

Determinantes Socio Económicos de la Criminalidad en Chile durante los Noventa

Emerson Melo

15 de abril de 2004

Resumen

Este trabajo entrega contundente evidencia de que la criminalidad en Chile presenta una alta persistencia. No obstante lo anterior, existe un conjunto de variables socio económicas que explican la evolución de la mayoría de los crímenes de connotación pública en Chile durante la década de los noventa. Los resultados muestran que la tasa de desempleo está positivamente correlacionada con el nivel de crimen como así también el nivel de ingreso de las personas. Por otra parte, la tasa de escolaridad está negativamente asociada al nivel de crímenes exceptuando el caso de las denuncias por drogas. Los resultados encontrados muestran que las variables mencionadas tienen un impacto mayor en las denuncias en drogas aunque con el signo opuesto respecto a los demás tipos de crímenes.

Prefacio

La delincuencia en Chile se ha transformado en uno de los principales temas de preocupación para las autoridades. A pesar del creciente interés, no sabemos mucho en relación acerca de los factores que están detrás de la delincuencia. La mayoría de las hipótesis sugieren problemas de carácter psicológico y sociológico como determinantes del comportamiento criminal. El que no se tenga un cabal conocimiento de las causas del crimen, es tremendamente importante, ya que el diseño de políticas requiere tener la información adecuada. Ante tal desconocimiento las políticas y programas se han enfocado principalmente hacia las víctimas, es decir, quienes han sufrido o potencialmente podrían sufrir los efectos de la delincuencia. Dos ejemplos clásicos de lo anterior son el Plan Cuadrante impulsado en la Región Metropolitana a partir de 1998, cuya principal finalidad es la de incorporar a la comunidad en el trabajo con Carabineros. El otro ejemplo es el plan antidelincuencia Comuna Segura, impulsado por el Ministerio del Interior, que promueve la acción mancomunada entre los individuos pertenecientes a una misma comuna.

Como una forma de aumentar la información para el debate y el diseño de políticas, el presente trabajo muestra evidencia acerca de los determinantes que están detrás del fenómeno de la delincuencia. Para dicho fin, la investigación se basa en el supuesto de que los delincuentes actúan de manera racional, y por tanto se concentra en delitos que podrían responder a este tipo de decisiones y por tanto se seleccionan los delitos de : *Hurtos, Robo y Drogas*. Usando este supuesto se utiliza un modelo teórico que permita justificar como actúan los delincuentes y cuales son los determinantes de este comportamiento. El modelo propuesto, basado en Loayza *et al*(2002), tiene la virtud de poder establecer una relación dinámica del comportamiento criminal. En él se plantea que las principales variables socioeconómicas que están detrás del comportamiento criminal son principalmente la

escolaridad, el desempleo, el nivel de ingreso de los delincuentes.

Sin embargo, una de las principales características del modelo propuesto y que lo diferencia de otros trabajos previos en el área, es el hecho que la decisión del criminal, depende de la decisión realizada en el periodo anterior. La dinámica que sugiere, se traduce en una forma de persistencia que tiene la delincuencia en una determinada región o localidad geográfica, resultando en un comportamiento sistemático del crimen.

Primeramente para testear esta hipótesis de persistencia en el nivel de crímenes se utilizan datos a nivel comunal, tanto para las variables de delitos así como también para las variables socioeconómicas de interés. Los datos de delitos provienen de los registros de Carabineros de Chile, las que corresponden a las denuncias reportadas para cada tipo de delito. Por otra parte los datos correspondientes a las variables socioeconómicas, provienen de la encuesta CASEN. Lo anterior permitió construir un panel de datos a nivel comunal que abarca toda la década de los noventa. Uno de los aportes de este trabajo, radica en la metodología de estimación que se utiliza. En el se realiza una acuciosa revisión de las diversas técnicas que se han utilizado en la estimación de este fenómeno. Lo anterior permite analizar la robustez de los resultados encontrados. La metodología seleccionada es el método generalizado de momentos, el cual posee la ventaja de entregar estimadores consistentes. Adicionalmente esta técnica permite controlar por las posibles endogeneidades que pueden existir en algunas de las variables de interés que se derivan del modelo teórico planteado, como por ejemplo aquellas relacionadas a desempleo, ingresos y escolaridad.

Un aspecto que se destaca en esta investigación y que se diferencia de otras existentes en el área, es que se da una gran importancia a la forma en que se miden los diversos tipos de delitos. En particular se da énfasis al hecho que medir los delitos mediante las denuncias realizadas por las víctimas, puede llevar a errores

en la manera en que se interpretan los resultados. Esto se deriva del hecho que lo se esta tratando de explicar es el comportamiento del criminal, y el modelo teórico que se utiliza cumple este fin. Sin embargo, no es difícil demostrar que cuando se utiliza la tasa de denuncias para medir el nivel de crimen, estas últimas reflejan más bien la decisión de la víctima que la del delincuente. Tomando en cuenta este punto, es posible explicar el porqué en la literatura existente algunas variables aparecen con signos contradictorios sobre la delincuencia, particularmente aquellas relacionadas al ingreso y a la escolaridad. Considerando la debilidad de la variable que mide los delitos, es posible explicar este aparente comportamiento erróneo de las variables.

A partir de los elementos anteriormente mencionados el trabajo muestra importante evidencia de la fuerte persistencia que han mostrado los delitos de robo, hurtos y drogas en Chile durante la década de los noventa. En efecto, valores pasados de denuncias asociadas a este tipo de crímenes explican por sobre el 90 % las denuncias actuales. Este resultado es consistente con los encontrados por Loayza *et al* (2002), con la diferencia que estos autores lo obtienen para países, mientras que los resultados que aquí se obtienen son para unidades geográficas menores, tales como comunas .

No obstante, en este trabajo se entrega evidencia de que existe un conjunto de variables socioeconómicas que han influido sistemáticamente sobre la evolución que muestra los delitos de robos, hurtos y drogas.

Los resultados sugieren que el desempleo ha tenido un impacto positivo y significativo en los tres tipos de delitos analizados. Esto es acorde a la literatura existente, y nos señala que en la medida que aumente el desempleo, los delitos deberían aumentar. Por otra parte la variable relacionada al ingreso per capita, muestra que existe una relación positiva y significativa para los tres tipos de delitos. Ello sugiere que en la medida que una determinada zona geográfica aumente

el ingreso per capita, debería presentar mayores tasas de delincuencia. A pesar de que este resultado puede ser justificado a partir del modelo teórico, se señala el hecho que este fenómeno podría estar reflejando la decisión de quien denuncia mas que la decisión de quien comete el crimen, de manera que este tipo de resultados debe ser interpretado con cuidado. Para el caso de escolaridad solamente en los delitos de drogas se encuentra una relación positiva y estadísticamente significativa. En términos de ordenes de magnitud se tiene que un aumento en un 1 por ciento en la tasa de desempleo genera un aumento en un 0,21 % en las denuncias por hurtos por habitante, mientras que para las drogas y robos el cambio es menor siendo un 0,09 % y 0,07 % respectivamente. Para el caso del ingreso, los resultados obtenidos sugieren que un cambio de 1 por ciento en el ingreso de las personas implica que los robos aumenten en un 0,07 % y los hurtos en un 5 %. Para el caso de los delitos asociados a drogas se tiene que el aumento es de un 14 %.

No obstante lo anterior, una de las variables mayormente estudiadas como desencadenantes de la criminalidad es la tasa de pobreza. Los resultados de esta investigación muestran que efectivamente esta variable tiene un impacto sobre los delitos asociados a robo, hurtos y drogas aunque el sentido del impacto es diferente dependiendo del tipo de delito que se trate. Por una parte, aumentos en un 1 por ciento en la tasa de pobreza están positivamente asociados con aumentos en un 0,05 % y en un 0,10 % en las denuncias de robos y hurtos respectivamente. Sin embargo, este aumento en la tasa de pobreza esta negativamente asociado con las denuncias por drogas donde un aumento en un 1 % en la tasa de pobreza genera una caída de un 0,61 % en las denuncias. Cabe destacar que el efecto de la tasa de la pobreza no sólo es diferente a los otros dos delitos sino que además el impacto tiene una magnitud largamente superior.

En resumen, los resultados de la investigación muestran que existe un impor-

tante comportamiento inercial de los tres tipos de delitos analizados, siendo de menor magnitud para el caso de drogas. Por otra parte tanto ingreso, como desempleo son determinantes de este tipo de delitos, y escolaridad solamente tiene relación con drogas. Por ultimo cuando se controla por otro tipo de variables se tiene que los resultados son variados y de menor importancia destacando la tasa de pobreza como un importante determinante.

A partir de los resultados encontrados es posible señalar algunos temas para la agenda de investigación futura. Entre estos, está el incluir una medida de disuasión de mejor calidad que las que se emplean actualmente, así como también mejorar el modelamiento de la relación existente entre víctima, denuncia y victimario. El desarrollar un marco teórico para este fenómeno nos permitiría tener mas herramientas para interpretar resultados que en principio podrían parecer contradictorios. Por ultimo es posible mencionar que se requiere de un mejor nivel de medición de las variables asociadas a delincuencia, ya que se demostró las conclusiones que podemos obtener a partir de este indicador pueden ser erróneas. Esto no solo mejoraría la calidad de los estudios si no que también el diseño de políticas públicas.

Índice general

1. Análisis descriptivo de la delincuencia en Chile:1990-2000	8
1.1. Introducción	8
1.1.1. Consideraciones Metodológicas	13
1.2. Evolución de Principales delitos 1990-2000	15
1.2.1. Evolución de Hurtos	15
1.2.2. Evolución de Robos	19
1.2.3. Evolución de Drogas 1990-2000	24
1.2.4. Evolución de la probabilidad de captura para Hurtos, Robos y Drogas durante 1990-2000	27
2. Marco Conceptual	34
3. Estimación de Paneles Dinámicos	39
3.1. Introducción	39
3.2. El estimador de <i>OIS</i> , <i>WG</i> y <i>VI</i>	40
3.3. Usando GMM en la estimación de Paneles Dinámicos	45
3.3.1. El metodo de Arellano y Bond	45
3.3.2. Comparando la eficiencia de $\widehat{\alpha}_{1GMM}$ y $\widehat{\alpha}_{2GMM}$	48
3.4. Algunos test de especificación	49
3.4.1. Autocorrelación	49

3.4.2. Test de sobreidentificación	52
3.5. El caso de instrumentos débiles	53
3.5.1. Condiciones iniciales y un estimador en niveles	55
3.6. GMM de sistemas	56
3.7. Análisis Multivariado	59
4. Resultados	63
4.1. Resultados del modelo básico	63
4.2. Usando Controles Adicionales	65
4.3. Corrigiendo por el efecto ingreso	66
4.4. Controlando por las distancias	67
4.5. Conclusiones	68
4.6. Referencias	71
4.7. Apéndice	74
4.7.1. Definiciones de delitos	74
4.7.2. Cuadros	77

Capítulo 1

Análisis descriptivo de la delincuencia en Chile:1990-2000

1.1. Introducción

La delincuencia en Chile se ha transformado en uno de los temas de mayor preocupación para las autoridades. Tal como lo revelan diversas encuestas de opinión, la delincuencia es uno de los principales problemas que enfrenta la sociedad chilena actual. En una publicación de la Fundación Chile XXI, se señala que "...junto con la pobreza y el empleo, la seguridad ciudadana ha formado parte de los problemas que más preocupa a los entrevistados en todas las encuestas de opinión". Por otro lado, ADIMARK, en un informe publicado recientemente, establece que la preocupación por la delincuencia ha sido un problema prioritario para la población durante la década de los noventa, ubicándose entre los cinco temas de mayor relevancia ciudadana, destacando el período 1990-1994 donde la delincuencia alcanzó el primer lugar entre las preocupaciones de la población. No obstante lo anterior, no sabemos mucho en relación acerca de que factores están detrás de la delincuencia. Esto puede obedecer al hecho que el tratar de explicar

la conducta criminal que presentan algunos individuos no es trivial y diversas disciplinas como la sociología, la psicología, la antropología y la psiquiatría han tratado de responder la pregunta de ¿porqué los individuos cometen delitos? o bien ¿qué lleva a los individuos a cometer un delito? Obviamente, la respuesta no es única. La coexistencia de aspectos biológicos, conductas propias del individuo o actitudes desencadenadas por el ambiente en que este se desenvuelve y desarrolla, pueden gatillar conductas criminales. Consecuente a los diversos enfoques para una misma pregunta, son las diversas recomendaciones que se obtienen para combatir el crimen.

La economía también ha tratado de dar una respuesta a estas preguntas apoyándose en el supuesto de que el delincuente actúa de manera racional por tanto sus decisiones están basadas en un análisis costo-beneficio.

