

# Crecimiento, Conflicto Armado y Crimen Organizado: Evidencia para Colombia

Edgar Villa, Jorge A. Restrepo y M. Moscoso

PUJ-CERAC

Septiembre 2012

- Últimas dos décadas diversos estudios han procurado determinar la existencia de una posible asociación entre diferentes formas de violencia delincuencial, la presencia de un conflicto armado interno y el desempeño económico.
- Consenso en la literatura es que tanto la violencia delincuencial como el conflicto armado afectan negativamente el desempeño económico (entendido como crecimiento) entendido como:
  - 1 Destrucción directa de capital físico y humano,
  - 2 Aumento de la inseguridad y caída de la calidad de vida,
  - 3 Deterioro institucional.

- En economías duales con un gran sector informal aparece, al amparo de los conflictos armados y la presencia de violencia, un crecimiento de actividades ilegales en la forma de una mayor depredación de rentas de carácter ilegal, mercados negros, etc.
- Pese a consenso en la literatura pocos estudios han procurado determinar de manera empírica la presencia de dicha relación o de cuantificarla.
- Son escasos en la literatura aquellos estudios que tengan como base de tal exploración empírica un modelo teóricamente fundamentado que provea una estructura analítica para la exploración cuantitativa.

- Artículo desarrolla modelo Solow-Swan modificado que tiene en cuenta consecuencias del conflicto armado y el crimen organizado en el ingreso de una economía.
- Se muestra que un aumento en el gasto en seguridad podría (aunque no necesariamente) llegar a aumentar el capital (humano y físico), el ingreso y consumo en unidades de eficiencia en el largo plazo (estado estacionario).
- Usando un panel de datos a nivel departamental para Colombia en el periodo 1988-2009 se estima ecuación estructural que se deduce del modelo teórico por medio de un estimador de efectos fijos.

- Predicciones teóricas del modelo Solow-Swan modificado se validan empíricamente.
- Encontramos que la elasticidad estimada del logaritmo del PIB departamental con respecto al conflicto armado (medido como la proporción del ingreso departamental que se pierde por ataques unilaterales de la guerrilla) y el crimen organizado (medido como la proporción del ingreso departamental que se pierde por secuestros) es en promedio del -0.04 y -0.36 respectivamente para el periodo estudiado.
- Finalmente encontramos que los estimativos son estadísticamente similares en el periodo del gobierno de Alvaro Uribe (2003-2009) relativo al periodo anterior (1988-2002).

# Modelo de Solow-Swan Modificado

- No se modelan *causas* del conflicto armado y el crimen organizado sino simplemente tener en cuenta su existencia en un modelo estándar de crecimiento como el modelo de Solow-Swan.
- Restrepo (2009) caracteriza de forma simple la forma en que el conflicto armado y el crimen organizado afectan una economía: conflicto violento y el crimen organizado son llevados a cabo por organizaciones que utilizan la violencia como un medio para lograr sus objetivos aunque con objetivos diferentes.
  - *Grupos armados* que deciden hacer parte de un conflicto armado interno (e.g. guerrilla o grupo paramilitar) persiguen objetivos con métricas de poder: de control de la población, de ocupación del territorio, de dominio o cooptación institucional, o incluso de simple influencia, pero siempre buscan sesgar la toma de decisiones colectivas con el objeto de imponer sus preferencias en una decisión social.

- *Organizaciones criminales* desean típicamente apropiarse de rentas económicas para ser posteriormente distribuidas entre sus miembros siguiendo una estructura jerárquica o de red específica.

*⇒ Así una guerrilla tiene como objetivo la destrucción de capital (que incluye capital humano) y trabajo para debilitar el gobierno al cual el grupo esta combatiendo por dominio político mientras que organizaciones criminales tienen como objetivo apropiarse de rentas económicas.*

- Sin embargo, los grupos ilegales involucrados en un conflicto violento pueden degenerar en una organización criminal si sus objetivos de grupo mutan.

