



ESCUELA INTERNACIONAL DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
ECONOMÍA Y FINANZAS INTERNACIONALES

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
ECONOMISTA CON ÉNFASIS EN FINANZAS INTERNACIONALES

**Crimen y Crecimiento Económico en Latinoamérica 2000-2019:
Una aproximación desde Panel Dinámico**

Directores:

Martha Misas Arango

David Stivens Siervo

Presentado por:

Juan Paulo Arias Castillo

Miguel Esteban Gaona Cardona

Chía, Noviembre 24 de 2021

Agradecimientos

A nuestros directores, Martha Misas y David Siervo, les damos las gracias por la formación que nos han brindado como economistas, la cual nos ha permitido llegar hasta este punto de manera satisfactoria. Desde cada enseñanza en econometría hasta cada punto y tilde. Gracias por querer hacer parte de este proyecto.

Gracias a nuestros amigos cercanos por apoyarnos en nuestros mejores y peores momentos a través de la escritura de este documento. Por sus comentarios y recomendaciones para que nuestra tesis sea cada vez mejor.

También agradecemos a nuestras familias, las cuales han sido nuestro apoyo incondicional en cada una de nuestras etapas en la vida. Por confiar en nosotros y siempre ser ese nido de inspiración para cada una de nuestras acciones.

Finalmente, damos las gracias a los profesores que nos marcaron como estudiantes y a la Universidad de La Sabana, por ser ese centro de formación en el cual nos hemos desarrollado como profesionales y personas.

Resumen:

La presente investigación tiene como objetivo encontrar si existe alguna relación significativa entre el crecimiento económico y el crimen en 16 países de Latinoamérica durante los años 2000 y 2019. Se utiliza un modelo de crecimiento endógeno basándose en el expuesto por Uzawa-Lucas, donde se le realiza una transformación para incluir el crimen. Se escogen como variables el crecimiento económico per cápita, la tasa de crecimiento del capital físico, gasto privado en educación como aproximación del capital humano, y homicidios por cada 100,000 habitantes como variable de crimen. Se estimaron los coeficientes por medio del MGM en diferencias, donde se encuentra que la variable de crimen no es significativa. Adicionalmente, se concluye que el capital humano se destruye en un periodo rezagado.

Palabras Claves: *Crecimiento económico, Crimen, Panel en Latinoamérica, MGM, Modelo de Uzawa-Lucas.*

Abstract:

The objective of this research is to find if there is any significant relationship between economic growth and crime in 16 Latin American countries between 2000 and 2019. An endogenous growth model was used based on the one presented by Uzawa-Lucas, where a transformation was made to include crime. Economic growth per capita, the growth rate of physical capital, consumer expenditure on education as a proxy for human capital, and intentional homicides per 100,000 people were used as the crime variable. The coefficients were estimated by GMM in differences, where it was found that the crime variable is not significant. Additionally, it was concluded that human capital is destroyed in a lagged period.

Keywords: *Economic Growth, Crime, Latin-American Panel, GMM, Uzawa-Lucas Model*

Clasificación JEL: C23, I25, J24, O41, O54

1. Introducción

A través de los últimos dos siglos, el estudio del crecimiento económico ha incrementado su importancia dada su relevancia al momento de la toma de decisiones por parte de los hacedores de política. Varios economistas, como Lucas (1988), Mankiw et al. (1992), Romer (1986), Solow (1956, 1957), Uzawa (1965), han planteado modelos donde se han introducido diferentes variables con el fin de tener un amplio espectro sobre los posibles factores que afecten al crecimiento económico de una nación. Una de las variables que se ha tenido en cuenta en las últimas décadas, ha sido el crimen. El cual podría llegar a tener grandes consecuencias tanto del punto de vista económico como del punto de vista social y político.

Teniendo en cuenta lo anterior, al analizar las diferentes zonas del globo, llama la atención el caso de América Latina. Los años ochenta y noventa, con el auge de los grupos armados al margen de la ley o las redes de narcotráfico, se acapararon los focos de la comunidad internacional en la región. Sin embargo, el nuevo siglo abrió las puertas para que la recuperación económica y la reconstrucción social se diera. La mayoría de los países experimentaron tasas anuales de crecimiento cercanas al 4%, donde las tasas de pobreza llegaron a disminuir y los mismos ciudadanos incrementaron sus niveles en salud y educación (Jaitman, 2017).

No obstante, América Latina sigue siendo una de las regiones que más se ve afectada por el crimen y la violencia. Según cifras publicadas por Muggah & Aguirre (2018), en su informe *Citizen security in Latin America: Facts and Figures* del Instituto Igarapé, “Latin America is home to 8% of the world’s population yet experiences 33% of the world’s homicides” [América Latina es el hogar del 8% de la población mundial, pero experimenta el 33% de los homicidios del mundo] (p.2). Lo anterior demuestra la concentración de los homicidios en esta zona, especialmente al comparar con el promedio mundial de homicidios por cada 100,000 habitantes para 2017 que fue de 7.0, mientras que para la región latinoamericana fue de 21.5 (Muggah & Aguirre, 2018).

Las estadísticas que ayudan a medir el crimen y la violencia no son favorables para el continente. Dentro del informe del Instituto Igarapé, de los 20 países con índices más altos de homicidios del mundo, 17 se encuentran en América Latina y el Caribe, siendo los casos de Honduras, El Salvador y Guatemala, tres de los países con mayores índices en la región y el mundo. A pesar de la situación actual de América Latina, no se prevé que vaya a disminuir en los próximos años de acuerdo con Muggah & Aguirre, (2018), donde las proyecciones muestran que para el 2030 se tendrán 39.6 homicidios por cada 100.000 habitantes, llegando a superar cinco veces la cifra del índice a nivel mundial.

Como lo explica Lira (2000), en una sociedad donde existen altos índices de criminalidad, los individuos llegan a cambiar su comportamiento para evitar que se vean afectados por actividades criminales. Los hogares empiezan a gastar más en métodos de protección más eficientes, las empresas tienden a reducir la inversión mientras incurren en pérdidas de productividad. Y finalmente, los gobiernos cambian los montos asignados a los diferentes sectores con el fin de poder abordar y solucionar esta problemática. Según Jaitman, (2017) se llegó a “calcular el costo promedio del crimen en Latinoamérica como un 3,6% del PIB, que a su vez, representa el gasto en infraestructura y el ingreso del 30% más pobre de la región” (p.18).