Uno de los primeros economistas en plantear este enfoque fue Gary Becker en su trabajo seminal "Crime and Punishment: An economic Approach" (1968), donde trata de responder la pregunta de ¿cuántos recursos y cuánto castigo debería ser usado para hacer cumplir diversos tipos de leyes?. Para esto Becker enfatiza que los crímenes provocan externalidades¹ a los individuos, y por tanto existe una pérdida social asociada al crimen.

Para explicar las motivaciones que están detrás de que un individuo cometa un delito Becker deriva lo que denomina la oferta de delitos. Esta oferta tendría dos determinantes básicos que el individuo considera al momento de delinquir, estos son *La probabilidad de ser aprehendido* y *El tipo de castigo*. Dicha oferta refleja el hecho que para algunos individuos su utilidad esperada es mayor si dedican recursos y tiempo a actividades delictivas que a actividades legales. Así

¹En particular podemos pensar en que O es el nivel de delitos y $H(.)$ es una función que refleja la pérdida de bienestar para un individuo. De esta forma el individuo estará peor en la medida que aumente O , es decir $\frac{\partial H}{\partial O} > 0$

la coexistencia de personas que actúan como delincuentes y personas que no lo son reflejarían diferencias entre sus costos y beneficios.².

Una forma de ilustrar este punto es mediante una función de oferta de delitos la cual puede tener la siguiente estructura :

$$O_j = O(p_j, f_j, \mu_j) \tag{1.1}$$

donde O_j es la oferta individual de delitos del tipo j , p_j es la probabilidad de ser aprehendido la cual depende del tipo de delito que se trate, f_j el castigo asociado al delito j y μ_j otras variables de tipo socio-económicas que pueden influir sobre la cantidad ofrecida de delitos de cada tipo. A partir de lo propuesto por Becker, se ha desarrollado toda una literatura que ha tratado de estimar y cuantificar las relaciones que plantea la ecuación (1.1). Entre los primeros estudios de este tipo tenemos el de Erlich (1973) quien, a partir de un modelo de elección bajo incertidumbre, trata de estimar el efecto que tiene la probabilidad de ser aprehendido sobre el nivel de delitos encontrando evidencia que dicha relación es negativa y estadísticamente significativa. Sin embargo, los estudios también han apuntado hacia explorar cuales son los efectos que tiene las variables que agrupamos en μ_j en (1) sobre la oferta de delitos.

Típicamente el interés ha estado en variables como ingreso, desempleo y escolaridad. Por otra parte, también se ha indagado en medir los efectos de variables como la desigualdad de ingresos , la densidad poblacional y nivel de urbanización, entre otras. Loayza *et al* (2000) investigan para un grupo de países desarrollados y en desarrollo, cuáles son las principales causas del crimen utilizando principalmente las variables ya mencionadas. Sin embargo, estos autores sugieren que la delincuencia tiene una especie de inercia la cual no está condicionada necesaria-

²Esto puede ser también entendido por el hecho de que los individuos tienen actitudes diversas frente al riesgo

mente por los factores socio-económicos sino mas bien depende de otras variables, muchas no observables por los investigadores.³La forma mas directa de medir esta inercia es mediante la inclusión de la variable dependiente, en este caso denuncia de crímenes, en forma rezagada en el tiempo. Estos autores encuentran que existe un efecto positivo y significativo del nivel de delitos asociado a esta variable sugiriendo que, al menos a nivel de países, esta inercia es importante y por tanto debe ser incluida en un modelo que trate de explicar la evolución de las denuncias criminales. Por otra parte, estos autores encuentran que los delitos están relacionados inversamente con el crecimiento económico, aunque encuentran signos contradictorios para escolaridad. Junto a ello, estos mismos autores en un trabajo mas reciente ⁴ encuentran que la relación entre el coeficiente de Gini, el cual mide el grado de desigualdad de los ingresos en una sociedad, y el crimen es positiva y estadísticamente significativa.

No obstante lo anterior, para el caso chileno la literatura es escasa y básicamente son dos los trabajos que en forma preliminar, tratan tangencialmente el tema que nos aboca en esta investigación. El primero es Nuñez *et al* (2002), donde a partir de un panel regional estiman el modelo propuesto por Erlich y encuentran evidencia que la probabilidad de ser aprehendidos tiene un impacto negativo sobre los delitos. Adicionalmente, en ese trabajo se presenta evidencia de que el desempleo se correlaciona positivamente con los crímenes. El segundo estudio que podemos mencionar es Benavente *et al* (2002), el cual no trata de estimar el impacto de variables socioeconómicas sobre los crímenes sino que mas bien, se evalúa un programa antidelinuencia, donde efectivamente se encuentra que ciertas variables socio-económicas como el desempleo y la distribución del ingreso afectan positivamente el número de denuncias por crímenes cometidos. Dada la importancia que tiene este tema, el presente trabajo entrega un análisis

³Por ejemplo, la idiosincrasia de una región en particular

⁴Loayza *et al* (2002)

de la delincuencia y la relación que esta presenta con los principales factores socioeconómicos. Para este fin, nos concentramos en tres tipos de delitos, los que vienen determinados por *Hurtos, Robos y Drogas*. La razón fundamental de este hecho es que asumimos que los delincuentes al momento de cometer un delito, lo hacen con la intención de obtener lucro, es decir, buscan beneficio económico de esto. De esta forma los delitos anteriormente mencionados los podemos interpretar como un fenómeno económico donde los delincuentes deciden cometer un delito si esta alternativa es la que le da un mayor beneficio. El periodo de análisis comprende la década de los noventa, lo cual obedece a un problema de falta de datos socioeconómicos que nos permitan saber como evoluciona la delincuencia en las décadas anteriores. Para la construcción de las variables socioeconómicas se utiliza la encuesta CASEN correspondiente a los años 1990,1992,1994,1996,1998 y 2000. Como una forma de poder tener mas períodos de observación se realizo interpolación simple⁵ Un punto que es importante señalar es que la encuesta CASEN nos asegura homogeneidad en la forma en que se recolectan los datos, de manera que las variables que se construyen a partir de ellas son comparables a lo largo del tiempo.⁶ Para el caso de los datos de delitos, estos provienen de Carabineros de Chile. La forma en que se calculan las tasas de denuncia es mediante la siguiente formula:

⁵Para ver como se realizo esto consideremos el caso en que tenemos una variable socioeconómica la cual denotamos x_t y asumamos que se tiene para los años 1990 y 1992. Para generar la observación correspondiente al año 1991 calculamos el promedio simple entre los años 1990 y 1992 así tenemos que la formula es :

$$x_{1991} = \frac{x_{1990} + x_{1992}}{2}$$

Lo anterior se realiza para todos aquellos años en que no existen observaciones y para todas las variables de interés.

⁶Esto se da tanto a nivel comunal, provincial y regional

$$Denuncias \text{ cada}/100,000 = \frac{Total \text{ denuncias en } t}{Poblacion \text{ relevante en } t} \times 100,000$$

Lo anterior puede llevarse tanto a nivel comunal, nivel regional o a un nivel nacional. La ventaja de esta medida es que permite que cuando se está trabajando con comunas o regiones, las tasas sean comparables. Esto viene del hecho de estandarizar por 100.000 habitantes. Por otra parte a partir de los datos de denuncias y de aprehendidos⁷, es posible construir una variable que trate de capturar el efecto disuasivo que pueda existir. Esta variable puede denotarse como una *pseudo* probabilidad de captura, es decir, la probabilidad que un delincuente sea capturado condicional a que cometió un delito. La manera en que se construye es la siguiente:

$$P_{t,j} = \frac{A_{t,j}}{D_{t-1,j}}$$

1.1.1. Consideraciones Metodológicas

En los apartados anteriores hemos dado una revisión a la forma en que se construyen las variables socioeconómicas y a la forma en como se miden las tasas de denuncias para los distintos tipos de delitos. Sin embargo es importante tener especial cuidado en los datos respecto a los delitos, debido a que estos pueden presentar serios problemas lo que puede afectar las conclusiones que podamos extraer. La principal complicación que podemos tener al trabajar con datos de denuncias es que estos pueden capturar de manera imperfecta el comportamiento criminal de una determinada zona geográfica. La razón de este hecho es que las denuncias pueden ser consideradas como una decisión racional por parte de las víctimas, ya que esto involucra costos y beneficios en que incurre quien realiza la

⁷La tasa de aprehendidos se construye de una manera similar a la tasa de denuncias, solamente que en vez de usar estas, se utiliza los aprehendidos

denuncia. La consecuencia directa que se deriva de este fenómeno, es que cuando realizamos el ejercicio de relacionar la tasa de denuncia para un determinado delito con alguna variable socioeconómica de interés, el resultado no necesariamente refleja la relación existente entre crimen y la variable socioeconómica. Un ejemplo de esto puede ser el siguiente: Supongamos que estamos interesados en ver como se relaciona los crímenes asociados a Robos con la escolaridad promedio de una region. A priori uno esperaría que existiese una relación negativa entre ambas variables, ya que en la medida que la escolaridad promedio es mayor significa que los individuos pueden acceder a un mejor trabajo lo que se traduce en mayores salarios para los individuos. Esta posibilidad de mayores salarios haría menos atractivo dedicarse a actividades relacionadas con Robos lo que se traduciría en un nivel de crimen menor. No obstante, cuando medimos el crimen mediante la tasa de denuncia, la escolaridad promedio puede mostrar una relación positiva con esta. En una primera lectura uno podría interpretar este hecho señalando que en la medida que aumenta la escolaridad el crimen asociado a Robo aumenta. Sin embargo, esta interpretación es errónea, ya que es perfectamente posible pensar que aquellas personas que han sido víctima de un Robo y lo denuncian, son en promedio mas educadas que aquellas que no lo realizan. De esta forma podemos estar capturando la relación entre escolaridad y víctimas y no entre victimarios y escolaridad. Este ejemplo muestra de una manera sencilla las conclusiones erróneas que se pueden sacar si se descuida lo que realmente puede estar midiendo la tasa de denuncias. Por lo tanto, es importante tener en consideración este hecho.

El segundo gran problema metodológico dice relación con la forma en que se construye la probabilidad de captura. Esta medida descansa en el supuesto que los aprehendidos en el instante t son menores que las denuncias realizadas en el período $t - 1$. Sin embargo, es perfectamente posible que los aprehendidos en t

sean mayores a las denuncias en $t - 1$, lo que llevaría a que esta medida este fuera del rango $[0,1]$ que se exige para una probabilidad. Por otra parte, otro supuesto que se realiza en la construcción de esta probabilidad es que existe un periodo de rezago para que las denuncias tenga algún efecto que lleve a las autoridades a capturar al delincuente. Esto también puede ser tremendamente erróneo, ya que la relación que puede existir entre los aprehendidos en t y las denuncias en $t - 1$ puede ser muy baja y probablemente la relación sea mas fuerte con las denuncias en t .

Considerando los elementos anteriores, a continuación procedemos a realizar un análisis descriptivo de la delincuencia en Chile durante los 90 usando datos regionales. Esto nos permite tener una visión general del problema.