# Modelo de Solow-Swan Modificado: Cinco Supuestos

1. Tasa crecimiento ( $tc$ ) población positiva:

$$\left(\frac{\dot{L}_t}{L_t}\right) = b - d - v(g_t) - h(g_t) > 0$$

donde  $b - d$  :  $tc$  de nacimientos ( $b$ ) menos  $tc$  de mortalidad ( $d$ ) por causas naturales o accidentes,  $v(g_t)$  :  $tc$  de homicidios a causa del conflicto armado,  $h(g_t)$  :  $tc$  de homicidios por causas criminales; se supone  $v'(g_t) < 0$  y  $h'(g_t) < 0$  donde  $(g_t)$  es el gasto gubernamental en seguridad.

2. Función de producción es Cobb-Douglas

$$Y_t = ((1 - \phi_K(g_t)) K_t)^\alpha (A_t L_t (1 - \phi_L(g_t)))^{1-\alpha}$$

donde proporción  $\phi_K(g_t)$  y  $\phi_L(g_t)$  son destruidos cada  $t$  por grupos en el conflicto armado y  $\alpha \in (0, 1)$ ,  $\phi'_K < 0$ ,  $\phi'_L < 0$ .

# Modelo de Solow-Swan Modificado: Cinco Supuestos

3. El ahorro  $S_t$  es una fracción constante del ingreso

$$S_t = s [(1 - \rho(g_t)) (1 - \tau) Y_t]$$

donde tasa de ahorro es  $s$ , tasa tributaria al ingreso es  $\tau$  y tasa de crimen al ingreso es  $\rho(g_t)$  donde  $\rho'(g_t) < 0$ .

4. Productividad que aumenta la eficiencia del trabajo, denotada  $A_t$ ,

crece a la tasa constante  $\left(\frac{\dot{A}_t}{A_t}\right) = x > 0$ .

5. Ingreso fiscal  $G_t$  es una fracción constante del ingreso

$$G_t = \tau Y_t$$

donde suponemos  $g_t \equiv \frac{G_t}{Y_t}$  tal que  $g_t = \tau$  para todo  $t$  debido al balance fiscal.

# Ecuación fundamental y Estado Estacionario en Modelo Solow-Swan Modificado

- Al resolver el modelo se obtiene

$$\dot{k}_t = s(1 - \rho(\tau))(1 - \tau) \left[ (1 - \phi_K(\tau))^\alpha (1 - \phi_L(\tau))^{(1-\alpha)} \right] k_t^\alpha - [\delta + x + b - d - c_L(\tau)] k_t.$$

donde  $k_t \equiv \frac{K_t}{A_t L_t}$  es el capital por unidades de eficiencia.

- El producto y consumo en unidades de eficiencia en el estado estacionario son

$$y^* = (1 - \phi_K(g_t))^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (1 - \phi_L(g_t)) \left[ \frac{s(1 - \rho(\tau))(1 - \tau)}{\delta + x + b - d - c_L(\tau)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$$
$$c^* = [1 - s(1 - \rho(\tau))(1 - \tau)] y^*$$

donde  $y \equiv \frac{Y_t}{A_t L_t} = \Gamma(g_t) k_t^\alpha$ .

- Se puede mostrar que un aumento en seguridad que aumente base tributaria puede aumentar  $y^*$  y  $c^*$  aunque no necesariamente.

- Log linealizando alrededor de estado estacionario y suponiendo economía está cerca de éste obtenemos

$$\begin{aligned} \ln \left( \frac{Y_t}{L_t (1 - \phi_L(\tau))} \right) &= \ln A_0 + xt + \left( \frac{\alpha}{1 - \alpha} \right) \ln (1 - \rho(\tau)) \\ &+ \left( \frac{\alpha}{1 - \alpha} \right) \ln (1 - \phi_K(\tau)) \\ &+ \left( \frac{\alpha}{1 - \alpha} \right) \ln s + \left( \frac{\alpha}{1 - \alpha} \right) \ln (1 - \tau) \\ &- \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln [\delta + x + b - d - c_L(\tau)]. \end{aligned}$$