Por lo anterior, es importante explorar, a través de un modelo endógeno, la relación del crimen, visto desde los homicidios, con el crecimiento económico. Dentro de la literatura, se presenta una gran variedad de resultados sobre la existencia de una relación entre crimen y crecimiento económico. No obstante, dado lo particular del contexto latinoamericano, consideramos relevante examinar la veracidad de dicha relación en las naciones de la región. El presente trabajo se desarrolla de la siguiente manera: en la Sección 2 se presenta la revisión de literatura, en la Sección 3 la descripción de la información, en la Sección 4 la metodología econométrica de estimación, en la Sección 5 la presentación y análisis de los resultados y finalmente, en la Sección 6 se presentan las conclusiones.

2. Revisión de literatura

En primera instancia, fue necesaria una revisión sobre las diferentes corrientes que se tienen sobre el origen del crimen, donde se encontraron dos grandes corrientes: i) el crimen es producto de una rutina y por tanto requiere de condiciones para que se produzca, y, por otro lado, ii) el crimen es una decisión racional bajo ciertas condiciones.

En primer lugar, se define que para que el crimen se geste es necesario que se cumplan tres condiciones “(1) motivated offenders, (2) suitable targets, and (3) the absence of capable guardians against a violation” [(1) delincuentes motivados, (2) objetivos adecuados, y (3) la ausencia de guardianes capaces de evitar una violación] (Cohen & Felson, 1979, p. 589). En cuanto a la primera corriente, se ha encontrado que actividades tales como ocio, estudio o trabajo pueden disminuir la probabilidad de que los criminales encuentren una víctima, y a su vez disminuir la exposición al crimen (S. Messner & Blau, 1987).

También se encontró que los crímenes aumentan bajo la existencia de espacios donde los victimarios y los criminales puedan compartir, es decir, lugares y tiempos donde se puede identificar el objetivo y donde el crimen pueda funcionar de manera conjunta (Roncek & Maier, 1991). Por otro lado, también se ha encontrado que los resultados encontrados son más débiles cuando se incluyen variables fuera del comportamiento de la sociedad, en donde estas últimas explican mejor el crimen, a comparación de la exposición al crimen, objetivos adecuados y lugares donde el crimen converge (Mietthe et al., 1991).

En la segunda corriente sobre el origen del crimen, Becker (1968) argumenta que el crimen es producto de una decisión racional y por tanto de una maximización de utilidad. En la maximización se consideran los posibles costos y beneficios de cometer el acto criminal, en el cual se establece que los costos dependen de la probabilidad de ser condenado o tener un castigo. Se llegan a cometer actos criminales si la utilidad esperada en los actos criminales es mayor que la utilidad obtenida al enfocarse en actividades no criminales.

Esta teoría se ha estudiado en diferentes ocasiones, por ejemplo Jawadi et al. (2021) encontraron que cuando existe un mercado laboral con altas tasas de remplazo y bajo desempleo esto afectará negativa y significativamente al crimen, en especial a los crímenes violentos, en donde se pueden buscar mayores beneficios en el mercado laboral legal que en las actividades ilegales. También se halló que el promedio de educación tiene efectos negativos, pero no significativos sobre el crimen, pero el efecto a largo plazo de la educación siendo esta la acumulación de capital humano, sí tiene un efecto negativo y significativo sobre el crimen, por lo que se encontrarán mayores beneficios a través de la acumulación de capital humano que en las actividades criminales (Ochsen, 2010). A su vez, se ha encontrado que el efecto del desempleo en el crimen es contemporáneo, y puede afectar al crimen en el largo plazo, conjuntamente que choques en el crecimiento pueden afectar negativamente al crimen en el largo plazo, mientras que choques en el crimen afectan negativamente el crecimiento y positivamente al desempleo (Jawadi et al., 2021).

En los diferentes modelos de crecimiento, el estado estacionario, que es el estado donde la economía alcanza una tasa máxima de crecimiento incluso cuando los factores siguen aumentando, podrá cambiar a partir de cambios tecnológicos, cambios en la acumulación de capital físico o cambios en la acumulación de capital humano, esto dependiendo de qué modelo se esté trabajando. En primer lugar, se tiene el modelo de Solow (1956, 1957), en donde se expresa el crecimiento a través de una función de producción Cobb-Douglas, en la cual la tecnología (A) multiplica al capital (K) y al trabajo (L). De este modo, bajo ciertas restricciones, en el estado estacionario solo cambios tecnológicos pueden cambiar el crecimiento más allá de un cambio en niveles.

En segundo lugar, Mankiw et al. (1992) modifican el modelo anterior introduciendo el capital humano (H) dentro de la función de producción tipo Cobb-Douglas, en este modelo, el crecimiento en el estado estacionario se ve afectado de manera positiva por un cambio en la tecnología (A) y cambios en la inversión en capital humano. En tercer lugar, Romer (1986) hace una modificación al primer modelo donde los rendimientos del capital son exactamente uno, y dada la restricción de que los rendimientos de los factores de capital y trabajo son constantes a escala, entonces el modelo se convierte en un modelo lineal donde la tecnología

(A) multiplica al capital (K). En este modelo, el capital afecta al crecimiento en el estado estacionario.

En cuarto lugar, Uzawa (1965) y Lucas (1988) introducen dentro de la función de producción el capital humano (H), donde se diferencia del modelo de Mankiw et al. (1992) en tanto que el trabajo (L) es completamente remplazado por el capital humano. De este modo, la función de producción Cobb-Douglas en niveles está dada por la *ecuación 2.1*.

$$Y = AK^\alpha(uhl)^{1-\alpha} \quad (2.1)$$

Mientras que la *ecuación 2.2*, se muestra en términos per cápita.

$$y = Ak^\alpha(uh)^{1-\alpha}h_a^\beta \quad (2.2)$$

Donde, Y es el crecimiento en niveles, y es el crecimiento per cápita, A es la tecnología, K es el capital físico en niveles, k es el capital físico per cápita, h es el capital humano visto como la productividad de un trabajador, u es el tiempo que el trabajador ocupa en la producción, al mismo tiempo $(1 - u)$ es el tiempo que el trabajador asigna en la acumulación de capital humano, se introduce en términos per cápita h_a como la externalidad del capital humano, en donde $h_a = h$ y L es trabajo (Lucas, 1988). En este modelo el capital humano afecta al estado estacionario de manera positiva.

