

## La “Violentometría” en Colombia: Una sugerencia para evaluar la robustez de las variables utilizadas

*por Nini Johanna Serna Alvarado*

Desde la década de 1950 Colombia se ha caracterizado por ser un país con crecimiento económico estable con respecto a otras economías en vía de desarrollo. Sin embargo, en los últimos años se ha presenciado un cambio en esta dinámica que ha conducido a los economistas, y en particular, a los investigadores del crecimiento económico, a buscar una explicación en diferentes variables y aspectos relevantes de la realidad actual del país.

Algunos investigadores (entre ellos se pueden destacar Fabio Sánchez, Mauricio Rubio, Alejandro Gaviria y Jairo Núñez) han identificado factores que alteran el crecimiento de la economía, entre los cuales se pueden mencionar las reformas estructurales de los últimos trece años, que han tenido un efecto de orden institucional y de credibilidad en la economía. De igual manera, se han identificado hechos como la violencia y el recrudecimiento del conflicto armado, que habían permanecido replegados a pequeñas regiones del territorio nacional, pero que en los últimos años se han introducido con gran fuerza en las principales ciudades del país.

Estos estudios se orientaron inicialmente hacia la determinación de las causas mismas del surgimiento de la violencia, tomando como punto de partida factores socioeconómicos, la existencia de narcotráfico, la presencia de grupos al margen de la ley e incluso la ineficiencia de las instituciones; sin embargo, dadas las consecuencias que estos hechos pueden tener sobre el crecimiento de un país, han surgido en los últimos años, y cada vez con mayor frecuencia, análisis que tratan de asociar este fenómeno<sup>1</sup> como una variable explicatoria de la desaceleración del crecimiento económico justificados en aspectos como la incertidumbre y expectativas negativas que genera la propagación del conflicto armado. De la misma manera, el conflicto vulnera la credibilidad de las instituciones gubernamentales para la administración y control eficiente del país por la pérdida del monopolio de las armas, desmejora las relaciones comerciales con el exterior; agudiza las crisis internas, degenera el capital físico y humano que son destruidos en los actos violentos o impiden su formación por la reasignación de recursos que se lleva a cabo para subsanar las consecuencias de los actos violentos (Martínez [2001]), entre otros argumentos.

Los hechos que propician o vulneran el crecimiento económico son de interés para los economistas y en particular el incremento de la violencia en los últimos años es un aspecto que visiblemente afecta la economía de un país y al respecto se puede encontrar una amplia variedad de literatura colombiana (Ver por ejemplo Martínez A. [2001]; Rubio M. [2001]; Sánchez F. [2001]), principalmente de carácter econométrico, que a través de datos de series de tiempo o de corte transversal asociados con características de violencia, concluyen que existe una relación negativa entre el crecimiento del PIB y la existencia de grupos al margen

---

<sup>1</sup>Comúnmente, las medidas de violencia que se utilizan en el análisis del crecimiento son el número de homicidios, el número de secuestros, ataques de grupos al margen de la ley, etc.

de la ley o el conflicto armado en el país (Querubín [2003]). Sin embargo, este tipo de investigaciones, que se denominarán en adelante “violentometría”, no es más que una aplicación de la econometría tradicional al problema de capturar la relación entre el crecimiento económico y alguna medida de violencia o conflicto.

Es notoria, e incluso esperada, la creciente preocupación de los investigadores por establecer los costos en que incurre el país por el conflicto interno, la inestabilidad política y la gran desviación de recursos productivos hacia actividades militares y de lucha contra el crimen. Sin embargo, cabe la pregunta, ¿Cómo se han identificado aquellas variables de violencia que se consideran explicatorias para el crecimiento económico? ¿Acaso el uso de la “violentometría” es suficiente para concluir que existe una correlación robusta entre los factores de violencia y el crecimiento económico? ¿Son éstas variables realmente robustas en la explicación del crecimiento?

Es difícil contemplar explícitamente cuáles de las variables asociadas a factores de violencia son robustas o no en la explicación del crecimiento, sin embargo, los estudios empíricos actuales se han dedicado principalmente a la aplicación de la econometría tradicional, ejecutando regresiones en las cuales de un lado se encuentra la tasa de crecimiento económico y del otro variables asociadas al fenómeno de violencia como la tasa de homicidios, el número de secuestros, la tasa de acciones de grupos guerrilleros y paramilitares entre otros, con las cuales han identificado relaciones de causalidad. Pero, ¿es esto cierto? y ¿bajo que criterio se ha evaluado?

