*. <https://doi.org/10.1177/2158244015573359>
- Martin, D. L., Harrod, R. P., & Pérez, V. R. (Eds.) (2012). *The bioarchaeology of violence*. University Press of Florida.
- McKenzie, J. (2011). Mean absolute percentage error and bias in economic forecasting. *Economics Letters*, 113(3), 259-262. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2011.08.010>
- Myttenaere, A., Golden, B., Le Grand, B., & Rossi, F. (2016). Mean Absolute Percentage Error for regression models. *Neurocomputing*, 192(5), 38-48.  
<https://doi.org/10.1016/j.neucom.2015.12.114>
- Nieto-Betancurt, L., Fandiño-Losada, A., Ponce de León, A., Pacichana, S. G., & Gutiérrez-Martínez, M. I. (2021). Seasonal and temporal patterns of homicides and suicides in Cali and Manizales, Colombia: A times-series analysis 2008–2015.



*Archives of Suicide Research*, 30, 1-20.

<https://doi.org/10.1080/13811118.2021.1967235>

Palumbo, S., Mariotti, V., Iofrida, C., & Pellegrini, S. (2018). Genes and aggressive behavior: Epigenetic mechanisms underlying individual susceptibility to aversive environments. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 12, 117.

<https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00117>

Pinker, S. (2012). *Los ángeles que llevamos dentro. El declive de la violencia y sus implicaciones*. Paidós.

Rennó-Santos, M., Testa, A., Porter, L. C., & Lynch, J. P. (2019). The contribution of age structure to the international homicide decline. *PLOS ONE*, 14(10): e0222996.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222996>

Rodríguez, M. A. (2005). Algunas características de la mortalidad por homicidio en Colombia: 1985 a 2001. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(2), 38-44.

RStudio Team. (2021). RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio. PBC, Boston, MA. <http://www.rstudio.com/>

Sánchez, A. I., Villaveces, A., Krafty, R. T., Park, T., Weiss, H. B., Fabio, A., Puyana, J. C., & Gutiérrez, M. I. (2011). Policies for alcohol restriction and their association with interpersonal violence: A time-series analysis of homicides in Cali, Colombia. *International Journal of Epidemiology*, 40, 1037-1046.

<https://doi.org/10.1093/ije/dyr051>



Trinkaus, E., & Zimmerman, M. R. (1982). Trauma among the Shanidar Neandertals.

*American Journal of Physical Anthropology*, 57, 61-76.

<https://doi.org/10.1002/ajpa.1330570108>

UNODC (2019). *Estudio mundial sobre el homicidio. Resumen ejecutivo*. Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. Recuperado de

[https://www.unodc.org/documents/ropan/2021/HOMICIOS\\_EN\\_ESPANOL.pdf](https://www.unodc.org/documents/ropan/2021/HOMICIOS_EN_ESPANOL.pdf)

Villaveces, A., Cummings, P., Espitia, V. E., Koepsell, T. D., McKnight, B., &

Kellermann, A. L. (2000). Effect of a ban on carrying firearms on homicide rates in 2 colombian cities. *JAMA*, 283(9), 1205-1209.

<https://doi.org/10.1001/jama.283.9.1205>

Velasco, M. (2006). Cambio institucional y protesta social en Colombia 1964-2000:

análisis de series de tiempo. *Colombia Internacional*, 63(1), 70-87.

<https://doi.org/10.7440/colombiaint63.2006.03>

Wilson, M., Boesch, C., Fruth, B. et al. (2014). Lethal aggression in Pan is better explained by adaptive strategies than human impacts. *Nature* 513, 414-417.

<https://doi.org/10.1038/nature13727>

Wilson, M., & Daly, M. (1985). Competitiveness, risk taking, and violence: The young male syndrome. *Ethology & Sociobiology*, 6(1), 59-73.

[https://doi.org/10.1016/0162-3095\(85\)90041-X](https://doi.org/10.1016/0162-3095(85)90041-X)