Desde lo empírico, Bernanke & Gürkaynak (2001) y Arnold et al. (2011), hicieron un modelo conjunto entre Solow y Uzawa-Lucas, en donde encontraron que la convergencia al estado estacionario es más rápida en el modelo de Uzawa-Lucas que en el modelo de Solow. También, Mankiw et al. (1992) y Bernanke & Gürkaynak (2001) rechazaron que en el largo plazo, el crecimiento económico y el factor total de productividad no tienen correlación con las inversiones tanto en capital físico como en capital humano, siendo la ausencia de correlación una de las restricciones del modelo de Solow. Hartwig (2014) estudió los datos para 20 países de la OCDE desde 1970 hasta el 2005, con el modelo de crecimiento endógeno de Uzawa-Lucas, donde se consideró el capital físico como la acumulación del capital físico y tomó capital humano como el gasto público en educación. Posterior a esto, se realizó un

panel dinámico y se estimó a través de un sistema MGM, en el que se encontró que el capital humano impacta positivamente al crecimiento per cápita, así como que el efecto del capital físico sobre el crecimiento es positivo, confirmando el modelo de Uzawa-Lucas.

Es necesario considerar una aproximación al capital humano que evalúe la calidad de la educación, dado que de no hacer se pueden encontrar coeficientes no significativos o negativos de esta variable sobre el crecimiento, tal es el caso de Benhabib & Spiegel (1994) y Bils & Klenow (2000) que usaron como aproximación al capital humano la variable de escolarización.

Teniendo en cuenta las diferentes teorías sobre el crimen, la escogencia sobre cuál sería aquella variable que representaría el crimen fue basada en numerosos artículos como Wellford (1974), Krohn (1978), Messner (1983), Williams (1984), Fajnzylber et al. (1998), Fajnzylber et al. (2000), Soares (2004), Kumar (2013) y Anser et al. (2020). Cada uno de estos autores llegan a la conclusión de que la variable de homicidios por cada 100.000 habitantes, sería adecuada dado que presenta una correlación fuerte con otras variables de crimen tales como hurto, robo, secuestro, destrucción a propiedad física, entre otros (Fajnzylber et al., 2000).

No obstante, aunque los argumentos por los cuales se seleccionó esta variable fueron homogéneos, los resultados difieren entre ellos. Dentro de las conclusiones vemos que existen tres casos posibles sobre la significancia del crimen sobre el crecimiento económico: efectos positivos, efectos negativos o que la variable no es significativa. Existen diferentes razones que podrían explicar estos resultados. Primero, el nivel de agregación de los individuos del cual se parte para realizar el estudio, debido a que, por temas de heterogeneidad, es diferente tomar cierto número de países a tomar regiones administrativas de un mismo país. Esto afecta el resultado en el punto que toda la información es medida de la misma forma y por la misma entidad, y que en general tienen características muy relacionadas que hacen que las conclusiones sean más consistentes.

En segundo lugar, una de las razones por la cual los resultados pueden diferir en su significancia y signo, es por los años de estudio. Tal y como lo estipula Muggah & Aguirre (2018), “durante las décadas de 1980 y 1990, las estrategias de los gobiernos nacionales, estatales y municipales para combatir el crimen organizado y la violencia juvenil fueron creciendo dado a las incontrolables tasas de homicidios e inseguridad” (p.20). Por lo cual, llega a tener lógica que en modelos donde se tengan en cuenta esos años, el crimen sí llegó a ser significativo y negativo con relación al crecimiento económico. No obstante, aunque en el siglo XXI no se ha erradicado totalmente el crimen en América Latina, no llega a ser semejante con el nivel alcanzado entre las décadas de 1980 y 1990. Por ende, resultados no significativos, podrían responder ante un proceso de costumbre donde el crimen no es una variable inesperada al momento de formular y evaluar diversas políticas públicas en la región.

Tercero y último, según Soares (2004) “se sabe que los datos oficiales subestiman en gran medida las tasas reales de delincuencia, y esto puede constituir un problema grave si el grado de subestimación se correlaciona con las características del país” (p.162). Varios de los autores que anteriormente ya mencionados, tienen en cuenta la subestimación, y la definen como un sesgo significativo que podría explicar los resultados atípicos; mientras otros simplemente la ignoran y sus estimaciones podrían verse afectadas.

Así, la presente investigación tomo la corriente de crimen de Becker (1968), en tanto que se tomara el crimen como una afectación a la tecnología y como posible decisión entre invertir tiempo en la acumulación de capital humano o en la producción, es decir, los dos sectores del modelo de crecimiento de Uzawa (1965) y Lucas (1988). El modelo será explicado con más detalle en la sección de metodología.

3. Datos

Esta investigación se pudo llevar a cabo, primero determinando cuales iban a ser los países y los periodos de estudio. De los 19 países que componen la región de Latinoamérica, se tienen en cuenta 16 países, excluyendo a Cuba, Nicaragua y Venezuela. La razón por la cual no se tuvieron en cuenta estos países, fue dado a que la información que suministran las diferentes agencias estadísticas están sesgadas por tratar de retratar una imagen positiva ante su contexto interno. Este estudio estuvo centrado entre los años 2000 y 2019, con un total de 20 periodos.

La primera variable que se tuvo en cuenta fue la del crecimiento económico, que fue extraída de las bases de datos del Banco Mundial, y está midiendo la tasa de crecimiento porcentual anual del PIB per cápita expresados en dólares a precios constantes del año 2010. La siguiente variable del modelo es el capital físico, el cual representa el crecimiento anual promedio de la formación bruta de capital fijo¹ a precios constante del 2010. Para mantener la naturaleza del modelo, se le realizó una transformación a la variable original, por lo cual se aplicó la diferencia del logaritmo, con el fin de poder llegar a tener el cambio.

Por otro lado, se consideraron diferentes aproximaciones a la variable de capital humano, entre las cuales se encontraron el índice de capital humano propuesto por Barro & Lee (2013) y Cohen & Leker (2014), los años promedios de educación, el gasto público en educación y finalmente, el gasto privado en educación.