Básicamente, se puede apreciar que los estudios de violencia y crecimiento económico son buenos análisis descriptivos y cuantitativos, pero surgen dudas sobre la robustez de las variables explicatorias utilizadas, y por lo tanto, es dudoso que sean buenos análisis de la dinámica del conflicto y que nos sugieran buenas bases para decisiones de política. Aunque la robustez de las variables utilizadas en estos análisis no son un determinante único para invalidarlos, de verificarse, se obtendrían resultados más confiables.

En general, en Colombia se han estimado modelos de crecimiento que incluyen no solo variables de conflicto o violencia entre otras, pero el punto es que no se han realizado pruebas de “robustez”. Así, este ensayo pretende sugerir una metodología -entre otras- (ver Sala-i-Martin, Miller, Doppelhofer [2002]), que se podría utilizar en los estudios de crecimiento y en particular en los asociados al fenómeno de la violencia.

*Metodología para la Identificación de Variables Robustas en la Explicación del Crecimiento.*

Una de las sugerencias provistas por la literatura del crecimiento económico en la validación de la robustez de aquellas variables empleadas en la explicación del crecimiento es la presentada por Xavier Sala-i-Martin [1997].

En la literatura del crecimiento se han identificado un gran número de variables que están correlacionadas con el crecimiento de los países, tales como el gasto público, la fuerza laboral, la inversión en diferentes tipos de capital e incluso variables asociadas al fenómeno de violencia en cada país.

Sin embargo, es válido preguntarse si estas variables explicatorias utilizadas por diferentes autores con el fin de cumplir con sus objetivos investigativos son robustas en la explicación del crecimiento económico.

En respuesta a lo anterior, y a falta de un modelo teórico que permita la identificación de estas variables, la metodología básica seguida por los investigadores en el tema del crecimiento consiste en estimar una regresión de la forma (Barro [1991]):

$$\gamma = \alpha + \beta_1 \cdot \chi_1 + \beta_2 \cdot \chi_2 + \dots + \beta_n \cdot \chi_n + \epsilon, \quad (1)$$

donde comúnmente  $\gamma$ , es la tasa de crecimiento económico de un país, y  $\chi_1 \dots \chi_n$  son vectores que corresponden a las variables explicatorias, las cuales varían de acuerdo a los objetivos mismos de la investigación que se tenga en curso y a la teoría que se emplee.

Una respuesta inicial a la pregunta sobre la robustez de las variables se encuentra en el trabajo de Levine y Renelt [1992], los cuales aplican la prueba del Límite Extremo de Leamer para identificar las relaciones empíricas robustas entre las diferentes variables asociadas al crecimiento. La metodología sugerida es la siguiente:

Se tiene un conjunto de  $N$  variables que previamente se han identificado como significativas en la explicación del crecimiento por diversos investigadores, y se está interesado en conocer si la variable  $z$  es o no robusta en tal explicación. Para ello se estima una regresión como la siguiente:

$$\gamma = \alpha_j + \beta_{yj} \cdot y + \beta_{zj} \cdot z + \dots + \beta_{xj} \cdot \chi_j + \epsilon \quad (2)$$

donde  $y$  corresponde a un vector que contiene las variables fijas (que se mantienen en todas las regresiones), y que de acuerdo al trabajo de Levine y Renelt [1992], estas son el nivel inicial de ingreso, la tasa de inversión, la tasa de matrículas en secundaria y la tasa de crecimiento de la población;  $z$ , es la variable de interés para determinar su robustez, y  $x_j \in X$  es un vector que contiene tres variables tomadas de un subconjunto  $X$  de las  $N$  variables disponibles e identificadas previamente.

La idea es estimar regresiones para todas las posibles  $M$  combinaciones de las  $\chi_j \in X$ . En cada uno de estos modelos se obtiene una estimación de  $\beta_{zj}$  y una desviación estándar  $\sigma_{zj}$ , las cuales permiten determinar la robustez o no de una variable de análisis. Esta prueba determina que la variable  $z$  no es robusta si el límite más bajo para esta variable, definido como  $\beta_{zj} - 2\sigma_{zj}$ , es negativo, y si el límite más alto para la misma, definido como  $\beta_{zj} + 2\sigma_{zj}$  es positivo.

Por su parte, el objetivo de Sala-i-Martin es tratar de identificar que variables  $\chi_j$  (suponiendo inicialmente el modelo (1) como verdadero), son significativas en la explicación del crecimiento económico. Para ello considera las variables que se han reportado significativas en al menos una oportunidad por diferentes autores.