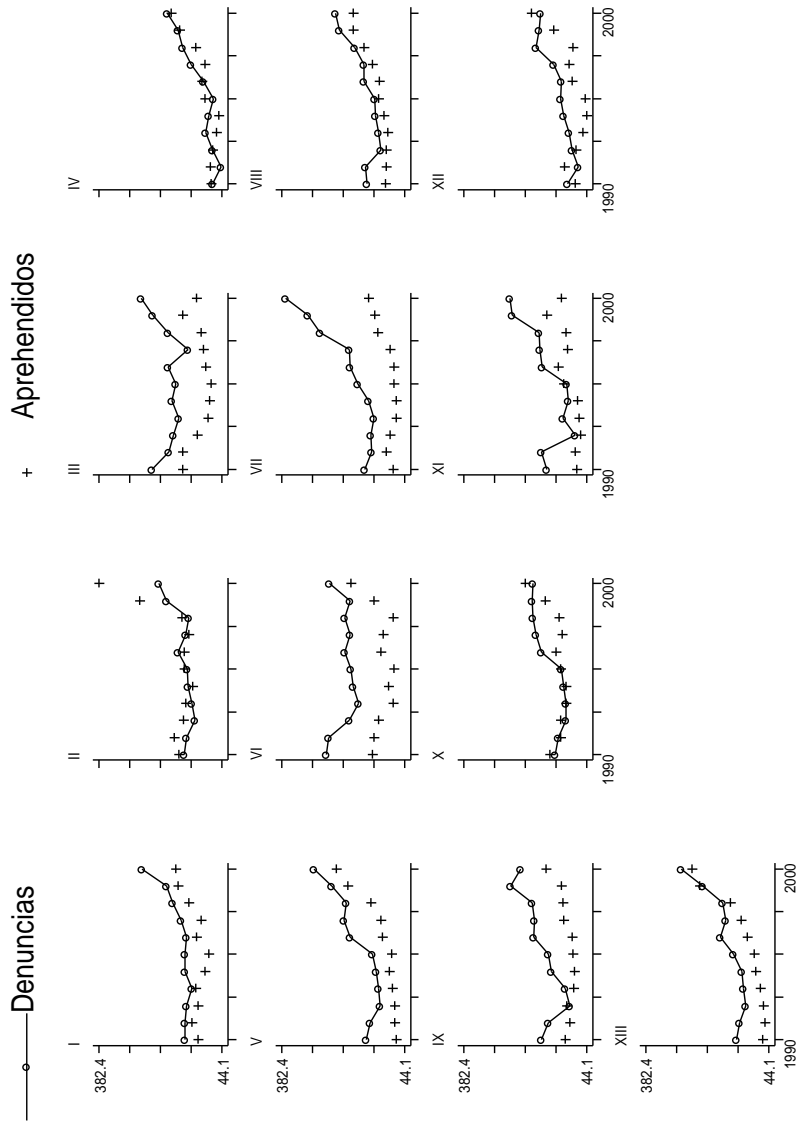
1.2. Evolución de Principales delitos 1990-2000

1.2.1. Evolución de Hurtos

El gráfico 1 muestra el comportamiento de la tasa de denuncia y de la tasa de aprehendidos para los delitos de Hurtos a nivel regional. Es posible apreciar que el comportamiento que predomina es uno donde tanto las denuncias como los aprehendidos han venido creciendo durante la década de los noventa. Esto es particularmente notorio en las regiones I, VII y XIII. Un importante comportamiento que nos permite apreciar el gráfico, esta asociado con el hecho que las denuncias en la mayoría de las regiones están siempre por arriba de los aprehendidos, sin embargo, ambas variables se mueven en la misma dirección, es decir, cuando las denuncias por Hurtos aumentan también aumentan los aprehendidos. La relación es particularmente estrecha en las regiones II, IV, X, XII y XIII. Para la región XIII, esta relación se acentúa a partir de la segunda mitad de los noventa, en particular en el año 1998. Una posible explicación viene dada por el hecho que en

dicho año se estableció el denominado plan cuadrante que tiene como objetivo coordinar el trabajo de carabineros con la comunidad, con la finalidad de disminuir la delincuencia. Al ser un programa que combate la delincuencia se esperaría que

Gráfico 1: Denuncias y Aprehendidos Hurtos



Año

este la disminuyera , sin embargo, el gráfico muestra que existió un aumento de la tasa de denuncia lo que podría llevarnos a pensar que existe un aumento de la delincuencia, y que por tanto el programa habría tenido un efecto negativo. No obstante tal como lo señalan Benavente et al (2003), este tipo de programas puede aumentar la tasa de denuncia en aquellas zonas donde se aplica, y no necesariamente implica que la delincuencia aumente, sino lo que aumentan son las denuncias, debido a que el programa permite generar redes sociales que llevan a los individuos que son víctimas de un delito a denunciarlo.⁸

Para saber que factores socioeconómicos pueden influir en los Hurtos, se construyen las correlaciones de la tasa de denuncia de Hurtos con algunas variables socioeconómicas de interés. El cuadro 1 muestra las correlaciones a nivel regional. La primera columna es la correspondiente a Hurtos. De este cuadro, el primer hecho que nos llama poderosamente la atención es el relacionado a que los Hurtos presentan una alta persistencia . En particular la correlación de la tasa de denuncia de Hurtos medida en t con la tasa de denuncia de Hurtos medida en $t - 1$, es de alrededor de un 0.86, lo que nos señalaría que este tipo de delito durante los noventa ha presentado un comportamiento sistematico⁹. Entre las variables socioeconómicas que presentan una mayor correlación con Hurtos, se encuentran el Ingreso Monetario per capita y la tasa de desempleo. Para el caso del ingreso monetario tenemos que la correlación es positiva, de manera que en aquellas regiones de mayores ingreso se esperaría que exista una mayor actividad delictual asociada a Hurtos, debido a que el monto esperado que perciben los delincuentes es mayor. El desempleo por su parte nos permite ver que en la medida que esta tasa sea mayor, los Hurtos deberían ser mayores. Una manera

⁸Para más detalles respecto a esta hipótesis ver Benavente et al (2003), quienes formalizan la relación existente entre denuncias, delitos y programas

⁹Una discusión en detalle de este resultado y de las implicancias que este posee son discutidos en el capítulo tres de esta tesis

intuitiva de interpretar este hecho es que si existe un alto desempleo, entonces se tiene que las oportunidades de trabajo legal son menores, por tanto el individuo tendría incentivos a dedicarse a actividades delictivas en particular al Hurto.¹⁰

Cuadro 1: Correlaciones Regionales

	Hurtos	Robos	Drogas
Hurtos(-1)	0.86		
Robos(-1)		0.96	
Drogas(-1)			0.6
Escolaridad	0.15	0.74	0.17
Ingreso Monetario per capita	0.45	0.45	0.11
Desempleo	0.51	0.38	0.26
Tasa de Pobreza	-0.3	-0.38	-0.14
% de Hombres	0.18	-0.39	0.16
Gini	0.17	0.18	-0.11
Tasa de Ruralidad	0	-0.63	-0.03

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la encuesta Casen y datos de Carabineros de Chile

Las variables como el coeficiente de Gini, tasa de pobreza y porcentaje de Hombres, no presentan una correlación muy elevada con Hurtos, y la tasa de ruralidad no presenta ninguna asociación.

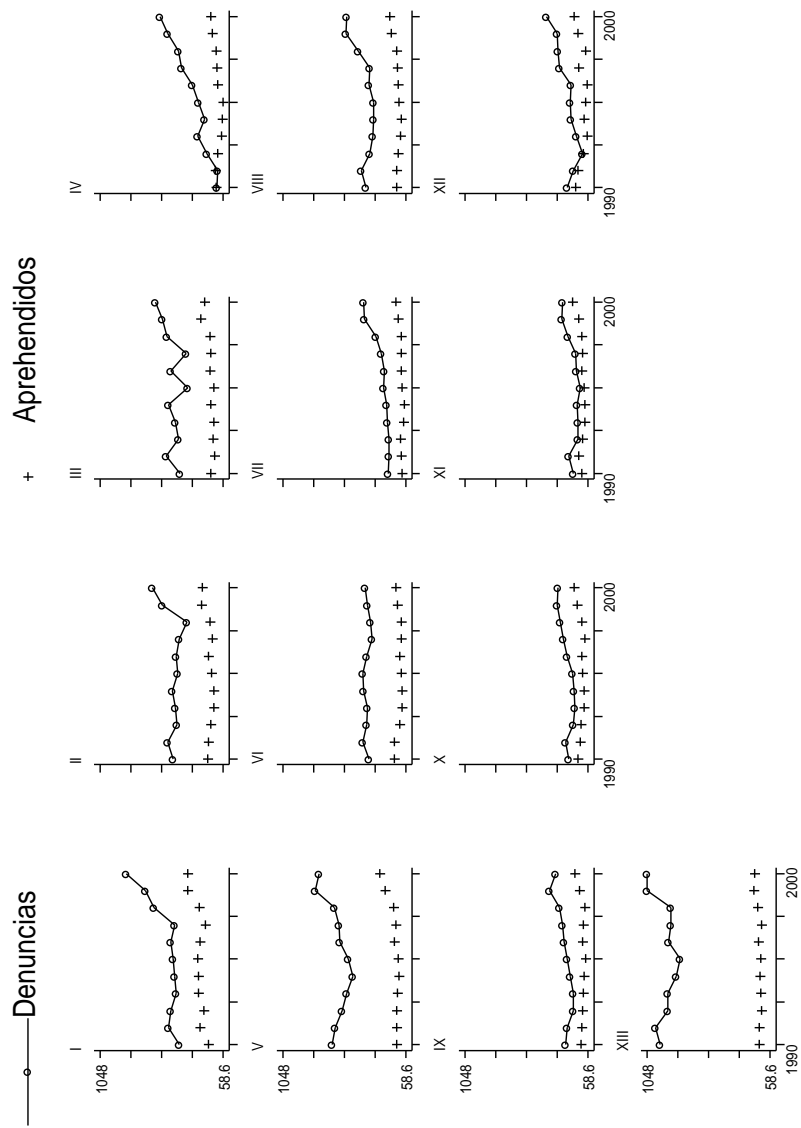
1.2.2. Evolución de Robos

La evolución de la tasa de denuncia de Robos y la tasa de aprehendidos es mostrada por el gráfico dos. Es posible ver que a diferencia de lo que sucedía con

¹⁰Es importante señalar que con el análisis de las correlaciones no estamos viendo si existe o no causalidad entre las variables, solo estamos viendo como se mueven

Hurtos, las denuncias asociados a Robos están siempre por encima de los aprehendidos. En este caso ya no es posible apreciar una relación tan estrecha entre ambas variables, solamente las regiones X, XI y XII tienen un comportamiento similar al que exhibían los Hurtos. Especialmente importante es el caso de la región XIII, la cual presenta la mayor diferencia entre denuncias y aprehendidos. Otro punto que resulta de interés es que a nivel regional los delitos asociados a robo han mostrado un comportamiento relativamente constante, aunque en las regiones III, IV, V y XIII se puede apreciar un crecimiento moderado a lo largo de la década. Los aprehendidos, por su parte, también han mostrado un comportamiento relativamente constante. Para saber qué factores socioeconómicos pueden influenciar los Robos, la columna dos del cuadro 1 muestra las correlaciones para robos y algunos factores socioeconómicos. De inmediato podemos apreciar que la correlación entre Robos y su valor rezagado alcanza a un 0.86, lo que daría indicios de una alta persistencia, lo que podría indicar que este tipo de delitos presenta un comportamiento sistemático durante la década de los noventa.

Gráfico 2: Denuncias y Aprehendidos Robos



Año

De los factores socioeconómicos, el que presenta la mayor correlación es aquel que corresponde a la escolaridad promedio de la región, dicha correlación alcanza un valor de 0.74 lo que nos indica que la escolaridad y los robos se mueven en la misma dirección. Lo anterior resulta contra intuitivo, ya que se esperaría que a mayor escolaridad menores Robos. Sin embargo, es posible justificar este resultado mediante el hecho que como mencionamos anteriormente se tiene que las denuncias son una aproximación del nivel de crimen que existe, por tanto esta podría reflejar las características de quienes realizan la denuncia mas que estar reflejando las características de los delincuentes. De acuerdo a esto se podría pensar que personas con mayor educación están dispuestas a realizar la denuncia una vez que son víctimas del delito, por tanto en aquellas regiones donde se tiene un escolaridad promedio mayor se esperaría que se de esta relación positiva entre denuncias y escolaridad, lo que podría llevar a errores de interpretación. Por su parte tanto el desempleo como el ingreso per capita se correlacionan positivamente con las denuncias por robo. Esto indicaría que en la medida que el desempleo aumente en una determinada región, los delitos asociados a Robos deberían aumentar.¹¹. Para el caso del ingreso per capita tenemos que se la correlación positiva reflejaría el hecho que en la medida que el ingreso per capita de la región aumenta los Robos también lo harían. Para el caso del ingreso per capita se tiene una interpretación similar, donde un aumento de este debería llevar a un aumento de los Robos. Para el caso de la tasa de pobreza y el porcentaje de Hombres se tiene que ambas se correlacionan negativamente con los Robos. En el caso de la tasa de pobreza se tiene que es posible pensar que este resultado podría señalarnos que si el porcentaje de pobres es muy elevado en una determinada región, entonces se esperaría que las actividades de Robo sean poco atractivas para quienes las

¹¹El argumento que justifica esta relación es el mismo que aquel que tenemos para el caso de Hurtos