La primera aproximación establece que el capital humano se ve como la tasa de retorno asumida de la educación. Sin embargo, los mismos autores de estas investigaciones, Barro & Lee (2013) y Cohen & Leker (2014), afirman que, dado los vacíos existentes dentro de ciertos periodos, la estimación del capital humano pudiese llegar a tener resultado alejados de la teoría (coeficientes negativos). En segundo lugar, el capital humano desde los años promedio de educación presentó el inconveniente de que esta variable no demuestra la

¹ La formación bruta de capital fijo incluye los mejoramientos de terrenos; las adquisiciones de planta, maquinaria y equipo, y la construcción de carreteras, ferrocarriles y obras afines, incluidas las escuelas, oficinas, hospitales, viviendas residenciales privadas, y los edificios comerciales e industriales. (Banco Mundial, 2021)

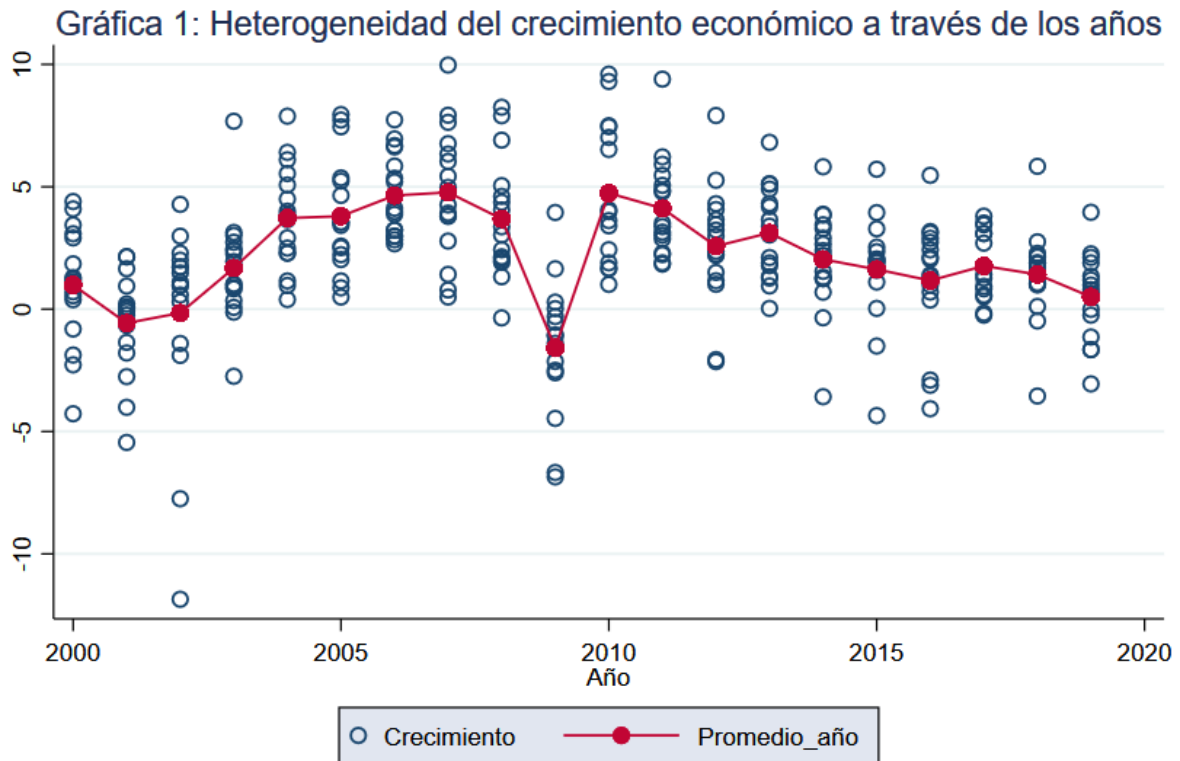
calidad de la educación, por lo cual, al momento de estimar, nuevamente se llegaba a tener coeficientes negativos.

La tercera opción que se tuvo en cuenta fue la expuesta por Hartwig (2014), donde se tendría en cuenta el gasto público en educación para cada uno de los gobiernos. La problemática para este caso fue que no existe una base de datos completa dado los vacíos existentes en las publicaciones de los gobiernos de Latinoamérica frente a este rubro del gasto público, llegando a tener países como Bolivia que no tenía ningún dato para los años de estudio en la base de datos del Banco Mundial. En la cuarta y última aproximación se tomó de la base de datos de la UNESCO, el cambio del gasto privado en educación, el cual fue recogido de los diferentes ministerios encargados de estos rubros.

Finalmente, el crimen fue dado por la variable de homicidios por cada 100,000 habitantes, extraída de la base de datos del Banco Mundial. Tal y como se mencionó en la revisión de literatura, esta variable ha sido el común denominador de la escogencia de variables para analizar el crimen.

Conjuntamente a la elección de variables, se realizó un análisis tanto temporal como país a país, con el fin de ver si existe algún tipo de choque fuerte o algún dato atípico en la muestra. En la *gráfica 1* se puede ver un análisis de heterogeneidad en el crecimiento económico en América Latina de los datos a través de los años. Se graficaron los datos agrupados por años, y se añadió la media de los países en cada uno de los periodos. Como es posible ver, en el año 2009 se vio una caída significativa, y esto fue dado por las consecuencias tardías que sufrió la región a causa de la crisis de hipotecas subprime en los Estados Unidos en 2008. Tal y como lo establece Rojas (2012), gracias a las anteriores crisis económicas en los países latinoamericanos, y al constante trabajo del blindaje del sistema financiero, la crisis del 2008 no causó daños de forma inmediata, sino llegó al año siguiente.

No obstante, gracias a la toma de decisiones de los hacedores de política, para el año 2010, la crisis ya había pasado a un segundo plano tal y como se ve en la *gráfica 1*, donde siguió la tendencia normal de la serie. Sin embargo, gracias a este hecho coyuntural, fue necesaria la creación de una dummy en el año 2009 con el fin de poder indicar la ausencia o presencia de algún efecto categórico que se puede esperar que cambie el resultado.