Este autor trata de alejarse de la realización de la prueba utilizada por Levine y Renelt [1992]. Sin embargo, no pretende dar una categorización de robustez o no a cada variable, sino un nivel de confianza, y para ello utiliza la distribución

completa de los estimadores de la variable de interés  $z$ ,  $\beta_{zj}$  y en particular la función de densidad acumulada (FDA) a cada lado de 0. Así, opera bajo dos supuestos diferentes, ya que no se conoce dicha función de densidad.

El primero de ellos implica que la distribución de los estimadores de  $\beta_z$  entre modelos es normal. En tal caso, para conocer la función de distribución acumulada es necesario conocer su media y su desviación estándar. Luego, para cada uno de los  $M$  modelos se calcula la probabilidad,  $L_j$  (la función de máxima verosimilitud (acumulada)),  $\beta_{zj}$  y  $\sigma_{zj}$ . Con estos datos, es posible construir la media estimada como :

$$\hat{\beta}_z = \sum_{j=1}^M w_{zj} \cdot \beta_{zj} \quad (3)$$

donde el promedio ponderado  $w_{zj}$  es proporcional a la probabilidad :  $w_{zj} = \frac{L_{zj}}{\sum L_{zj}}$ . De esta manera se le da un mayor peso al modelo que tenga la mayor probabilidad de ser el modelo correcto.

De igual manera, se calcula la varianza media como:

$$\hat{\sigma}_z^2 = \sum_{j=1}^M w_{zj} \cdot \sigma_{zj} \quad (4)$$

Una vez son conocidos estos datos, se calcula la FDA usando las tablas de la normal. Así, por ejemplo, si el 90% de la FDA en la estimación de  $\beta_1$  se sitúa a la derecha de 0, y solo el 50% de la FDA en la estimación  $\beta_2$  tiene este comportamiento, entonces es muy probable que la variable uno esté más correlacionada con el crecimiento que la variable dos.

El segundo de los supuestos usados por Sala-i-Martin permite que la distribución de la estimación de  $\beta_z$  entre modelos no sea una normal. Aún en este caso, también es posible calcular la FDA.

El distanciamiento de Sala-i-Martin de la metodología planteada en el trabajo de Levine y Renelt, se basa principalmente en la forma de evaluar las variables, ya que las especificaciones en cuanto a la estructura misma del modelo utilizado se mantiene (una variable dependiente y siete variables explicatorias, de las cuales tres son variables fijas, una es la variable de interés y las restantes se presentan como combinaciones). La estructura de modelación la adoptó debido a la gran cantidad de tiempo que emplearía en estimar las regresiones necesarias para todos los modelos resultantes de combinar las sesenta y tres variables relacionadas con el crecimiento provistas por la literatura y la tasa de crecimiento del PIB percapita.<sup>2</sup>

La escogencia de estas variables no fue aleatoria, ya que optó por aquellas que fueran más próximas al inicio del periodo que se estaba analizando (1960) y eliminó aquellas variables que no cumplieran esta condición; adicionalmente

<sup>2</sup>En este caso la variable dependiente fue tomada como el promedio de la tasa de crecimiento del PIB percapita entre 1960 y 1992

mantuvo variables que son proxis de parámetros básicos utilizados en algunos modelos de crecimiento.

Paralelo a lo anterior, las variables fijas también tienen una justificación. Estas variables tienen ciertas propiedades mínimas: deben ser comúnmente empleadas en la literatura relacionada, deben ser variables evaluadas en el principio del periodo de análisis y tener cierta robustez en la explicación del crecimiento, lo cual fue verificado aplicando la misma metodología que para el resto de las variables, es decir, que cada una de las variables fijas también fue evaluada estimando un modelo y tomándola como la variable  $z$  de interés.<sup>3</sup>

Las variables tomadas como fijas en el trabajo de Sala-i-Martin fueron: el nivel inicial de ingreso, la expectativa de vida y la tasa de inscripción en la escuela primaria en el año 1960. En la evaluación de la robustez de estas variables fijas se obtuvieron los siguientes resultados para cada una de ellas:

*Log(PIB<sub>60</sub>)*: En la aplicación del test del Límite Extremo propuesto por Levine y Renelt, ésta variable resultó ser no robusta en la explicación del crecimiento, mientras que en el análisis propuesto por Sala-i-Martin ésta resultó ser significativa en un 99.98% de las regresiones estimadas.

*Expectativa de Vida en 1960*: Esta variable se reportó no robusta de acuerdo a la prueba del Límite Extremo, pero está positivamente relacionada con el crecimiento de acuerdo al análisis de Sala-i-Martin, lo cual sugiere que el capital humano afecta de manera positiva el crecimiento.