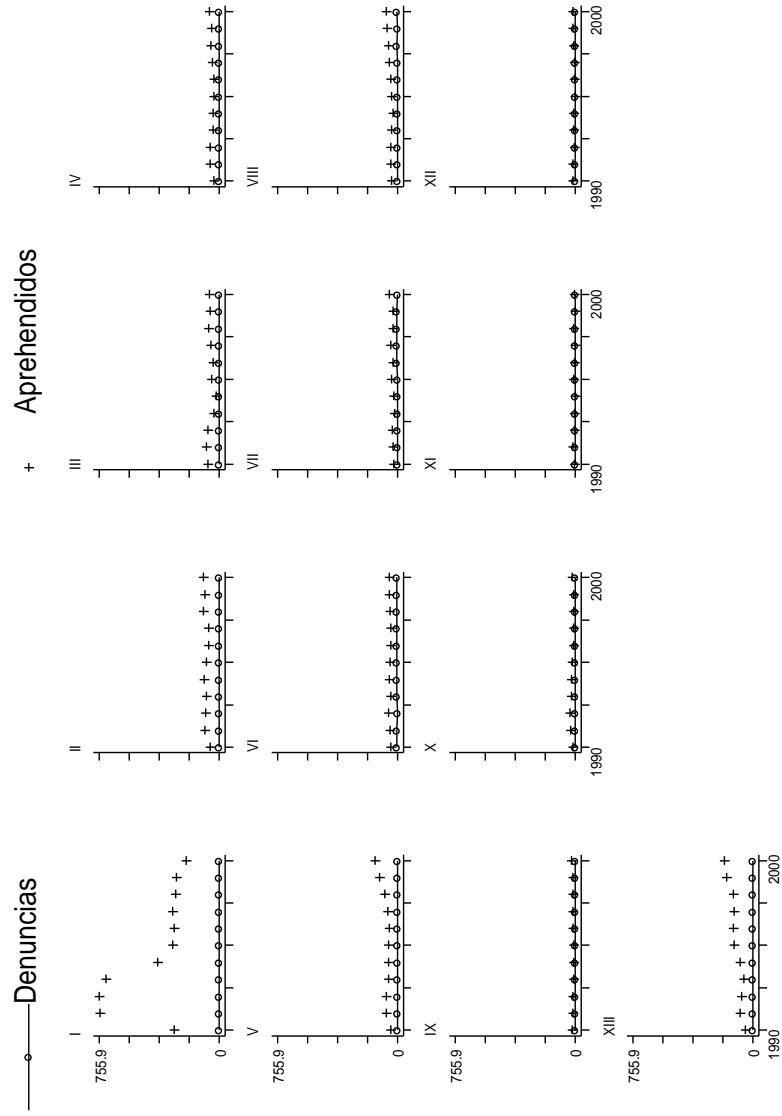
desarrollan debido a que el botín esperado es muy bajo. Por otra parte si consideramos que esta correlación puede reflejar la realidad de quienes denuncian , entonces tendríamos que interpretarlo como el hecho que en las regiones donde los índices de pobreza son mayores los individuos están menos dispuestos a realizar la denuncia, esto porque no podrían afrontar los costos de un posible juicio legal, y por tanto la relación entre pobreza y tasa de denuncia de Robos es negativa. Considerando ambos efectos habría consistencia en el signo negativo de la correlación. Para el caso de la variable porcentaje de hombres jóvenes, la correlación negativa reflejaría que los Robos se mueven en dirección opuesta a esta variable. Uno podría intuir que este resultado es extraño, ya que uno esperaría que los delitos asociados Robos sean cometidos por Hombres, y por tanto la relación debería ser positiva. Sin embargo, nuevamente debemos hacer alusión que este resultado puede estar interpretando al lado de la víctima, de manera que si el signo de la correlación es negativa simplemente se debe interpretar como el hecho que los hombres denuncian menos, lo cual podría justificarse por el hecho que el costo en tiempo que implica realizar un denuncia y todo los costos monetarios que pueden estar asociados a esta decisión pueden ser muy elevados, y por tanto en términos económicos no es conveniente realizar la denuncia. Si este segundo efecto es el que domina entonces se tendrá que el signo de la correlación es negativa tal como lo sucede en la columna dos del cuadro uno. Por último la tasa de ruralidad presenta un signo negativo con la tasa de denuncia de Robos, lo que nos señalaría que en aquellas regiones con mayores índices de ruralidad se cometen menos Robos, lo cual indicaría que este tipo de delitos son mas frecuentes en zonas de alta urbanización.

1.2.3. Evolución de Drogas 1990-2000

Para el caso de Drogas la evolución se muestra en el gráfico 3. Lo que llama de inmediato la atención es el hecho que en la gran mayoría de las regiones las denuncias y aprehendidos se mueven en la misma dirección y de una manera muy estrecha. Sin embargo, a diferencia de lo que sucedía con Hurtos y Robos, en el caso de Drogas se tiene que los aprehendidos están siempre por encima de las denuncias. Este fenómeno puede ser resultado del hecho que este tipo de delitos puede tener un mayor subreporte, es decir, la gente no denuncia este tipo de delitos aun sabiendo que se esta cometiendo. Una explicación para esto puede ser que los delitos de Drogas no afectan directamente a un individuo en particular como si sucede en el caso de Hurtos y Robos. Esto porque las actividades asociadas a Drogas son relacionadas al comercio ilegal de sustancias prohibidas, luego involucran de manera directa a los demandantes y los oferentes. De esta forma es perfectamente posible que en una determinada región se tenga una alta actividad de delitos asociados a Drogas, pero que la comunidad no se sienta afectada directamente y por tanto no denuncia el comercio ilegal. No obstante, se produce un fenómeno muy interesante en términos económicos, ya que las actividades asociadas a Drogas producen externalidades que afectan a aquellos que no están inmersos en ellas. Es fácil de entender este argumento, ya que si pensamos en el hecho que quienes son demandantes de Drogas muchas veces para obtener recursos se dedican a actividades de Robo y Hurtos. De esta manera un aumento de los delitos asociados a Robos podrían estar asociado a que las actividades de Drogas están aumentando en una determinada región. Es importante mencionar que si bien esta relación puede darse en términos teóricos, es perfectamente posible que los datos no capturen este hecho.

Como mencionamos anteriormente, el comportamiento de aprehendidos y denuncias se comportan muy similar entre regiones, sin embargo, en la primera

Gráfico 3: Denuncias y Aprehendidos Drogas



Año

región se puede observar que escapa a este hecho. Es posible apreciar que las denuncias se comportan de manera similar al resto de las regiones, sin embargo se tiene que los aprehendidos son notoriamente superiores a las denuncias. Esto puede justificarse por la situación geográfica, ya que la primera región es una manera de ingresar Drogas al país. Por esto muchos delincuentes son aprehendidos sin necesariamente haber sido denunciados. Por lo tanto no debe sorprendernos el comportamiento que muestra la primera región. De lo que hemos mencionado en las líneas anteriores, es importante señalar que los delitos asociados a Drogas pueden presentar un alto subreporte y debido a esto es que los aprehendidos pueden estar siempre por arriba de las denuncias.¹² De igual forma como lo realizado para Hurtos y Robos, la columna tres del cuadro 1 muestra las correlaciones de Drogas con algunas variables socioeconómicas. Es interesante ver que la correlación entre Drogas y su valor rezagado es de 0.6, lo que nos indicaría que la persistencia si bien puede existir, no es tan fuerte como en el caso de Robos y Hurtos. Por otra parte la correlación entre Drogas y escolaridad es positiva pero su valor es muy bajo y alcanza a un 0.17. Cuando se considera la correlación existente entre Drogas y la tasa de ruralidad, el coeficiente nuevamente es bajo y negativo, lo que podría señalar que no existe una relación muy fuerte entre estas variables. Un fenómeno similar se tiene cuando se considera el coeficiente de Gini y la tasa de pobreza. Para el caso de la tasa de desempleo, se tiene que presenta una correlación de 0.26, no obstante, el valor no es muy alto en relación a lo que sucede en el caso de Hurtos y Robos.¹³ De lo anterior es posible señalar que en

¹²Es necesario destacar que los aprehendidos pueden incluir a quienes son sorprendidos consumiendo sustancias prohibidas. Sin embargo esta cifra no debería ser importante en relación a aquellos que son sorprendidos comercializarlo. Luego la interpretación que estamos haciendo es una aproximación relativamente buena del fenómeno

¹³Que el coeficiente de correlación no sea muy alto, no implica necesariamente que las variables no puedan presentar una relación entre ellas. Para tener un análisis más riguroso es necesario

principio los delitos asociados a Drogas no presentan una relación muy estrecha con las variables socioeconómicas indicadas.

1.2.4. Evolución de la probabilidad de captura para Hurto, Robos y Drogas durante 1990-2000

Como mencionamos en la sección correspondiente a metodología, con los datos existentes sobre denuncias y aprehendidos es posible construir una medida de la probabilidad de captura. El gráfico 4 del apéndice muestra la evolución de esta medida para el caso de Hurto. Es posible ver que en la mayoría de las regiones esta probabilidad de captura se ha mostrado mas bien estable y ha estado en torno a un 0.70. Esto podría interpretarse cómo el hecho de que las posibilidades de capturar a un delincuente que comete un Hurto es de un 70 %. Es interesante el hecho que para la region XIII, está probabilidad comienza a mostrar un comportamiento creciente a partir de 1998. Esto confirma nuevamente el efecto que podría tener el Plan Cuadrante que ha impulsado Carabineros. Según lo que muestra el gráfico cuatro, se tendría que el programa ha tenido un efecto disuasivo, ya que al aumentar la probabilidad de captura los delincuentes tienen un elemento que toman en consideración¹⁴. Este resultado es consistente con lo encontrado en el análisis de las denuncias y aprehendidos. Para el caso de los Robos, se tiene que la evolución de la probabilidad de captura ha mostrado un comportamiento estable en la mayoría de las regiones. La región que muestra la probabilidad más baja es la XIII, la cual se sitúa en torno al 16 %. Esto puede interpretarse como el hecho que los delincuentes tienen un efecto disuasivo menor

el investigar si estas correlaciones son o no significativas en términos estadísticos

¹⁴Recordemos que tal como se menciona en la sección de metodología esta probabilidad no debe interpretarse de la manera habitual. Simplemente es un indicador de como evolucionan los aprehendidos y las denuncias, además es perfectamente posible que esta sea mayor a uno.

en la región XIII. De esta forma tienen un incentivo mayor a realizar este tipo de actividades. Igual de interesante es el fenómeno que sucede en la region IV, donde se puede apreciar que en un comienzo la probabilidad es cercana a uno y comienza a caer de manera sostenida en el tiempo. Por ultimo el gráfico seis muestra el comportamiento que ha tenido la probabilidad de captura en el caso de Drogas. El comportamiento ya no es sistemático como en los casos anteriores. La probabilidad de captura siempre esta fuera de los rangos convencionales y algunas regiones como la XI y la XII no muestran esta variable debido a que no presentan denuncias o no presentan aprehendidos. Por lo tanto no es posible realizar apreciaciones muy precisas respecto al efecto dissuasion para el caso de Drogas.