# Medición de Variables y Variables Proxi

- Se utiliza PIB per cápita del department  $i$  en el año  $t$  (base 2005) como la medida de  $\left(\frac{Y_{it}}{L_{it}}\right)$  y  $\ln P_{it} - \ln P_{it-1}$  como la medida de  $\tilde{n}_{it} \equiv (b - d)_{it}$  donde  $P_{it}$  denota la población del departamento  $i$  en el año  $t$  neto de homicidios relacionados con crimen y conflicto armado.
- Suponemos  $\delta + x \equiv 0.05$  y  $\ln A_{i0} = a + \varepsilon_{i0}$  donde  $a$  es una constante y  $\varepsilon_{i0}$  es un choque idiosincrático para el departamento  $i$  en el año 0.
- Siguiendo a Alvarez y Rettberg (2008) utilizamos unas variables proxi para estimar  $1 - \rho(\tau)$  y  $1 - \phi_K(\tau)$  a nivel departamental

$$1 - \tilde{\rho}_{it} = \left(1 - \frac{9 \times w_t^{\min r} \times Sec_{it}}{PIB_{it}}\right) \varepsilon_{it}^{\rho}$$

$$1 - \tilde{\phi}_{K_{it}} = \left(1 - \frac{160 \times w_t^{\min r} \times Atq_{it}}{PIB_{it}}\right) \varepsilon_{it}^K$$

donde  $9 \times w_t^{\min r} \times Sec_{it}$  es el valor de un *secuestro*,  $160 \times w_t^{\min r} \times Atq_{it}$  es el valor de un ataque terrorista o de la guerrilla,  $\varepsilon_{it}^{\rho} > 0$  y  $\varepsilon_{it}^K > 0$  son errores de medición.

- Con datos de CERAC se mide  $1 - \phi_L$  de la siguiente forma

$$1 - \tilde{\phi}_{L_{it}} = \left( 1 - \frac{\#victimas\ de\ homicidios\ por\ Actores\ del\ Conflicto_{it}}{Poblaci3n_{it}} \right)$$

- Utilizamos datos del DNP para las siguientes medidas de  $s$  y  $\tau$  para el departamento  $i$  en el año  $t$

$$1 - \tilde{s}_{it} = \left( 1 - \frac{\text{Formaci3n\ Capital\ Fijo\ Gobierno\ Departamental}_{it}^{base\ 2005}}{PIB_{it}^{base\ 2005}} \right)$$

$$1 - \tilde{\tau}_{it} = \left( 1 - \frac{\text{Gasto\ Gobierno\ Departamental}_{it}^{base\ 2005}}{PIB_{it}^{base\ 2005}} \right)$$

- Finalmente utilizamos datos de CERAC para estimar  $v_{it}$  y  $h_{it}$

$$\tilde{h}_{it} = \ln \left( \frac{\text{\#homicidios por crimen}_{it}}{\text{Población}_{it}} \right) - \ln \left( \frac{\text{\#homicidios por crimen}_{it-1}}{\text{Población}_{it-1}} \right)$$

$$\tilde{v}_{it} = \ln \left( \frac{\text{\#victimas de homicidios por Actores del Conflicto}_{it}}{\text{Población}_{it}} \right) - \ln \left( \frac{\text{\#victimas de homicidios por Actores del Conflicto}_{it-1}}{\text{Población}_{it-1}} \right)$$

lo que conlleva a la medida

$$\tilde{c}_{Lit} = \tilde{h}_{it} + \tilde{v}_{it}$$

- Todo lo anterior conlleva a la ecuación econométrica estructural estimable

$$\ln \left( \frac{Y}{L(1 - \tilde{\phi}_{L_{it}})} \right)_{it} = \beta_0 + \delta_1 d90_t + \dots + \delta_{21} d09_t$$
$$+ \beta_1 \ln(1 - \tilde{\rho}_{it}) + \beta_2 \ln(1 - \tilde{\phi}_{K_{it}})$$
$$+ \beta_3 \ln \tilde{s}_{it} + \beta_4 \ln(1 - \tilde{\tau}_{it})$$
$$+ \beta_5 \ln[\delta + x + \tilde{n}_{it} - \tilde{c}_{L_{it}}] + \eta_i + u_{it}$$

donde la tendencia  $xt$  se aproxima por medio de dummies de tiempo,  $\eta_i$  es un efecto fijo departamental y  $u_{it}$  es un error idiosincrático.