*Tasa de inscripción en la escuela primaria en 1960*: De la misma manera que con el nivel de ingreso inicial, el análisis propuesto por Levine y Renelt concluyó que esta variable no era robusta en la explicación del crecimiento. En el análisis propuesto por Sala-i-Martin, esta variable está positivamente correlacionada con el crecimiento

Adicionalmente, se encontró otra variable que cumple con las condiciones planteadas por el autor para ser identificada como una variable fija, esta es la Tasa Media de Ahorro-Inversión (la cual se utiliza como una variable fija en el trabajo de Levine y Renelt). Con esta variable se halló cierta particularidad que indicaba que la correlación entre el crecimiento económico y las variables explicativas dependía de si la tasa de inversión se incluía o no en el modelo de regresión, lo cual impide ver si las variables analizadas están relacionadas o no con el crecimiento de manera directa o por su efecto sobre la inversión o el ahorro.

Por lo mencionado anteriormente, fue necesario hacer la distinción entre aquellas regresiones que incluían la inversión y aquellas que no lo hacían. De sesenta y tres variables iniciales que relacionó con el crecimiento, en la primera parte omitió la tasa de inversión para el periodo 1960-1992 y prosiguió solo con sesenta y dos variables (tres fijas, y realizó la estimación para cada una de ellas combinando las cincuenta y ocho restantes en grupos de tres), estimando así, se obtuvo un total de 30.856 regresiones.

---

<sup>3</sup>Cuando se evaluó el nivel de confiabilidad de las variables fijas, se siguió la misma estructura del modelo (2) pero utilizando solo dos variables fijas y la restante se presentaba como variable de interés  $z$ .

### *Resultados.*

Los resultados obtenidos a partir de estas estimaciones fueron diferentes a los obtenidos mediante la prueba del Límite Extremo, en el cual pocas variables eran robustas en la explicación del crecimiento económico. En este caso, una vez corridos los 30.856 modelos, obtuvo que algunas variables son significativas un 90% a 99% de las veces, mientras que hay otras que tan solo lo son un 1%. Así, una vez realizadas las estimaciones e identificados las FDA bajo los dos supuestos ya señalados, Sala-i- Martin observó que veintiuna de las cincuenta y nueve variables eran significativas.<sup>4</sup>

Entre las variables fuertemente correlacionadas con el crecimiento se encontraron las siguientes:

- Variables regionales determinadas por la ubicación del país: África Subsahariana y países Latinoamericanos están relacionados negativamente con el crecimiento, y de acuerdo a la latitud del país, se determina que estar lejos de la línea ecuatorial estimula el crecimiento.
- Variables de política: Reglas establecidas en la Ley, políticas justas y libertades civiles se presentan como buenas para el crecimiento, mientras que el número de revoluciones, golpes militares y las variables dummies asociadas a la guerra son negativas para el crecimiento.
- Variables religiosas: La utilización de estas variables en los estudios realizados por Sala-i-Martin indicó que el predominio de la religión budista y musulmana en un país, presentan una relación positiva con el crecimiento, mientras que el protestantismo y el catolicismo presentan una relación negativa.<sup>5</sup>
- Variables de distorsión y funcionamiento de los mercados como las distorsiones en la tasa de cambio real y la desviación estándar del premium del mercado negro, las cuales presentan una relación negativa con el crecimiento.
- Tipos de inversión según su destinación o no a equipo presentan una relación positiva con el crecimiento.
- Variables del sector de producción primario como la participación de este en las exportaciones totales tienen una correlación negativa.
- Indicadores de apertura de las economías (años en que una economía ha estado abierta entre 1950 y 1990) presenta una fuerte correlación positiva con el crecimiento.

---

<sup>4</sup>Observó que veintiuna de estas variables tenían una FDA cerca al 0.95, y asumió un nivel de significancia del 95%.

<sup>5</sup>Al respecto, Sala-i-Martin observa que la correlación entre la religión musulmana y el crecimiento podría estar íntimamente relacionado con la producción de petróleo.

- Tipos de organización económica de los países de acuerdo a su grado de capitalismo. Entre más capitalista más crece.
- Existencia de antiguas colonias españolas. En este caso la correlación es negativa.

De la misma manera, encontró ciertas variables que no están fuertemente correlacionadas con el crecimiento como:

- Medida del gasto gubernamental que parece no afectar el crecimiento, lo cual se contradice con los resultados de muchas de las investigaciones ya realizadas en la teoría del crecimiento.
- La tasa de inflación y su varianza.
- Medidas de efectos a escala expresadas como área total y la fuerza laboral total.
- Otras medidas de apertura económica (orientación del país hacia el exterior, restricciones tarifarias, premium del mercado negro, liberalización comercial).
- Fraccionalización etnolingüística que supone captura el grado de luchas internas entre varios grupos étnicos.
- Medidas de desarrollo financiero.