Gráfico 4: Probabilidad de Captura Hurtos

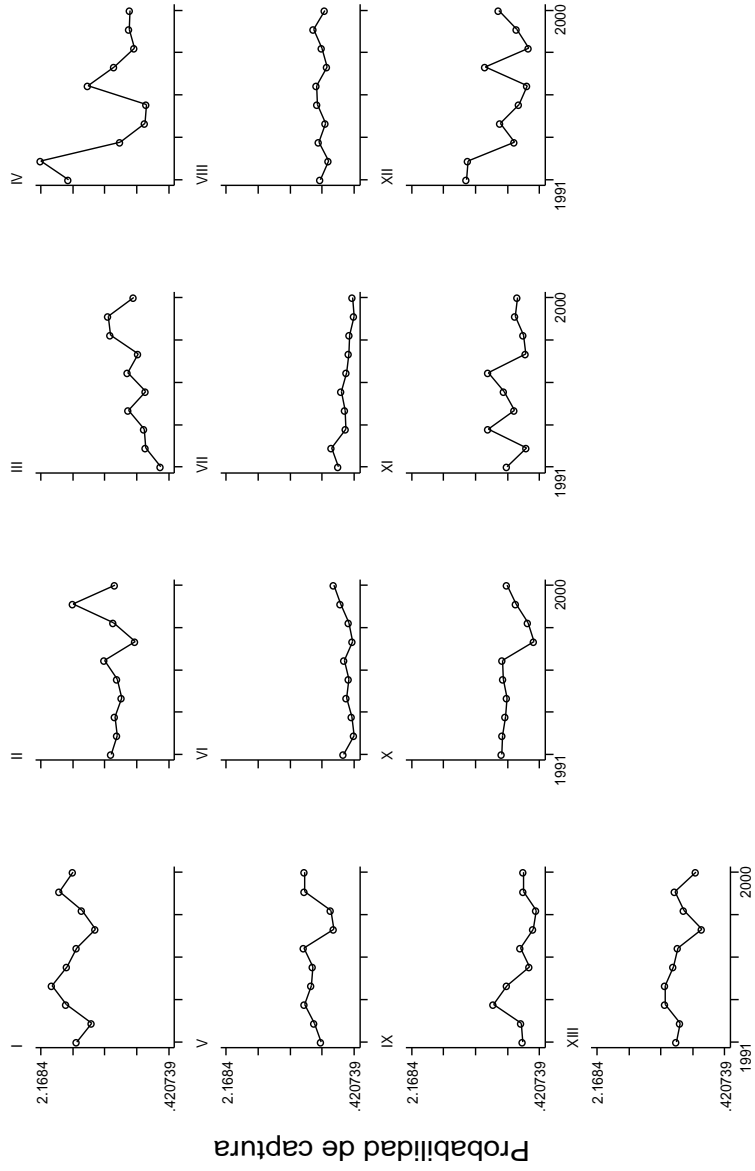


Gráfico 5: Probabilidad de Captura Robos

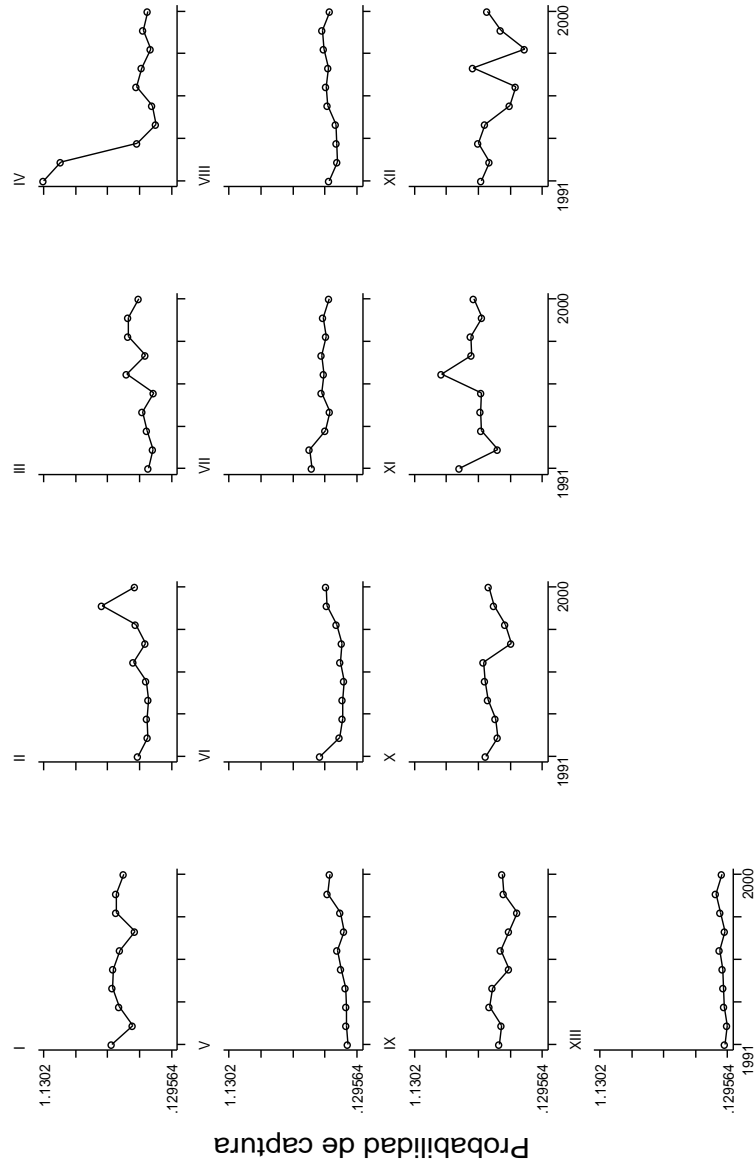
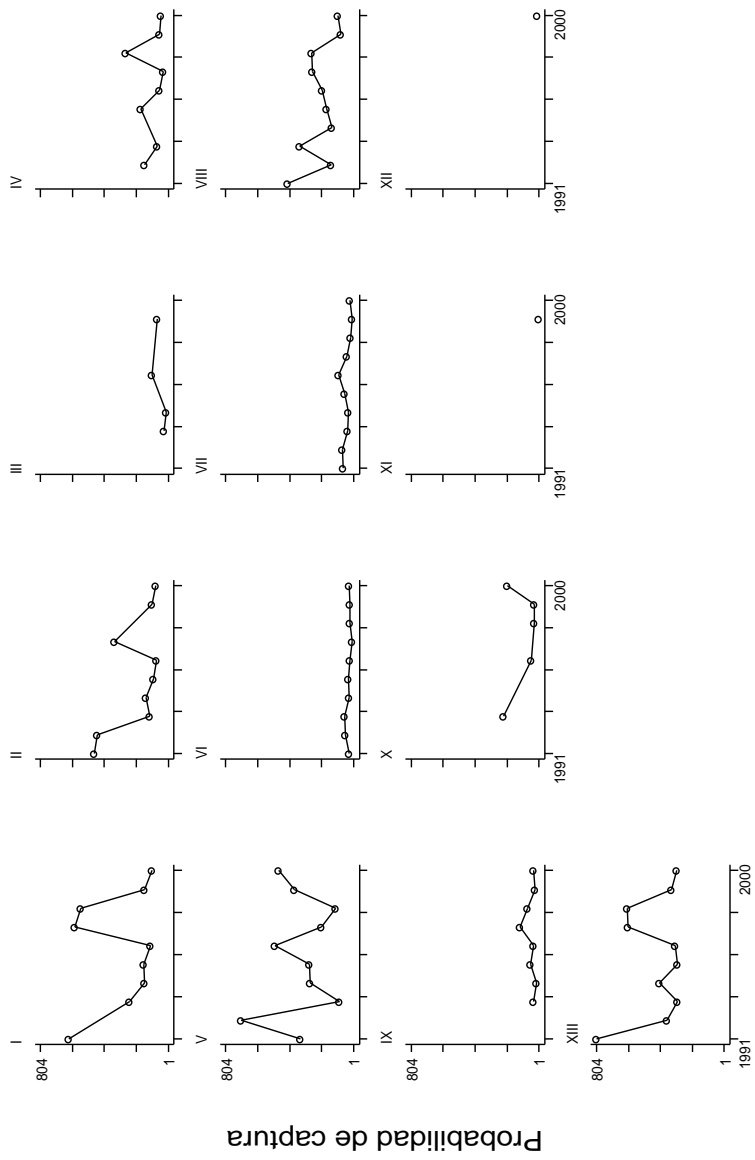


Gráfico 6: Probabilidad de Captura Drogas



En resumen del análisis descriptivo anterior es posible señalar, que salvo para el caso de Drogas, las denuncias están siempre por encima de los aprehendidos. Por otra parte tanto Hurtos como Robos muestran una alta persistencia, mientras que Drogas al parecer presenta un comportamiento sistemático menor. El desempleo muestra que para los tres tipos de delitos la correlación es siempre positiva y especialmente alta para Hurtos y Robos. El ingreso per capita muestra una correlación positiva con los tres delitos, pero es particularmente importante en Hurtos y Robos. Para la variable escolaridad, solamente Robos exhibe una correlación alta con esta. De igual manera la tasa de ruralidad exhibe una correlación negativa y de una magnitud importante con Robos. Finalmente la probabilidad de captura ha mostrado ser un importante efecto disuasivo solamente en Hurtos, mientras que para el caso de Robos el efecto es menor. Todo lo anterior nos sugiere que la delincuencia puede ser explicada a partir de algunas características socioeconómicas, así como también es posible de encontrar un comportamiento inercial de esta. Sin embargo, para tener una información mas detallada respecto a la importancia y la magnitud de las relaciones entre delincuencia y los factores socioeconómicos, debemos tener medidas cuantitativas de estos. Por otra parte es importante el considerar que el fenómeno de la delincuencia puede afectar de distinta forma a zonas geográficas diferentes, es decir, existen factores que no son medibles, pero que influyen el comportamiento criminal de una determinada localidad.

Los elementos anteriores nos llevan a pensar que la estrategia para el estudio de la delincuencia es la utilización de datos de panel, ya que este nos permite cuantificar las relaciones, pero además podemos controlar por aquellos factores que no son observables pero que afectan al fenómeno de la delincuencia. Sin embargo, al utilizar datos de panel contamos con una tercera ventaja que viene dada por el hecho de plantear una relación dinámica de la delincuencia y saber

que tan importante es esta, en términos simples estamos interesados en estimar un panel dinámico. Si bien la estrategia de datos de panel posee las ventajas que hemos señalado, al momento de interpretar los resultados se debe considerar los elementos metodológicos respecto a la manera en que se miden las variables correspondientes a delitos, ya que como sabemos las conclusiones pueden ser erróneas si descuidamos estos elementos. Por lo tanto el objetivo de este trabajo es poder entregar evidencia de cuales son los factores que están detrás del comportamiento criminal, así como también entregar evidencia respecto al comportamiento inercial de la delincuencia. Para ello la siguiente sección plantea un modelo teórico de comportamiento criminal.

Capítulo 2

Marco Conceptual

El principal supuesto bajo el cual descansa el análisis seguido en este trabajo es aquel en que los criminales actúan de manera racional donde además, se asume que los individuos son neutrales al riesgo. De esta forma, para un individuo dado tenemos que el beneficio neto esperado de cometer un delito viene dado por w_n , el cual es igual al pago esperado menos los costos asociados por cometer el delito.

En términos formales, esta decisión se puede estructurar de la siguiente manera :

$$w_n = (1 - p)l - c - w - pv \quad (2.1)$$

donde p es la probabilidad de ser aprehendido, c es el costo asociado con la planificación y ejecución del crimen, w es el salario que deja de percibir en una actividad legal y finalmente pv es el castigo esperado. Lo interesante de (2.1) está en el hecho que puede ser modificada de manera de incorporar valores morales, asumiendo que existe un cierto umbral donde los beneficios netos tienden a exceder los costos, el cual estaría determinado por la moral del delincuente. Con el fin de hacerlo comparable con otras variables en el modelo podemos asignarle

a este umbral un valor monetario, el cual denotaremos por m . De esta forma tenemos que el individuo decidirá cometer un delito si $w_n \geq m$ y en caso contrario no lo hará.

Sea d_t la decisión de cometer un delito en periodo t . Siguiendo a Loayza *et al* (2002) planteamos que el prontuario criminal del individuo influirá en la decisión de cometer o no un delito en el instante t , es decir, d_{t-1} influye en d_t . Esto implica que existiría una relación de inercia en los delitos, la cual puede ser justificada de diversas maneras. El primer elemento que podemos señalar es aquel relacionado con el hecho de que el individuo que comete un delito puede ser estigmatizado en el mercado laboral. Esto llevara a que las oportunidades de empleo legal disminuyan al igual que el salario w que este puede recibir.

Un segundo aspecto relacionado con la existencia de procesos de aprendizaje en los criminales, lo que lleva a que en la medida que estos aprenden mejor su oficio son mas eficientes y por tanto les implica un menor costo, representado por c en la ecuación (2.1). Por otra parte, podemos pensar que una vez que un individuo se inserta en actividades ilegales el costo moral m puede disminuir en el tiempo, perpetuando este tipo de actividades. A partir de los elementos anteriormente señalados podemos justificar el hecho que entre d_t y d_{t-1} existe una relación positiva, y por tanto existirá inercia en la conducta criminal.

Con respecto a las características socio económicas la literatura sugiere que la tasa desempleo (μ) puede ser relevante sobre la decisión de cometer un delito. En la medida que la tasa de desempleo sea mayor, la posibilidad de conseguir un trabajo en el mercado laboral legal es menor y/o serán menores los salarios que puedan obtenerse. En términos de la ecuación (2.1) esta situación implica que w disminuye y, manteniendo todo lo demás constante, w_n aumenta. Por lo tanto, para el individuo le es mas atractivo el cometer un delito teniendo, en consecuencia, una relación positiva con el nivel de crimen.

Por su parte, la escolaridad (esc) es otra variable que puede determinar que un individuo cometa un delito, ello pues en la medida que se tenga un mayor nivel de escolaridad implicara un mayor capital humano y por tanto en el mercado laboral podrá acceder a un trabajo con mejores ingresos. Lo anterior, llevaría a que disminuya la probabilidad de que el individuo cometa un delito debido a que en (2.1) aumenta w y ganancia esperada de cometer un crimen se ve reducida. Por otra parte, un elevado nivel de educación puede implicar que el individuo posea un mayor costo moral m . La escolaridad también puede reducir el costo c de planificar un delito, de igual forma que puede aumentar el premio de delinquir el cual viene dado por l . Por tanto, el efecto neto del nivel de educación puede resultar ambiguo.

El nivel de ingreso (y) podría incidir sobre la decisión del individuo cometa o no un delito. Sin embargo el efecto de esta variable puede ser ambiguo, ya que en la medida que se tiene un mayor nivel de ingresos a nivel agregado implicara que los individuos podrán acceder a trabajos en el sector legal y de esta forma acceder a un mayor w . Sin embargo, en la medida que el nivel de ingresos sea mayor se tiene que el premio asociado en cometer un delito el cual denominamos como l en la ecuación (2.1), será mayor y por tanto existirán incentivos para cometer un delito.

Otra variable considerada es aquella relacionada con la probabilidad de ser aprehendido la cual se relaciona negativamente con la posibilidad de que un individuo cometa un delito. No obstante lo anterior, dicha probabilidad debe ser ponderada por la magnitud del castigo asociada al hecho de cometer un delito y la efectividad como es percibido el sistema judicial. Este último tipo de variables son conocidas habitualmente como variables disuasivas.