- Predicciones teóricas fundamentales del modelo:

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = -\beta_5 > 0.$$

Variable	Fuente	Periodo
Producto Interno a nivel departamental (base 2005)	DANE,	1960-2009
Población a nivel departamental incluyendo Bogotá	Censos 1985, 2005 DANE	1960-2009
Número de casos de Secuestro y Extorsión a nivel departamental incluyendo Bogotá	Dept. Policía Nacional	1988-2009
Homicidios a nivel departamental incluyendo Bogotá	Dept. Policía Nacional	1988-2009
Homicidios atribuidos al Conflicto Armado a nivel departamental incluyendo Bogotá	CERAC	1988-2009
Ataques de la Guerrilla a nivel departamental incluyendo Bogotá	CERAC	1988-2009
Formación Capital Fijo Gobierno y Gasto del Gobierno a nivel departamental incluyendo Bogotá (base 2005)	DNP	1984-2009

# Datos Panel a nivel Departamental (1988-2009) con Frecuencia anual

Departamento	PIB (millones de pesos, precios constantes 2005)	Población	Número de Homicidios Criminales	Número de Víctimas del Conflicto	Número de Secuestros	Número de ataques unilaterales	Número de ataques unilaterales de la guerrilla	Formación de Capital/PIB (prop.)	Gasto/PIB (prop.)
Antioquia	42783,80	5.200.000	6.097	636	299	327	143	0,05	0,28
Atlántico	12667,50	2.000.000	583	14	16	26	3	0,04	0,20
Bogotá D.C	73425,80	6.100.000	2.357	24	75	51	11	0,17	0,54
Bolívar	10991,30	1.700.000	390	139	56	95	37	0,02	0,21
Boyacá	7886,76	1.200.000	349	43	28	23	9	0,06	0,40
Caldas	5734,06	953.006	816	52	25	37	13	0,05	0,37
Caquetá	1640,58	390.766	386	87	33	48	22	0,06	0,53
Cauca	4153,69	1.200.000	521	133	56	93	50	0,03	0,47
Cesar	4891,60	830.566	529	112	130	84	40	0,07	0,35
Córdoba	5830,34	1.300.000	363	79	22	35	6	0,06	0,38
Cundinamarca	14942,80	2.000.000	738	68	71	37	18	0,12	0,52
Chocó	1135,95	429.805	124	63	26	26	12	0,03	0,65
Huila	5214,53	922.447	423	67	39	52	26	0,13	0,52
La Guajira	3395,55	554.974	277	38	35	23	9	0,21	0,50
Magdalena	4397,17	1.100.000	600	79	61	45	16	0,04	0,34
Meta	6218,02	688.084	537	167	71	64	24	0,15	0,41
Nariño	4714,59	1.400.000	495	71	40	62	23	0,03	0,44
Norte de Santander	5179,80	1.200.000	928	154	74	97	51	0,04	0,37
Quindío	2819,41	509.173	353	10	6	9	2	0,05	0,37
Risaralda	5018,99	850.570	856	31	24	24	8	0,06	0,32
Santander	17785,40	1.900.000	788	155	103	150	52	0,05	0,19
Sucre	2320,52	721.252	191	57	42	52	19	0,08	0,58
Tolima	7495,58	1.300.000	576	85	62	55	28	0,07	0,39
Valle del Cauca	32987,10	3.900.000	3.506	119	114	101	31	0,03	0,22
Arauca	3055,22	199.023	238	88	25	68	33	0,37	0,68
Casanare	5870,44	256.265	193	49	39	20	8	0,34	0,56
Putumayo	1025,52	283.950	249	98	17	33	15	0,20	0,76
San Andrés y Providencia	656,59	65.202	10	0	0	1	0	0,16	0,92
Amazonas	226,73	59.475	10	2	0	2	1	0,32	1,68
Guainía	99,83	29.873	6	7	1	3	1	0,67	2,76
Guaviare	668,47	86.195	102	29	9	10	5	0,29	1,37
Vaupés	115,09	34.815	6	18	3	2	2	0,80	2,42
Vichada	260,05	46.043	15	22	2	8	2	0,40	1,54
<i>Promedio</i>	8.958	1.194.287	715	85	49	53	22	0	1
<i>Desviación estandar</i>	14.730	1.403.539	1.183	110	56	60	26	0	1
<i>Máximo</i>	73.426	6.100.000	6.097	636	299	327	143	1	3
<i>Mínimo</i>	99,83	29.873	5,57	0	0	1	0	0,02	0,19