Una vez se identificaron aquellas variables que estaban fuertemente correlacionadas con el crecimiento, realizó los mismos procedimientos para cada variable, pero ahora introduciendo la tasa media de inversión entre 1960 y 1990 como un variable fija.

Los resultados que obtuvo en cuanto a la significancia de las variables presentó ciertas diferencias. Algunas variables evaluadas fueron significativas cuando la inversión fue excluida y no lo fueron cuando esta se incluyó, lo cual puede significar que su impacto sobre el crecimiento solo se da a través de su efecto sobre la tasa de inversión. Entre estas se encuentran:

- Revoluciones, golpes de estado y las variables dummy asociadas a la guerra, los cuales afectan el crecimiento solo mediante su influencia en la tasa de inversión.
- Fracción de budistas y católicos de un país.

Así mismo, se presentaron variables que no fueron significativas cuando se omitió la inversión, pero cuando esta se incluyó como una variable fija lo fueron. Entre estas últimas se pueden encontrar:

- Participación de la inversión pública, la cual está negativamente relacionada con el crecimiento.

- Edad de la población.
- Desviación estándar del crédito doméstico.

### *Conclusiones.*

La metodología presentada anteriormente permite verificar si las relaciones entre un grupo de variables explicativas y crecimiento económico es robusta. El análisis propuesto por Sala-i- Martín permite observar un escenario menos pesimista en cuanto a la robustez de algunas variables para explicar el crecimiento, en relación con la metodología empleada en el trabajo de Levine y Renelt, en el cual, ninguna de las variables evaluadas fue robusta.

En general, la propuesta anteriormente presentada trata de resaltar la necesidad de evaluar la robustez de las variables utilizadas en la explicación del crecimiento económico, no por que su falta invalide los resultados de estos estudios, sino para darles un mayor nivel de confiabilidad.

Un caso particular, y que ha surgido con mayor frecuencia en Colombia entre los investigadores, es tratar de asociar el fenómeno de la violencia y el conflicto armado a la dinámica de crecimiento económico.

Con relación a lo anterior, el trabajo de Sala-i- Martín parece ser un llamado de atención a los autores de la literatura empírica del crecimiento económico, y en particular a la literatura colombiana sobre crecimiento y violencia, en cuanto a la metodología que utilizan en sus investigaciones. En ausencia de modelos teóricos formales que nos guíen en el trabajo empírico, es recomendable utilizar alguna prueba que nos permita verificar que tan robustas son las variables. De esta manera se tendrían bases un poco más sólidas para hacer recomendaciones de política.

## **References**

- [1] Barro, Robert.(1991) “ Economic Growth in Cross Section of Countries”. *Quarterly Journal of Economics*. 106, 2 (May). 407-443.
- [2] Hofstetter Gascon, Marcel. (1998) “La Violencia en los Modelos de Crecimiento Económico”. en *Revista de economía de la Universidad del Rosario*. Noviembre.
- [3] Martínez Ortiz, Astrid. (2001) “Aanálisis económico de la Violencia en Colombia. Una Nota sobre la Literatura” en *Cuadernos de Economía No. 34*. Universidad Nacional de Colombia.
- [4] Levine, Ross and David Renelt. (1992) “A sensitivy Analisis of Cross-Country Growth Regressions” en *American Economic Review*, 82, 4 (September). 942-963.
- [5] Querubin, Pablo. (2003) “Crecimiento Departamental y Violencia Criminal en Colombia” en *Documentos CEDE 2003-12*. Abril 2003.

- [6] Rubio, Mauricio. (2001). “Violencia y Conflicto en los 90” en *Coyuntura Social* No. 22, Mayo 2001.
- [7] Sala-I-Martin, Xavier. (1997) “I just Ran Two Million Regressions” en *American Economic Review*. Vol 87 No. 2.
- [8] Sala-I-Martin, Xavier. (1997) “I just Ran Four Million Regressions” . Working Paper 6252 NBER.
- [9] Sala-I-Martin, Xavier. Miller, Ronald and Doppelhofer, Gernot. (2000) “Determinants of Long-Term Growth: A Bayesian Averaging of Classical Estimates (BACE) Approach”. Working Paper 7750 NBER.
- [10] Sánchez T., Fabio (2001). “¿Que Causa la Violencia en la Colombia?” en *economía Colombiana y Coyuntura Política*. Agosto.