De esta forma, considerando lo anteriormente dicho podemos plantear una forma funcional mas completa para la ecuación (2.1), sabiendo que la decision

de cometer un delito vendrá dada por el hecho de si $w_n \geq m$. Así, el individuo decidirá cometer un delito si los beneficios menos los costos asociados son mayores que cero, es decir, si :

$$f(d_{t-1}, des, esc, y, otras) \geq 0 \quad (2.2)$$

donde podemos asumir una forma funcional lineal para (2.2) y escribir dicha ecuación como de la siguiente forma:

$$d_t = \beta' \psi + \epsilon_t \quad (2.3)$$

con ψ un vector de variables y ϵ_t un término de error aleatorio.

El principal problema de la especificación dada por (2.3) estriba en que está planteada en términos individuales. Sin embargo, hasta el momento no se cuenta con un conjunto representativo de datos a este nivel, por lo que será necesario tener una especificación a un nivel mas agregado como ser una comuna. Asumiendo un agente representativo a nivel comunal quien actúa consistente al marco definido anteriormente, entonces el nivel de crimen a nivel comunal puede ser descrito de la siguiente forma :

$$c_{jit} = \alpha c_{jit-1} + x'_{it} \beta + \xi_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad t = 2, \dots, T \quad (2.4)$$

donde la c_{itj} es la tasa de denuncias cada 100,000 habitantes para el delito j en la comuna i en el instante t, y x_{it} incluye las variables que hemos mencionado, pero a nivel comunal.

La ecuación (2.4) puede ser estimada a través de técnicas para datos de panel, sin embargo, como hemos venido mencionando, es interesante analizar qué están midiendo realmente los coeficientes especificados.

El principal aspecto a tener presente es que no se cuenta con información sobre los delitos efectivamente realizados. La variable c_{it} refleja las denuncias que efectúan quienes son víctimas de algún delito por lo que no refleja necesariamente el proceso de decisión del delincuente que se describió anteriormente. Así, quizás lo que estemos capturando sea mas bien la decisión de las víctimas. En particular, bajo un esquema económico, la denuncia o no de un crimen puede ser el resultado de un análisis costo-beneficio realizado por la víctima donde los costos vienen dados por los recursos que debe destinar para seguir un juicio, así como también el tiempo involucrado en este tipo de actividades. El beneficio, por su parte, que reciben está dado por la posible reposición del daño en donde este puede ser en términos monetarios o por la reclusión del victimario.

Para ejemplificar la ambigüedad que pueden tener los signos de los parámetros estimados tomemos el caso de la variable escolaridad. Se sabe que un posible efecto de la escolaridad es que aumenta w y por tanto disminuye los incentivos para delinquir, de esta forma el parámetro estimado debería tener un signo negativo. Sin embargo, podemos pensar en el hecho que personas con una mayor educación están mas dispuestas a realizar una denuncia cuando son víctimas de un crimen y de esta forma habría una relación positiva entre denuncias y escolaridad y, en consecuencia, el parámetro estimado podría reflejar este fenómeno. De esta forma el resultado será ambiguo y la interpretación de los parámetros estimados deberá hacerse con cuidado.

Capítulo 3

Estimación de Paneles Dinámicos

3.1. Introducción

Del modelo teórico dado en el capítulo anterior tenemos que se derive una especificación empírica, la cual como señalamos, puede ser estimada mediante técnicas para datos de panel. Adicional a las ventajas de controlar por efectos no observables y de cuantificar el impacto de variables socioeconómicas sobre la delincuencia, existe una tercera ventaja, que dice relación con el hecho de poder explotar al máximo los datos que se poseen. Esto porque como mencionamos en el capítulo uno el número máximo de periodos que tenemos es de once. Por otra parte el número de unidades de análisis que se dispone varían entre años, pero se parte con un mínimo de 52 comunas y llegamos a un máximo de 141.¹ Por lo tanto lo que tenemos es lo que se conoce en la literatura un panel corto, donde las propiedades de los diversos estimadores depende del tamaño de las unidades de análisis. Considerando lo anterior se debe señalar que el trabajar con paneles dinámicos involucra una serie de desafíos en la estimación de los parámetros, ya

¹En las estimaciones trabajamos con un panel balanceado, sin embargo las propiedades de los estimadores que se discuten no se ven alteradas por este hecho

que deseamos que estos sean consistentes y eficientes, al menos en términos asintóticos. Las técnicas tradicionales de estimación como son Mínimos Cuadrados Ordinarios (*OLS*) y el estimador Intra Grupos(*WG*) han demostrado tener un pobre desempeño debido a que presentan sesgos los cuales no desaparecen cuando la muestra crece ($N \rightarrow \infty$). Una alternativa que se tiene para hacer frente a este problema es trabajar con los estimadores de variables instrumentales (VI) que proponen Anderson y Hsiao (1982) quienes instrumentalizan la variable dependiente rezagada a través del uso de la misma variable dependiente pero con un orden mayor de rezago. Como una respuesta a los estimadores anteriores se ha desarrollado toda una literatura la cual esta basada en el Método Generalizado de los Momentos (*GMM*), el cual trata de obtener estimadores consistentes y eficientes en términos asintóticos. Entre los estimadores que se han desarrollado podemos mencionar el estimador de una etapa, de dos etapas y el estimador sistemas el cual trata de explotar toda la información disponible a través de las combinación de las condiciones de momento para la ecuación en niveles y en sus primeras diferencias. En el presente capítulo nos concentramos en dar una revisión a los diversos métodos de estimación enfatizando cuales son los posibles sesgos en que se incurre y la eficiencia que muestran dichos métodos. El trabajo esta ordenado de la siguiente manera: la siguiente sección presenta una revisión al estimador de *OLS* y *WG* y a aquellos propuestos por Anderson y Hsiao. A continuación se describen las diversas metodologías.

3.2. El estimador de *OLS*, *WG* y *VI*

El modelo en el cual nos concentramos, es uno del siguiente tipo:

$$y_{it} = \alpha y_{it-1} + (\eta_i + v_{it}); \quad |\alpha| < 1; \quad i = 1 \dots N; \quad t = 1 \dots T \quad (3.1)$$

donde η_i representa el efecto individual el cual es invariante en el tiempo, v_{it} representa el efecto aleatorio que varia de manera individual a través del tiempo. Se asume que ambos son variables aleatorias y sus dos primeros momentos vienen dados por:

$$E(\eta_i) = E(v_{it}) = 0; \quad y \quad E(\eta_i^2) = \sigma_\eta^2; \quad E(v_{it}^2) = \sigma_v^2; \quad E(v_{it}v_{is}) = 0 \quad \forall \quad i \neq s$$

Por otra parte se asume que N es grande y T es pequeño² y fijo, por tanto las propiedades asintóticas de los estimadores vendrán dadas en la medida que $N \rightarrow \infty$. Dado lo anterior el primer estimador de α que estamos interesados es *OLS* el cual viene dado por:

$$\hat{\alpha}_{OLS} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T y_{it}y_{it-1}}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T y_{it-1}^2} \quad (3.2)$$

El estimador anterior puede ser expresado de la siguiente manera:

$$\hat{\alpha}_{OLS} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (\alpha y_{it-1} + \eta_i + v_{it})y_{it-1}}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T y_{it-1}^2}$$

Por tanto tenemos que:

$$\hat{\alpha}_{OLS} = \alpha + \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (\eta_i + v_{it})y_{it-1}}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T y_{it-1}^2}$$

²Por ejemplo $T = 3$ o $T = 4$

El estimador anterior resulta ser inconsistente, debido a que y_{it-1} esta correlacionado positivamente con η_i . Es posible demostrar que el $plim\hat{\alpha}_{OLS}$ viene dado por la siguiente expresi3n:

$$plim(\hat{\alpha}_{OLS} - \alpha) = (1 - \alpha) \frac{\frac{\sigma_{\epsilon t \alpha}^2}{\sigma_v^2}}{\frac{\sigma_{\epsilon t \alpha}^2}{\sigma_v^2} + k}; \quad \text{con} \quad k = \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha} \quad (3.3)$$

De esta forma el estimador OLS es sesgado hacia arriba, en donde se tiene que $\alpha < plim\hat{\alpha}_{OLS} < 1$ ³. Existen dos formas de afrontar el problema anterior, las cuales consisten b3asicamente en eliminar el efecto individual el cual es la fuente de inconsistencia. La primera es transformar el modelo en desviaciones de medias de manera de poder obtener el tradicional estimador WG . La transformaci3n a utilizar es la siguiente :

$$Q = I_{T-1} - \frac{ee'}{T-1} \quad (3.4)$$

donde I_{T-1} es una matriz identidad de rango $T-1$ y e es un vector de $t-1$ unos. Si multiplicamos (3.1) por (3.4) tenemos que se obtiene:

$$y_{it} - \bar{y}_i = \alpha(y_{it-1} - \bar{y}_{i,t-1}) + (v_{it} - \bar{v}_i) \quad (3.5)$$

con $\bar{y}_i = \sum_{t=1}^{T-1} y_{it}$, esto es an3logo para el caso de $\bar{y}_{i,t-1}$ y \bar{v}_i . Si aplicamos OLS a (3.5) el estimador resultante conocido como WG viene dado por:

$$\hat{\alpha}_{WG} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (y_{it} - \bar{y}_i)(y_{t-1} - \bar{y}_{i,t-1})}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (y_{t-1} - \bar{y}_{i,t-1})^2} \quad (3.6)$$

³Notar que si la distribuci3n de η_i es degenerada (3) se convierte en $plim\hat{\alpha}_{OLS} = \alpha$ y por tanto no existir3a sesgo.

El estimador WG si bien elimina el efecto individual η_i , mediante la aplicación de la matriz de transformación dada por Q , igual resulta ser inconsistente. Para ver porque se produce esto, analicemos los términos $(y_{it-1} - \bar{y}_{i,-1})$ y $(v_{it} - \bar{v}_i)$ en la ecuación (3.5). Si escribimos dichos términos de manera extendida se tiene que

$$y_{it-1} - \bar{y}_{i,-1} = y_{it-1} - \left(\frac{1}{T-1} (y_{i1} + \dots + y_{it} + \dots + y_{iT-1}) \right)$$

por otra parte, el término de error es:

$$v_{it} - \bar{v}_i = v_{it} - \left(\frac{1}{T-1} (v_{i2} + \dots + v_{it-1} + \dots + v_{iT}) \right)$$

A partir de lo anterior es fácil darse cuenta que y_{it-1} está correlacionado con el término $\frac{-1}{T-1} v_{it-1}$ y que el término $\frac{-y_{it}}{T-1}$ lo está con v_{it} . De esta manera existe una correlación negativa entre la variable dependiente rezagada y el término de error en la ecuación (3.5), por tanto el estimador WG de α resulta ser inconsistente. El $plim \hat{\alpha}_{WG}$ se representa por la ecuación (3.7)

$$plim \hat{\alpha}_{WG} = - \frac{\frac{1+\alpha}{(T-1)} \left(1 - \frac{1-\alpha^T}{T(1-\alpha)} \right)}{1 - \frac{2\alpha}{(1-\alpha)(1-T)} \left(1 - \frac{1-\alpha^T}{T(1-\alpha)} \right)} \quad (3.7)$$

El sesgo es hacia abajo y por tanto WG subestima a α . De esta forma tanto OLS como WG entregan estimadores inconsistentes de α en la estimación de (3.1) y la dirección de los sesgos van en direcciones opuestas. La segunda alternativa que tenemos para eliminar el efecto individual de (3.1) es estimar un modelo en primeras diferencias el cual viene dado por:

$$\Delta y_{it} = \alpha \Delta y_{it-1} + \Delta v_{it} \quad (3.8)$$

En donde $\Delta y_{it} = y_{it} - y_{it-1}$, $\Delta y_{it-1} = y_{it-1} - y_{it-2}$ y por último $\Delta v_{it} = v_{it} - v_{it-1}$. Si estimamos (3.8) mediante *OLS*, se obtendrá nuevamente un estimador sesgado debido al hecho que y_{it-1} está correlacionado con v_{it-1} . Anderson y Hsiao (1982) proponen instrumentalizar Δy_{it} usando como instrumentos y_{it-2} o bien $(y_{it-2} - y_{it-3})^4$. El estimador de variables instrumentales cuando usamos y_{it-2} como instrumento es:

$$\hat{\alpha}_{VI} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (y_{it} - \bar{y}_i) y_{it-2}}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (y_{it-1} - y_{it-2}) y_{it-2}} \quad (3.9)$$

y cuando usamos $(y_{it-2} - y_{it-3})$ como instrumento es

$$\hat{\alpha}_{VI} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (y_{it} - \bar{y}_i) (y_{it-2} - y_{it-3})}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (y_{it-1} - y_{it-2}) (y_{it-2} - y_{it-3})} \quad (3.10)$$

El estimador dado por (3.9) tiene la ventaja que identifica a α cuando $T \geq 2$, en cambio (3.10) funciona cuando $T \geq 3$. Los criterios para usar (3.9) o (3.10) vienen dados por el instrumento que presente una mayor correlación con Δy_{it-1} , así como también por consideraciones de eficiencia asintótica. No obstante lo anterior Arellano y Bond (1991) a partir de un experimento de Monte Carlo muestran el pobre desempeño que presentan los estimadores de *IV* antes mencionados, en particular el estimador entregado por (3.10) presenta un gran sesgo hacia bajo y una gran imprecisión.