Variable	Variación	Promedia	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo	Observaciones
$\ln(Y/L) - \ln(1-\phi)L$	Total	-5.1633	0.5111	-6.2062	-3.1107	N=666
	Entre Departamentos		0.4762	-5.9458	-3.9551	n=33
	Entre Periodos		0.2136	-6.0659	-4.1407	T = 20.18
$\ln(1-\rho)$	Total	-0.0468	0.0989	-2.0734	0	N=725
	Entre Departamentos		0.0396	-0.1572	-0.0007	n=33
	Entre Periodos		0.0908	-1.9855	0.1059	T = 21.97
$\ln(1-\phi)K$	Total	-0.4244	0.6264	-5.5654	0	N=575
	Entre Departamentos		0.3657	-1.3914	0	n=33
	Entre Periodos		0.5361	-4.5985	0.9669	T=17.42
$\ln(1-\tau)$	Total	-0.6194	0.6633	-5.7996	-0.0222	N=629
	Entre Departamentos		0.3354	-1.4611	-0.1967	n=33
	Entre Periodos		0.5795	-4.9578	0.8090	T = 19.06
$\ln(s)$	Total	-2.7094	1.4892	-7.8514	1.2123	N=624
	Entre Departamentos		0.9864	-4.3909	-0.8400	n=33
	Entre Periodos		1.1247	-6.9904	0.0573	T = 18.90
$\ln(d+x+n+cl)$	Total	0.1033	0.9611	-4.1122	3.8487	N=591
	Entre Departamentos		0.2421	-0.1536	1.3732	n=31
	Entre Periodos		0.9551	-4.1101	4.1056	T = 19.06

Muestra final es de 427 observaciones que provienen de 29 departamentos.

# Estimación de la Ecuación Estructural

- Aunque se estima por Mínimos Cuadrados Ordinarios Agrupados (MCOA), Efectos Aleatorios (EA) y Efectos Fijos (EF), se prefiere EF.

Variable dependiente	ln(Y/L)-ln(1-φL)					Hausman
	Variables independientes					Prueba EF vs EA
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Estadístico t: (4) vs (5)
	MCOA	MCOA	EF	EF	EA	
ln(1-ρ)	1.275** [0.764]	2.326*** [0.696]	0.445*** [0.208]	0.366*** [0.189]	0.480*** [0.189]	-4.521+++
ln(1-φK)	0.077 [0.072]	0.041 [0.068]	0.047*** [0.024]	0.044*** [0.020]	0.043*** [0.021]	0.214
ln(1-τ)	0.125** [0.060]	0.167*** [0.074]	-0.004 [0.018]	0.070*** [0.040]	0.072*** [0.040]	-0.507
ln(s)	0.175*** [0.040]	0.204*** [0.050]	0.048*** [0.007]	0.018*** [0.007]	0.028*** [0.009]	-8.207+++
ln(d+x+n+cl)	-0.002 [0.023]	0.021 [0.022]	-0.001 [0.006]	-0.006 [0.007]	-0.005 [0.007]	-4.511+++
Constante	-4.343*** [0.175]	-3.736*** [0.172]	-4.861*** [0.029]	-5.039*** [0.043]	-4.988*** [0.127]	
Dummies de tiempo (1990-2009)	No	Si	No	Si	Si	
Efectos fijos departamentales	No	No	Si	Si	Si	
Observaciones	428	428	428	428	428	
R-2 con variaciones temporales	-----	-----	0.213	0.435	0.431	
R-2 con variaciones entre deptos	-----	-----	0.596	0.092	0.188	
R-2 total	0.287	0.340	0.2664	0.103	0.142	
Desv. Est. η <sub>i</sub>	-----	-----	0.456	0.480	0.201	
Desv. Est. u <sub>it</sub>	-----	-----	0.135	0.117	0.117	
Número de Departamentos	29	29	29	29	29	

+ Errores estándar cluster a nivel departamental en corchetes.