Fuente: Elaboración propia - Datos: Banco Mundial

4. Metodología

1. Panel dinámico

El siguiente proyecto se trabaja con datos de panel. Según Hsiao (2014) “longitudinal, or panel, data set is one that follows a given sample of individuals over time, and thus provides multiple observations on each individual in the sample” [el conjunto de datos longitudinales o de panel es el que sigue a una muestra determinada de individuos a lo largo del tiempo y, por tanto, proporciona múltiples observaciones sobre cada individuo de la muestra.] (p.1). Este tipo de datos mantienen la siguiente estructura:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + u_{it} \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad \text{con } u_{it} = \mu_i + v_{it} \quad (4.1)$$

En donde y_{it} es la variable dependiente para el individuo i en el momento t , x_{it} es el conjunto de variables independientes para el individuo i en el momento t , β es el vector de coeficientes asociados a las variables independientes y u_{it} es el término de error. Este último término se descompone en un efecto no observable sin variación en el tiempo y único para cada individuo del panel, y en un término de error cambiante a través del tiempo y de los individuos. Si el término único para cada individuo está correlacionado con al menos una variable independiente, entonces se debe hacer una regresión por efectos fijos. Si, por el contrario, este término no está correlacionado con algún término independiente, se debe hacer una regresión por efectos aleatorios. Esto se determinará a partir de la prueba de Hausman, explicado en Hsiao (2014).

De la ecuación 4.1, se puede derivar a un panel dinámico. Para poder llegar a eso, es necesario introducir la variable dependiente rezagada, de tal forma que se tenga a y_{it-1} , tal y como se muestra en la ecuación 4.2.

$$y_{it} = \alpha y_{it-1} + x'_{it}\beta + u_{it} \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad \text{con } u_{it} = \mu_i + v_{it} \quad (4.2)$$

Partiendo de la *ecuación 4.2*, se observa un problema de endogeneidad dado que si y_{it} es función de μ_i , y_{it-1} también lo será. Esto causa que el término y_{it-1} esté correlacionado con el término del error, por lo cual es necesario realizar algún tipo de transformación o procedimiento para poder solucionar este problema.

La metodología que se utiliza en este caso se basó en lo expuesto por Fajnzylber et al. (2000), donde por medio del Método Generalizado de Momentos (MGM), se establece que controlar la endogeneidad conjunta es esencial para obtener estimaciones consistentes. Aplicando la primera diferencia, se puede manejar la correlación entre las variables explicativas predeterminadas y el término del error. Según Arellano & Bond (1991), para obtener un estimador consistente, primero diferenciamos para eliminar los efectos individuales, dado que las estimaciones por medio de efectos fijos y efectos aleatorios mantienen el problema de endogeneidad.

$$y_{it} - y_{it-1} = \alpha(y_{it-1} - y_{it-2}) + (x'_{it} - x'_{it-1})\beta + (v_{it} - v_{it-1}) \quad (4.3)$$

$$\Delta y_{it} = \alpha \Delta y_{it-1} + \Delta x'_{it}\beta + \Delta v_{it} \quad (4.4)$$

Posteriormente, se construye la matriz de instrumentos W_i , que será una matriz que va tomando niveles en rezagos de la variable dependiente.

$$W_i = \begin{pmatrix} [y_{i1}, x'_{i1}, x'_{i2}] & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & [y_{iT-2}, x'_{iT-2}, \dots, x'_{iT-1}] \end{pmatrix} \quad (4.5)$$

donde, $W_i = [W'_1, \dots, W'_N]'$. Bajo los supuestos de que:

$$v_{it} \sim IID(0, \sigma_v^2) \quad (4.6)$$

$$E(\Delta v_{it} \Delta v'_{it}) = \sigma_v^2 (I_N \otimes G) \quad (4.7)$$

donde

$$G = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ & \vdots & & \ddots & & \vdots & \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -1 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & & 0 & -1 & 2 \end{pmatrix} \quad (4.8)$$

Arellano & Bond (1991) construyen el siguiente estimador, llamado MGM en diferencias:

$$\hat{\beta} = \left[(\Delta y_{-1})' W (W' (I_N \otimes G) W)^{-1} W' (\Delta y_{-1}) \right]^{-1} \left[(\Delta y_{-1})' W (W' (I_N \otimes G) W)^{-1} W' (\Delta y) \right] \quad (4.9)$$

Para llegar a este estimador es necesario que se cumpla la *ecuación 4.6* para la construcción de la matriz G en la *ecuación 4.8*, que se usa en el estimador de la *ecuación 4.9*. Por lo tanto, Arellano & Bond (1991) proponen y construyen un test para probar la existencia de correlación entre los errores. Adicionalmente, teniendo en cuenta la matriz de instrumentos W en la *ecuación 4.5*, Arellano & Bond (1991) proponen el test de sobreidentificación de restricciones de Sargan (1958), en donde se considera que la sobreidentificación es válida o no.

2. Construcción del modelo

Para el presente estudio se trabaja considerando un modelo basado en lo expuesto por Hartwig (2014), donde por medio del modelo de crecimiento endógeno de Uzawa-Lucas, se define al crecimiento económico como endógena, a diferencia de modelos tradicionales como los de Solow (1956) donde se tiene al crecimiento económico como variable exógena. En la *ecuación 4.10*, se muestra el modelo de Hartwig (2014),

$$X_{it} = \mu_i + \sum_{l=1}^m \beta_l X_{it-1} + \sum_{l=0}^m \delta_l Y_{it-1} + \sum_{l=0}^m \phi_l Z_{it-1} + u_{it} \quad (4.10)$$

donde X_{it} , Y_{it} y Z_{it} , son las tasas de crecimiento del PIB real per cápita, la inversión física real per cápita y la inversión real en capital humano per cápita, respectivamente en el tiempo t para el individuo i .