⁴Un instrumento debe cumplir que este altamente correlacionado con el regresor al cual esta instrumentalizando, y que no este correlacionado con el termino de error. A partir del supuesto $E(v_{it}v_{is}) = 0 \quad \forall \quad i \neq s$ los instrumentos señalados son validos

3.3. Usando GMM en la estimación de Paneles Dinámicos

Considerando la inconsistencia de los estimadores hasta ahora descritos, Arellano y Bond sugieren la utilización del Método de los Momentos Generalizado (GMM) el cual se describe a continuación.

3.3.1. El metodo de Arellano y Bond

El método considera las siguientes condiciones de momento:

$$E(g(X_i, \theta_0)) = E(g_i(\theta_0)) = 0$$

donde $g(\cdot)$ es un vector de orden q y θ_0 es un vector de orden k , en donde $q \geq k$. El estimador GMM $\hat{\theta}$ para θ_0 , minimiza el siguiente criterio:

$$Q_{W_N} = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g_i(\theta) \right]' W_N^{-1} \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g_i(\theta) \right] \quad (3.11)$$

con respecto a θ , en donde W_N^{-1} es una matriz definida positiva que cumple con $\text{plim}_{N \rightarrow \infty} W_N^{-1} = W$ con W una matriz definida positiva. GMM asume que $\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g_i(\theta) = E(g_i(\theta))$ y además que $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g_i(\theta_0) \rightarrow N(0, \Psi)$, esto se conoce como condiciones de regularidad. Por otra parte sea $\Gamma(\theta) = E(\partial g_i(\theta) / \partial \theta')$ y $\Gamma_{\theta_0} = \Gamma(\theta_0)$, entonces $\sqrt{N}(\hat{\theta} - \theta_0)$ tiene una distribución normal limite dada por $\sqrt{N}(\hat{\theta} - \theta_0) \rightarrow N(0, V_W)$, donde

$$V_W = (\Gamma'_{\theta_0} W^{-1} \Gamma_{\theta_0})^{-1} \Gamma'_{\theta_0} W^{-1} \Psi W^{-1} \Gamma_{\theta_0} (\Gamma'_{\theta_0} W^{-1} \Gamma_{\theta_0}) \quad (3.12)$$

El estimador GMM de dos etapas eficiente, elige la matriz de ponderaciones W_N de manera tal que $plim_{N \rightarrow \infty} W_N = \Psi$ y por tanto se tiene que $V_W = (\Gamma'_{\theta_0} W^{-1} \Gamma_{\theta_0})^{-1}$. La matriz que cumple lo anterior viene dada por

$$W_N(\hat{\theta}_1) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g_i(\hat{\theta}_1) g_i(\hat{\theta}_1)' \quad (3.13)$$

en donde θ_1 es un estimador consistente de θ_0 , el cual es obtenido en una primera etapa.

Para ver como funciona GMM retomemos el modelo dado por (3.8) el cual esta expresado en primeras diferencias, y asumamos que $T > 3$ de manera tal que el modelo está sobreidentificado, en particular asumamos $T = 4$. En dicho caso se tiene que para $t = 4$ los instrumentos disponibles son y_{i2} y y_{i1} , y para $t = 3$ solo tenemos disponibles y_{i1} como instrumento. De esta manera se puede deducir que para $t = T$ se tiene que los instrumentos disponibles son $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{iT-2})$.

A partir de lo anterior y siguiendo a Arellano y Bond (1991), podemos escribir las condiciones de momento para la ecuación (3.8), de la siguiente manera:

$$E(\Delta v_{it} y_{it-s}) = 0 \quad i = 1 \dots N; \quad t = 3 \dots T; \quad s = 2 \dots t - 1 \quad (3.14)$$

Las condiciones de momento disponibles son $m = \frac{(T-1)(T-2)}{2}$. Denotando las condiciones anteriores en términos matriciales tenemos

$$E(Z_i' \Delta v_i) = 0 \quad (3.15)$$

con $\Delta v'_i = (v_{i3}, v_{i4}, \dots, v_{iT})'$ y Z_i es una matriz de instrumentos definida como sigue

$$Z_i = \begin{bmatrix} y_{i1} & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & y_{i1} & y_{i2} & \dots & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \dots & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & y_{i1} & \dots & y_{iT-2} \end{bmatrix} \quad (3.16)$$

la cual es de $(T - 2) \times m$ en donde m representa las condiciones de momento disponibles. El estimador GMM basado en las condiciones entregadas por (3.16), minimiza el siguiente criterio

$$Q = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta v'_i Z_i \right] W_N^{-1} \left[\sum_{i=1}^N Z'_i \Delta v \right] \quad (3.17)$$

La elección de la matriz da lugar a dos estimadores los cuales son asintóticamente equivalentes. Para el estimador de una etapa utilizamos la siguiente matriz de ponderaciones

$$W_{N1} = \left[\sum_{i=1}^N Z'_i H Z_i \right]^{-1} \quad (3.18)$$

en donde H es una matriz que contiene dos en la diagonal principal y menos uno en las dos primeras subdiagonales y ceros en todo los demás lugares. La ecuación (3.19) muestra el estimador que se obtiene al minimizar (3.17) con respecto a α :

$$\widehat{\alpha}_{1GMM} = [\Delta y'_{-1} Z W_{N1}^{-1} Z' \Delta y_{-1}]^{-1} [\Delta y'_{-1} Z W_{N1}^{-1} Z' \Delta y] \quad (3.19)$$

en donde Δy_{-1} es un vector de $N(T-2) \times 1$ dado por $\Delta y'_{-1} = (\Delta y'_{1(-1)}, \dots, \Delta y'_{N(-1)})'$, del mismo modo se tiene que $\Delta y' = (\Delta y'_1, \dots, \Delta y'_N)'$ el cual también es de orden $N(T-2) \times 1$, y finalmente $Z' = (Z'_1, \dots, Z'_N)'$, la cual es una matriz de $m \times N(T-2)$. El estimador $\widehat{\alpha}_{1GMM}$ es consistente en la medida que $N \rightarrow \infty$, aunque no es eficiente. El estimador eficiente el cual denominamos como $\widehat{\alpha}_{2GMM}$ surge del hecho de elegir la matriz de ponderaciones óptimas la cual tiene la forma de

$$W_{N2} = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z'_i \widehat{\Delta v}_i \widehat{\Delta v}'_i Z_i \right]^{-1} \quad (3.20)$$

en donde $\widehat{\Delta v}_i$ son los residuos estimados a partir de un estimador consistente de α , el cual usualmente es el estimador $\widehat{\alpha}_{1GMM}$. Así se tiene que el $\widehat{\alpha}_{2GMM}$ es el mismo estimador que el señalado por la ecuación (3.19) con la diferencia que la matriz W_{N1} es reemplazada por W_{N2} .

3.3.2. Comparando la eficiencia de $\widehat{\alpha}_{1GMM}$ y $\widehat{\alpha}_{2GMM}$

Un punto central en la decisión de ocupar $\widehat{\alpha}_{1GMM}$ o $\widehat{\alpha}_{2GMM}$ es saber como se comportan en términos de eficiencia, en particular cuando trabajamos con muestras finitas⁵. La varianza asintótica para $\widehat{\alpha}_{1GMM}$ es estimada por:

$$\widehat{VAR}(\widehat{\alpha}_{1GMM}) = N(\Delta y'_{-1} Z W_{N1}^{-1} Z' \Delta y_{-1})^{-1} \Delta y'_{-1} Z W_{N1}^{-1} W_{N1}(\widehat{\alpha}_{1GMM}) \times \quad (3.21) \\ Z' \Delta y_{-1} (\Delta y'_{-1} Z W_{N1}^{-1} Z' \Delta y_{-1})^{-1}$$

⁵Sabemos que $\widehat{\alpha}_{2GMM}$ es asintóticamente eficiente en la medida que $N \rightarrow \infty$ con un T fijo

donde se tiene que

$$W_{N1}(\widehat{\alpha}_{1GMM}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z_i' \widehat{\Delta v}_i \widehat{\Delta v}_i' Z_i$$

$$\widehat{\Delta v}_i = \Delta y_i - \widehat{\alpha}_{1GMM} \Delta y_{-1}$$

Por otra parte, la varianza para el estimador de dos etapas viene dada por:

$$\widehat{VAR}(\widehat{\alpha}_{2GMM}) = N(\Delta y_{-1}' Z W_{N2}(\widehat{\alpha}_{2GMM}) Z' \Delta y_{-1}) \quad (3.22)$$

Arellano y Bond (1991) documentan el hecho que la varianza del estimador de dos etapas puede estar severamente sesgada hacia abajo en muestras finitas y por tanto las estadísticas de prueba tienen un mayor poder tendiéndose a sobrerrechazar la hipótesis nula. De esta manera se sugiere el uso del estimador de una etapa para la realización de inferencias. La fuente de sesgo en los errores estándar del estimador de dos etapas proviene del hecho que en el cálculo de (3.21) está presente el estimador de una etapa. Windmeijer (2000) muestra este hecho y propone una corrección para muestras finitas a partir de una expansión de Taylor de primer orden.

3.4. Algunos test de especificación

3.4.1. Autocorrelación

Uno de los supuestos sobre ν_{it} es que estos son serialmente incorrelacionados lo que viene expresado por:

$$E(\nu_{it}\nu_{is}) = 0 \quad \forall \quad t \neq s \quad (3.23)$$

por tanto cuando diferenciamos (3.1) para remover η_i , el término de error $\Delta\nu_{it}$ que resulta esta por construcción serialmente correlacionado. En particular se tiene que:

$$E(\Delta\nu_{it}\Delta\nu_{it-s}) = -\sigma_\nu^2, \quad \text{si } s = 1$$

de esta forma se tiene un $MA(1)$ de coeficiente unitario en el termino de error. La consistencia de GMM depende fuertemente de que se cumpla (3.23), por tanto una vez que se ha estimado (3.1) esta condición debe ser testeada, ya que de no cumplirse, las condiciones de momento establecidas por (3.14) son inválidas. Una forma de saber si se cumple o no dicha condición es saber si existe no correlación serial de segundo orden. Para esto definamos lo siguiente:

$$\hat{\nu}_{it} = \Delta y_{it} - \hat{\alpha}\Delta y_{it-1} \quad (3.24)$$

A partir de (3.24) podemos ver que una manera fácil de entender el problema es centrarnos solamente en una unidad i y ver si se cumple la condición. De esta manera se sabe que:

$$\xi_i = \Delta\nu'_{i(-2)}\nu_i \quad (3.25)$$

donde $\Delta\nu_{i(-2)}$ y ν_i son de vectores de $(T - 4) \times 1$. Bajo la hipótesis nula de no correlación, ξ_i tiene media cero y podemos construir test para saber si efectivamente $E(\xi_i) = 0$. Así a partir de la simple idea anterior el test para saber si existe o no correlación serial de segundo orden es:

$$m_1 = \frac{\Delta\hat{\nu}'_{i(-2)}\hat{\nu}_i}{\hat{\nu}_*^{1/2}} \quad (3.26)$$

donde m_1 tiende a una normal de media cero y varianza uno⁶. Por otra parte $\widehat{\nu}_*^{1/2}$ viene dado por:

$$\begin{aligned} \widehat{\nu}_* &= \sum_{i=1}^N \nu'_{i(-2)} \widehat{\nu}_i \nu_{i(-2)} - \\ & 2\widehat{\nu}'_{-2} X_* (X' Z W_N Z X)^{-1} X' Z A_N \left(\sum_{i=1}^N Z'_i \widehat{\nu}_i \nu'_{i(-2)} \right) \\ & + \widehat{\nu}'_{-2} X_* \widehat{avar}(\widehat{\delta}) X'_* \widehat{\nu}_{-2} \end{aligned}$$

Lo interesante de (3.26) esta en el hecho que es flexible ya que esta definida en términos de un estimador consistente y no necesariamente eficiente, sin embargo, la potencia que alcance m_1 dependerá de la eficiencia asintótica del estimador que se utilice. Si los errores no son serialmente correlacionados, entonces no se rechaza la hipótesis de ausencia de correlación serial de segundo orden en $\Delta\nu_{it}$, sin embargo llegaríamos a la misma conclusion si estos fueran autocorrelacionados pero el proceso fuera un paseo aleatorio. Una forma para discriminar entre ambas situaciones seria la de construir una estadística denominada como m_2 pero para probar si existe o no correlación serial de primer orden en $\Delta\nu_{it}$. El poder distinguir entre ambos casos no es un tema menor ya que si los errores siguen un paseo aleatorio al estimar por GMM y por MICO la ecuación en primera diferencias, ambos entregaran estimadores consistentes y por tanto se tiene que esto daría origen a un test de Hausman de especificación