Significancia estadística a una cola: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.5, \* p<0.1

Significancia estadística a dos colas: +++ p<0.01, ++ p<0.5, + p<0.1

MCOA: estimación por mínimos cuadrados ordinarios agrupados;

EF: estimación por efectos fijos;

EA: estimación por efectos aleatorios (mínimos cuadrados generalizados) que supone heterogeneidad departamental es independiente de los regresores



# Pruebas de Hipótesis: Wald Robusto a Autocorrelación Serial y Heterocedasticidad

- Predicciones teóricas:  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = -\beta_5 > 0$ .
  - 1 Signos son los que se predicen
  - 2 Hipótesis conjunta de igualdad entre coeficientes no se rechaza al 10% significancia estadística.

H <sub>0</sub>	q=grados de libertad	Estadístico Wald Robusto	Valor p
beta1=...=beta5=0	5	46,05	0,001
beta1 = beta2	1	2,55	0,11
beta1 = beta3	1	2,44	0,12
beta1 = beta4	1	3,10	0,08
beta1 = -beta5	1	3,31	0,07
beta2 = beta3	1	0,74	0,39
beta2 = beta4	1	2,90	0,09
beta2 = -beta5	1	4,48	0,03
beta3 = beta4	1	4,67	0,03
beta3 = -beta5	1	5,05	0,02
beta4 = -beta5	1	0,87	0,35
beta1=...=beta4=-beta5	10	13,33	0,20

\*Estadístico Wald Robusto se distribuye asintóticamente como chi-cuadrado con q grados de libertad

- Se estima el parámetros estructural:  $\hat{\alpha} = \frac{0.1}{1.1} = 0.09$

- Rechazamos Exogeneidad Estricta al 1% de significancia. Esto implica que los estimativos se interpretan como predicciones más no como Efectos Marginales Causales.
- En el periodo del Gobierno Uribe (2003-2009) en la muestra encontramos que la relación estadística encontrada no cambia ni al 10% de significancia estadística.

- Se desarrolló un modelo de Solow-Swan modificado que incorpora conflicto armado y el crimen organizado. Se mostró que un aumento en el gasto en seguridad puede aumentar el capital (humano y físico), el ingreso y consumo en unidades de eficiencia en el largo plazo aunque no necesariamente.
- Con panel de datos desbalanceado a nivel departamental para Colombia en el periodo 1988 - 2009 se estima la ecuación estructural estimable donde la estimación por efectos fijos es la preferida.
- Signos de los coeficientes son los esperados según el modelo teórico y no se rechaza estadísticamente al 10% las restricciones teóricas que el modelo estructural impone.
- Estimativos se interpretan como predicciones debido a que se rechaza al 1% exogeneidad estricta en el modelo estructural estimable por efectos fijos. Se predice que la elasticidad del logaritmo del PIB departamental con respecto al conflicto armado y el crimen organizado es en promedio del -0.04 y -0.36 respectivamente.

- Estimativos se interpretan tan sólo como predicciones debido a que se rechaza estadísticamente al 1% la condición suficiente de exogeneidad estricta en el modelo estructural estimable por efectos fijos. Se predice que la elasticidad del logaritmo del PIB departamental con respecto al conflicto armado y el crimen organizado es en promedio del -0.04 y -0.36 respectivamente.
- Estadísticamente no se rechaza al 10% la hipótesis de que los cinco coeficientes estimados del modelo estructural sean iguales en valor absoluto: al promediar los valores de los cinco estimativos se predice que un aumento de un 10% en el conflicto armado o en el crimen organizado está asociado estadísticamente a una reducción del 1% en el PIB departamental en promedio en el periodo estudiado.
- Estimativos son estadísticamente similares en el periodo del gobierno de Alvaro Uribe (2003-2009) relativo al periodo anterior (1988-2002).

- Modificar el modelo estructural para permitir rezagos de la variable dependiente como regresor que permita controlar por la posible simultaneidad entre el PIB departamental, el conflicto armado, el crimen organizado así como con las decisiones de fertilidad de la población lo que presumiblemente da al traste con verificar estadísticamente exogeneidad estricta en el modelo estimable por efectos fijos.

¡GRACIAS!