Adicionalmente, e introduciendo el modelo propuesto por Kumar (2013), a través de la *ecuación 4.11*, se redefine el modelo de crecimiento con el fin de poder introducir la variable de crimen. En este caso, se tiene que:

$$Y_{it} = \exp^{\beta C_{it}} A_{it} \quad (4.11)$$

en la cual Y_{it} es el PIB per cápita, C_{it} es la tasa de criminalidad (en términos logarítmicos) y A_{it} hace referencia al factor total de productividad. De esta forma y de la mano del modelo derivado de Uzawa-Lucas, se pudo realizar la modelación para el presente trabajo, por medio de la *ecuación 4.12*, donde se estableció el siguiente modelo:

$$y_{it} = e^{\phi c_{it}} (k_{it}^{\alpha} h_{it}^{\beta}) \quad (4.12)$$

A la ecuación anterior, se linealizó utilizando la función logaritmo, con el fin de encontrar la ecuación aumentada para el ingreso per cápita, la cual depende del crimen, el capital humano y el capital físico, llegando a tener la *ecuación 4.13*.

$$\ln(y_{it}) = \phi c_{it} + \alpha \ln(k_{it}) + \beta \ln(h_{it}) \quad (4.13)$$

donde y_{it} es el crecimiento económico per cápita, c_{it} son los homicidios por cada 100,000 habitantes, k_{it} es el cambio de la acumulación del capital físico y h_{it} es el cambio del gasto privado en educación.

A partir de la ecuación 4.4, teniendo en cuenta el rezago de la variable dependiente como explicativa e introduciendo la variable dummy tenemos que:

$$y_{it} = \delta_0 + \mu D + \delta_1 y_{it-1} + \phi_1 c_{it} + \alpha_1 k_{it} + \beta_1 h_{it} + v_{it} \quad (4.14)$$

donde, y_{it} es el crecimiento económico per cápita para el país i y el año t , D es una dummy que tomará el valor de 1 cuando el año sea el 2009 y 0 en cualquier otro caso, c_{it} son los homicidios por cada 100.000 habitantes para el país i en el año t , k_{it} es el capital físico para el país i en el año t , h_{it} es el capital humano para el país i en el año t e v_{it} es el termino de error.

También se considera el modelo con las variables de capital humano y capital físico rezagadas

$$y_{it} = \delta_0 + \mu D + \delta_1 y_{it-1} + \phi_1 c_{it} + \alpha_1 k_{it} + \alpha_2 k_{it-1} + \beta_1 h_{it} + \beta_2 h_{it-1} + v_{it} \quad (4.15)$$

A su vez, también se estimó el modelo con el rezago del crimen

$$y_{it} = \delta_0 + \mu D + \delta_1 y_{it-1} + \phi_1 c_{it} + \phi_2 c_{it-1} + \alpha_1 k_{it} + \alpha_2 k_{it-1} + \beta_1 h_{it} + \beta_2 h_{it-1} + v_{it} \quad (4.16)$$

Para cada una de las estimaciones, se realizaron los test de sobreidentificación de Sargan y el test de autocorrelación en los errores de Arellano-Bond, los cuales fueron descritos y desarrollados en el *anexo 8.2* y *8.3*.

5. Resultados

Para cada una de las series, se realizaron las pruebas de raíz unitaria de Levin, Lin-Chu (LLC) y las pruebas ADF Fisher – Chi cuadrado, donde la escogencia de los rezagos fue por medio del criterio de evaluación bayesiano². La hipótesis nula de los tests de raíz unitaria es que cada una las series en todos los países contienen raíz unitaria. Según los resultados de estas pruebas, se concluyó que las series no tienen raíz unitaria al 5% de significancia, tal y como se ve en el *anexo 8.1*.

Según Baltagi (2005): “Panel unit root tests have also been criticized because they assume cross-sectional independence. This is restrictive a macro time series exhibit significant cross-sectional correlation among the countries in the panel.” [Las pruebas de raíz unitaria de panel también han sido criticadas porque suponen una independencia transversal. Esto es restrictivo si las series temporales macro presentan una correlación transversal significativa entre los países del panel.](p. 238). Lo anterior ratifica que la escogencia de las pruebas de raíz unitaria de LLC y ADF-Fisher es adecuada, dado el manejo que tienen en la dependencia del corte transversal, tal y como lo confirman Moon & Perron (2004).

Posterior a esto, se estimaron las ecuaciones 4.14, 4.15 y 4.16, mediante MGM en diferencias. Los resultados de estas regresiones se reportaron en la *tabla 2*.

² El rezago óptimo significa ruido blanco en los residuales de la prueba.

Tabla 2

MGM en diferencias (N=16, T=20)

	<i>4.14</i>		<i>4.15</i>		<i>4.16</i>	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
<i>y</i>						
<i>y</i> (-1)	0.1029***	0.3241	0.1278**	0.0554	0.1279**	0.5556
<i>c</i>	-0.0052	0.1240	-0.0081	0.0125	-0.0084	0.0187
<i>c</i> (-1)	---	---	---	---	0.0005	0.0192
<i>h</i>	0.0571***	0.0187	0.0635***	0.0190	0.0636***	0.0191
<i>h</i> (-1)	---	---	-0.0534***	0.0189	-0.5332***	0.0191
<i>k</i>	4.7091***	0.2308	4.7151***	0.2327	4.7146***	0.2340
<i>k</i> (-1)	---	---	0.0727	0.3421	0.0718	0.3445
<i>D</i>	-0.8799**	0.4147	-0.9078**	0.4192	-0.9073**	0.4196
Constante	1.1241***	0.2976	1.3170***	0.3099	1.3139***	0.3354
	<i>4.14</i>		<i>4.15</i>		<i>4.16</i>	
	P-value		P-value		P-value	
Sargan Test	1.0000		1.0000		1.0000	
Arrelano-Bond Test	0.2724		0.3791		0.3792	
Number of obs.	304		304		304	

y = Tasa de crecimiento porcentual anual del PIB per cápita, **c** = Homicidios cada 100.000 habitantes,

h = Cambio del gasto privado en educación, **k** = Cambio de la acumulación del capital físico,

D = dummy crisis del 2008

Coef = Coeficientes, Std. Err. = Desviación estándar

* Denotes significance at the 10 percent level.

** Denotes significance at the 5 percent level.

*** Denotes significance at the 1 percent level.

Como se puede apreciar, los signos de los coeficientes contemporáneos y de los rezagos — cuando aplique — no cambian a través de las diferentes estimaciones. A su vez, que sean estadísticamente significativos o no significativos, no cambia entre ecuaciones. Por lo que se evidencia que el crecimiento rezagado tiene un efecto positivo sobre el crecimiento presente. El crimen afecta negativamente al crecimiento contemporáneamente, pero no de manera significativa. Tanto el capital físico, como el capital humano, afectan de manera positiva y significativa al crecimiento económico. No obstante, los rezagos de estos capitales si mostraron una diferencia. Mientras que en el capital humano tenemos coeficientes negativos y significativos, por parte del capital físico no llegamos a tener significancia de la mano de un coeficiente positivo.

En cuanto al efecto de la crisis del 2008, pudimos observar que llegó a tener un impacto negativo en el crecimiento económico per cápita, al ver que el coeficiente asociado a la dummy es significativo y negativo. Por último, vemos que el intercepto llegó a ser significativo y positivo a lo largo de las regresiones.

Para cada una de las regresiones no se encontró evidencia para rechazar la hipótesis nula en el test de Arellano-Bond, es decir, que los errores no están correlacionados. A su vez, tampoco existió evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula del test de Sargan, por lo cual la sobreidentificación es válida.

6. Conclusiones

En conclusión, al considerar los modelos de crecimiento previamente expuestos, en el estado estacionario las variables que podrán mover el crecimiento económico per cápita de este estado, dependerán del modelo de escogencias. Si nos basamos en Solow (1956, 1957), esta variable será el avance tecnológico, tal es el caso de Kumar (2013), en donde el crimen entraba como una afectación a la tecnología. En el caso de Uzawa (1965) y Lucas (1988), el capital humano toma este papel de poder cambiar al estado estacionario, como lo hace la tecnología en Solow. Este último modelo, fue el considerado en esta investigación, por lo que, la no significancia de los coeficientes del crimen puede ser vistas como: no explican lo suficiente al crecimiento económico como bien lo hace el capital humano o que, dada su no significancia, pero efecto negativo, el crimen no alcanza a destruir al capital humano.

Pasando al análisis de los rezagos del capital humano, se puede ver como los signos negativos de los coeficientes chocan un poco con la teoría expuesta en la revisión de literatura. No obstante, aunque sean totalmente significativos, Hartwig (2014) encontró en algunos países de la OCDE signos iguales pero con la diferencia de que no existe significancia de estos coeficientes. Esto se puede explicar desde una destrucción del capital humano en un periodo, lo que significa que posiblemente no se esté midiendo de manera correcta la calidad de la educación, como pasó con Benhabib & Spiegel (1994) y Bils & Klenow (2000); o que la misma no está aportando al crecimiento del país, dada a la mala calidad de su implementación.

Por otra parte, los signos de los rezagos del capital físico si llegan a estar alineado con la teoría que se llegó a exponer en la revisión de literatura. El coeficiente positivo demuestra que las inversiones en el pasado, podrán generar ganancias en el presente por medio de la utilización de las mismas. A pesar de que cumpla con el signo, la nula significancia nos da a entender que la variable de escogencia no explicó su afectación sobre el crecimiento lo suficiente.

A su vez, como es posible ver en la *tabla 2*, la implementación de la dummy fue correcta dado que como se esperaba en la teoría expuesta por Rojas (2012), la crisis hipotecaria subprime del 2008, tuvo un efecto negativo en el crecimiento económico en Latinoamérica hasta un año después; tal y como se ve en su signo y nivel de significancia.

Habiendo analizado los resultados de las diferentes regresiones, se propone para futuros trabajos sobre la misma temática que, centrándose en la variable de crimen, se plantearía la escogencia de diversas variables relacionadas a crimen, con el propósito de tener correr diferentes regresiones con estas mismas con el fin de poder tener resultados más globales y no solo atados a una sola variable. Esto fue uno de los impedimentos al momento de estimar, dado que la variable más completa frente a datos y que tenía sustento teórico, fue la de homicidios por cada 100,000 habitantes. Pero teniendo en cuenta, la definición de Becker (1968) sobre crimen, no se estaría analizando en su totalidad la taxonomía del crimen. Asimismo, habiendo leído toda la teoría que interrelaciona a variables como crimen, crecimiento económico y el capital en sí, se puede ver como todas estas se podrían analizar como endógenas. Por lo cual, con el nivel adecuado de econometría y una base de datos más extensa, se podría llegar a construir un panel-var donde se vea más clara la relación entre las variables.

7. Referencias

- Anser, M. K., Yousaf, Z., Nassani, A. A., Alotaibi, S. M., Kabbani, A., & Zaman, K. (2020). Dynamic linkages between poverty, inequality, crime, and social expenditures in a panel of 16 countries: two-step GMM estimates. *Journal of Economic Structures*, 9(1), 1–25. <https://doi.org/10.1186/s40008-020-00220-6>
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: monte carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297. <https://doi.org/10.2307/2297968>
- Arnold, J., Bassanini, A., & Scarpetta, S. (2011). Solow or Lucas? Testing speed of convergence on a panel of OECD countries. *Research in Economics*, 65(2), 110–123. <https://doi.org/10.1016/j.rie.2010.11.005>
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. In *John Wiley & Sons, Ltda* (Third).
- Barro, R., & Lee, J.-W. (2010). A new data set of educational attainments in the world, 1950-2010. *Journal of Development Economics*, 104(C), 184–198. <https://doi.org/10.5089/9781451851335.001>
- Becker, G. S. (1968). Crime and Punishment: An Economic Approach. *Journal of Political Economy*, 76(2), 169–217. <http://www.jstor.org/stable/1830482>
- Benhabib, J., & Spiegel, M. M. (1994). The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data. *Journal of Monetary Economics*, 34(2), 143–173. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(94\)90047-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(94)90047-7)
- Bernanke, B. S., & Gürkaynak, R. S. (2001). Is Growth Exogenous? Taking Mankiw, Romer, and Weil Seriously. In *NBER/Macroeconomics Annual* (Vol. 16). <https://doi.org/10.1162/08893360052390202>
- Bils, M., & Klenow, P. J. (2000). Does schooling cause growth? *American Economic Review*, 90(5), 1160–1183. <https://doi.org/10.1257/aer.90.5.1160>
- Cohen, D., & Leker, L. (2014). Health and Education: Another Look with the Proper Data. *C.E.P.R. Discussion Papers*, 1–25. <http://www.cepr.org/pubs/dps/DP9940.asp%5Cnhttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ecn&AN=1439271&site=ehost-live&scope=site>
- Cohen, L. E., & Felson, M. (1979). Social Change and Crime Rate Trends : A Routine Activity. *American Sociological Review*, 44(4), 588–608.
- Fajnzylber, P., Lederman, D., Loayza, N., Reuter, P., Roman, J., & Gaviria, A. (2000). Crime and Victimization: An Economic Perspective. *Economía*, 1(1), 219–302. <http://www.jstor.org/stable/20065399>
- Fajnzylber, P., Lederman, D., & Loayza, N. V. (1998). Determinants of crime rates in Latin America and the world : an empirical assessment. *World Bank Latin America and Caribbean Studies*, 4, 1–44. <http://digitallibrary.un.org/record/267478>
- Hartwig, J. (2014). Testing the Uzawa-Lucas model with OECD data. *Research in Economics*, 68(2), 144–156. <https://doi.org/10.1016/j.rie.2014.01.002>
- Hsiao, C. (2014). *Analysis of Panel Data* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139839327>

- Jaitman, L. (2017). Los costos del Crimen y de la violencia: nueva evidencia y hallazgos en América Latina y el Caribe. *Departamento de Investigación*, 30, 1–118. <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8133/Los-costos-del-crimen-y-de-la-violencia-nueva-evidencia-y-hallazgos-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Jawadi, F., Mallick, S. K., Idi Cheffou, A., & Augustine, A. (2021). Does higher unemployment lead to greater criminality? Revisiting the debate over the business cycle. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 182, 448–471. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2019.03.025>
- Krohn, M. D. (1978). A Durkheimian Analysis of International Crime Rates. *Social Forces*, 57(2), 654–670. <https://doi.org/10.1093/sf/57.2.654>
- Kumar, S. (2013). Crime and economic growth: evidence from India. *Munich Personal RePEc Archive*, 48794, 1–24. <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/48794>
- Lira, I. S. (2000). *Costo económico de los delitos, niveles de vigilancia y políticas de seguridad ciudadana en las comunas del Gran Santiago*. http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7258/S00010053_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3–42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407–437. <https://doi.org/10.1515/bejm-2012-0042>
- Messner, S., & Blau, J. (1987). Routine Leisure Activities and Rates of Crime : A Macro-Level Analysis. *Social Forces*, 65(4), 1035–1052. <https://www.jstor.org/stable/2579022>
- Messner, S. F. (1983). Regional and racial effects on the urban homicide rate: The subculture of violence revisited. *American Journal of Sociology*, 88(5), 997–1007.
- Miethe, T. D., Hughes, M., & McDowall, D. (1991). Social Change and Crime Rates : An Evaluation of Alternative Theoretical Approaches. *Social Forces*, 70(1), 165–185. <https://www.jstor.org/stable/258006>
- Moon, H. R., & Perron, B. (2004). Testing for a unit root in panels with dynamic factors. *Journal of Econometrics*, 122(1), 81–126. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2003.10.020>
- Muggah, R., & Aguirre, K. (2018). Citizen security in Latin America: Facts and Figures. *Strategic Papers*, 33(April), 1–64.
- Ochsen, C. (2010). Crime and labor market policy in Europe. *International Review of Law and Economics*, 30(1), 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.irl.2009.08.004>
- Rojas, Q. (2012). Crisis subprime y los objetivos del milenio en LA. *Política y Cultura*, 37(1), 11–33.
- Romer, P. M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002–1037. <https://doi.org/10.1086/261420>
- Roncek, D. W., & Maier, P. A. (1991). Bars, Blocks, and Crimes Revisited: Linking the Theory of Routine Activities to the Empiricism of “Hot Spots.” *Criminology*, 29(4), 725–753.
- Sargan, J. D. (1958). The Estimation of Economic Relationships using Instrumental Variables. *Econometrica*, 26(3), 393–415.

- Soares, R. R. (2004). Development, crime and punishment: Accounting for the international differences in crime rates. *Journal of Development Economics*, 73(1), 155–184.
<https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2002.12.001>
- Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94. <http://www.jstor.org/stable/1884513>
- Solow, R. M. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312–320.
<http://www.jstor.org/stable/1926047>
- Uzawa, H. (1965). Optimum Technical Change in An Aggregative Model of Economic Growth. *Internasional Economic Review*, 6(1), 18–31.
- Wellford, C. F. (1974). Crime and the dimensions of nations. *International Journal of Criminology and Penology*, 2, 1–10.
- Williams, K. R. (1984). Economic Sources of Homicide: Reestimating the Effects of Poverty and Inequality. *American Sociological Review*, 49(2), 283–289.
<http://www.jstor.org/stable/2095577>

8. Anexo 1

1. Raíz Unitaria

Tabla 1

Resultados test raíz unitaria en panel (16 países latinoamericanos, 2000–2019).

<i>Ho: All panels contain unit roots</i>	y		c		h		k	
	Stat.	Prob.	Stat.	Prob.	Stat.	Prob.	Stat.	Prob.
Levin, Lin-Chu	-2.5260	0.0058	-2.7357	0.0031	-4.7155	0.0000	-2.2621	0.0118
ADF-Fisher Chi-squared	58.7687	0.0027	84.9128	0.0000	52.3633	0.0130	48.2753	0.0324

y = Tasa de crecimiento porcentual anual del PIB per cápita, c = Homicidios cada 100.000 habitantes,
h = Cambio del gasto privado en educación, k = Cambio de la acumulación del capital físico

2. Test de Arellano-Bond

Este test es propuesto por Arellano & Bond (1991), para comprobar que los errores no estén correlacionados, dado que esto representa un problema en los supuestos de un panel dinámico (ecuación 4.6 y 4.7) manejado a través de una estimación de MGM en diferencias. Así, este test tendrá la hipótesis nula de no autocorrelación entre los errores, en primera diferencia y en segunda diferencia.

3. Test de Sargan

Por otro lado, Arellano & Bond (1991) también proponen un test de sobreidentificación de Sargan, donde dependiendo de los resultados será necesario ajustar la matriz de instrumentos (ecuación 4.5). En este caso, la cantidad de rezagos seleccionados en la matriz W . La hipótesis nula de este test es que la sobreidentificación es válida.