⁶Arellano y Bond (1991) demuestran la normalidad asintótica de este estadístico

3.4.2. Test de sobreidentificación

Este test busca establecer si las condiciones de momento impuestas son o no validas en donde si m son las condiciones de momento y k los parámetros a estimar diremos que el modelo esta sobreidentificado si $p > k$. El test propuesto por Sargan viene dado por la siguiente expresión⁷:

$$S = \Delta \hat{\nu}' Z (Z' \Delta \hat{\nu} \Delta \hat{\nu}' Z)^{-1} Z' \Delta \hat{\nu} \implies \chi_{p-k}^2 \quad (3.27)$$

donde $\hat{\nu}$ es construido a partir del estimador de dos etapas, para una matriz de instrumentos Z dada, que no necesariamente es la matriz de instrumentos óptimas. La hipótesis nula de este test es que las condiciones de momento son validas. Un aspecto interesante del test de Sargan es el relacionado con el hecho que puede ser modificado de manera de poder trabajar con distintas hipótesis para el termino de error ν_{it} , en particular para el tema de correlación serial. Para entender esto, consideremos una matriz de instrumentos la cual la denominamos por Z_1 y que contiene p_1 columnas que corresponden a las condiciones de momento cuando se tiene que el termino de error en niveles presenta un proceso $MA(1)$. El test de Sargan para las condiciones de momento anteriormente señaladas es

$$S_1 = \Delta \hat{\nu}'_1 Z_1 (Z'_1 \Delta \hat{\nu}_1 \Delta \hat{\nu}'_1 Z_1)^{-1} Z'_1 \Delta \hat{\nu}_1 \implies \chi_{p_1-k}^2 \quad (3.28)$$

donde $\Delta \hat{\nu}_1$ son obtenidos a partir de un estimador de dos etapas basado en la matriz de instrumentos Z_1 . De esta forma (3.28) puede ser comparada con (3.27) y por tanto formar

⁷El símbolo \implies denota convergencia en distribución

$$DS = S - S_1 \implies \chi_{p_1-p}^2$$

Los grados de libertad $p_1 - p$ están reflejando el hecho que existen condiciones de momento adicionales lo cual se explica por el hecho que la matriz de instrumentos Z es construida asumiendo ausencia de correlación serial en ν_{it} . Si rechazamos H_0 , estamos diciendo que existen condiciones de momento mal especificadas y por tanto se tendría que usar Z_1 en vez de Z .

3.5. El caso de instrumentos débiles

Sabemos que una de las condiciones que debe cumplir un instrumento es la de estar correlacionado con la variable a la cual se va a instrumentalizar⁸. Sin embargo, en la estimación de paneles dinámicos usando *GMM*, se ha encontrado que en ocasiones los instrumentos muestran una débil correlación con las variables que están instrumentalizando, lo que lleva a que las estimaciones de los parámetros del modelo se realice con poca precisión y con sesgos. Uno de los primeros estudios en dar cuenta de esto fue el realizado por Griliches y Mairesse(1997), quienes señalan para el caso de la estimación de una función de producción tipo Cobb-Douglas:

En la practica, la aplicación de métodos de panel a microdatos producen resultados muy insastisfactorios: bajo y usualmente insignificantes coeficientes para el capital y contradictorios estimados para los retornos constantes a escala

-Griliches y Mairesse (1997)

⁸La otra condición es la de no estar correlacionada con el termino de error, esto al menos en términos asintóticos

Para entender el porqué se produce este problema consideremos el caso donde $T = 3$, de manera tal que las condiciones de momento se reducen solamente a una condición de ortogonalidad. En este caso GMM se convierte en *2SLS*. En particular en la primera etapa tenemos

$$\Delta y_{i2} = \pi_d y_{i1} + r_i \quad i = 1, \dots, N \quad (3.29)$$

Si el instrumento es débil, implicara que en (3.29) π_d sera no significativo, y por tanto no cumple una de las condiciones para ser instrumento. El que y_{i1} este débilmente correlacionado con Δy_2 dependerá de dos factores a probar:

1. En la medida que $\alpha \rightarrow 1$, en la ecuación (1)
2. El tamaño relativo de la varianza de η_i respecto a la varianza de ν_{it}

En efecto si consideramos el modelo original en $T = 2$ y restando a ambos lados y_{i1} se tiene que

$$\Delta y_{i2} = (\alpha - 1)y_{i1} + \eta_i + \nu_{it} \quad (3.30)$$

El estimador de *MCO* para $(\alpha - 1)$ en (3.30), es sesgado hacia arriba, es decir, hacia cero en la medida que esperamos que $E(y_{i1}\eta_i)$. Asumiendo estacionariedad en covarianza se tiene que el $plim\hat{\pi}_d$ viene dado por

$$plim\hat{\pi}_d = (\alpha - 1) \frac{k}{\frac{\sigma_\eta^2}{\sigma_\nu^2} + k} \quad \text{con} \quad k = \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha} \quad (3.31)$$

De (31) se desprende el hecho que $plim\hat{\pi}_d \rightarrow 0$ en la medida que $\alpha \rightarrow 1$ o en la medida que $\sigma_\eta^2/\sigma_\nu^2 \rightarrow \infty$. Blundell y Bond (1999) muestran que el sesgo de *GMM* en presencia de instrumentos débiles es similar al sesgo que tiene el estimador

WG. La solución que se propone es utilizar el denominado estimador *GMM* de sistemas el cual mezcla condiciones de momento para la ecuación en primeras diferencias y para la ecuación en niveles. El estimador usando condiciones en primeras diferencias ya lo conocemos, por tanto debemos derivar un estimador para condiciones de momento en niveles, para luego combinar ambas condiciones.

3.5.1. Condiciones iniciales y un estimador en niveles

Consideremos la siguiente condición:

$$E(\eta_i \Delta y_{i2}) = 0 \quad i = 1, \dots, N \quad (3.32)$$

La condición anterior es una restricción sobre el proceso que genera los datos, y a partir de esta tendremos las siguientes condiciones de momento adicionales

$$E((\eta_i + \nu_{it}) \Delta y_{it-1}) = 0 \quad t = 3, \dots, T \quad (3.33)$$

Lo anterior proviene de (3.32) y señala que si Δy_{i2} no está correlacionado con η_i entonces llevará a que Δy_{it} también lo esté. Esto puede ser visto en (3.8), donde si comenzamos a reemplazar al lado derecho de esta ecuación, se llega a una expresión del siguiente tipo:

$$\Delta y_{it} = \alpha^{t-2} \Delta y_{i2} + \sum_{s=0}^{t-3} \alpha^s \Delta \mu_{it-s} \quad (3.34)$$

donde $\Delta \mu_{it} = (\eta_i + \nu_{it}) - (\eta_i + \nu_{it-1}) = \Delta \nu_{it}$. Por tanto de (2.34) se deriva el hecho que Δy_{it} estará no correlacionado con η_i en la medida que Δy_{i2} no lo esté. El estimador *GMM* en niveles puede ser obtenido mediante el uso de las siguientes condiciones de momento:

$$E(\Delta y_{it-s}(\eta_i + v_{it})) = 0 \quad s = 2, \dots, t-1$$

En términos matriciales tenemos lo siguiente

$$E(Z_{li}\mu_i) = 0 \quad t = 2, \dots, T \quad (3.35)$$

en donde Z_{li} viene dada por

$$Z_i = \begin{bmatrix} \Delta y_{i2} & 0 & & 0 \dots & \dots & 0 \\ 0 & \Delta y_{i2} & \Delta y_{i3} & \dots & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \dots & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \Delta y_{i2} & \dots & \Delta y_{iT-1} \end{bmatrix} \quad (3.36)$$

la cual tiene dimension de $(T-2) \times m_l$ con $m_l = 0,5(T-1)(T-2)$. Para la obtención de los estimadores de una y dos etapas procedemos de la misma manera que para el estimador *GMM* con las condiciones de momento para la ecuación en diferencia

3.6. GMM de sistemas

Al tener las condiciones de momento en niveles y en primeras diferencias la pregunta obvia que nos surge es ¿como combinamos estas condiciones de la manera mas eficiente posible?. Arellano y Bover(1995) responden esta pregunta a partir de un modelo mas general donde se incluye variables que pueden estar correlacionadas con η_i ⁹. El estimador GMM en este caso viene de combinar las

⁹La siguiente sección discute el caso cuando tenemos regresores adicionales a la variables dependiente rezagada

condiciones en niveles y en primeras diferencias en forma simultanea, de manera que el sistema resultante tiene $2(T - 2)$ ecuaciones. Las condiciones a utilizar en la estimación son las siguientes

$$E(y_{it-s}\Delta\mu_{it}) = 0 \quad t = 2\dots T \quad s = 2\dots t - 1 \quad (3.37)$$

$$E(\Delta y_{it-1}\mu_{it}) = 0 \quad t = 3\dots T \quad (3.38)$$

con $\mu_{it} = \eta_i + v_{it}$. Haciendo uso de matrices se tiene que las condiciones de matrices anteriores pueden ser escritas de la siguiente manera:

$$E(Z'_s q_i) = 0$$

en donde Z_s es

$$Z_s = \begin{bmatrix} Z_{di} & 0 \\ 0 & Z_{li}^P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{di} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \Delta y_{i2} & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \Delta y_{i3} & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & \Delta y_{iT-1} \end{bmatrix} \quad (3.39)$$

Al igual que en los casos anteriores, el estimador de una y de dos etapas se obtiene con el procedimiento descrito en las secciones precedentes. Lo interesante del estimador *GMM* de sistemas, es que puede ser entendido como una combinación del estimador en primeras diferencias y del estimador en niveles usando solo algunas condiciones de momento para este¹⁰. Un aspecto interesante es que a

¹⁰En particular solo usamos la diagonal de la matriz Z_{li}

partir del estimador de minimos cuadrados en dos etapas (2SLS) podemos escribir lo siguiente. En efecto sea

$$\hat{\alpha}_s = (q'_{-1} Z_s (Z'_s Z_s)^{-1} Z'_s)^{-1} q'_{-1} Z_s (Z'_s Z_s)^{-1} Z'_s q$$

en donde $q'_{-1} = [\Delta y_{-1}, y_{-1}]$. Por otra parte tenemos que:

$$q'_{-1} Z_s (Z'_s Z_s)^{-1} Z'_s q_{-1} = \Delta y'_{-1} Z_d (Z'_d Z_d)^{-1} Z'_d \Delta y_{-1} + y'_{-1} Z'_i (Z_i{}^p Z_i{}^p)^{-1} Z_i{}^p y_{-1}$$

Usando lo anterior se llega al hecho que:

$$\hat{\alpha}_s = \gamma \hat{\alpha}_d + (1 - \gamma) \hat{\alpha}_i^p \quad (3.40)$$

definiendo $\hat{\alpha}_d$ el estimador *2SLS* para la ecuación en primeras diferencias y $\hat{\alpha}_i^p$ el estimador en niveles utilizando solamente las $T - 2$ condiciones de momento, donde γ viene dado por la siguiente expresión:

$$\gamma = \frac{\Delta y'_{-1} Z_d (Z'_d Z_d)^{-1} Z'_d \Delta y_{-1}}{\Delta y'_{-1} Z_d (Z'_d Z_d)^{-1} Z'_d \Delta y_{-1} + y'_{-1} Z'_i (Z_i{}^p Z_i{}^p)^{-1} Z_i{}^p y_{-1}}$$

arreglando un poco la expresión anterior se tiene que:

$$\gamma = \frac{\hat{\pi}'_d Z'_d Z_d \hat{\pi}_d}{\hat{\pi}'_d Z'_d Z_d \hat{\pi}_d + \hat{\pi}'_i Z_i{}^p Z_i{}^p \hat{\pi}_i}$$

con $\hat{\pi}_d$ y $\hat{\pi}_l$ son los estimadores de *OLS* en la primera etapa. De esta forma si tenemos el caso de que $\alpha \rightarrow 1$ o $\sigma_{\eta^2}/\sigma_v^2 \rightarrow \infty$ se producirá que $\gamma \rightarrow 0$ y el estimador en sistemas permanece entregando información ya que en (3.42) $\hat{\alpha}_s \rightarrow \hat{\alpha}_l$ y por tanto se soluciona el caso de instrumentos débiles al utilizar el estimador de sistemas

3.7. Análisis Multivariado

La discusión metodológica anterior la hemos realizado en un contexto general donde no hemos incluido regresores adicionales a la especificación de interés, sin embargo, sabemos del modelo teórico planteado, que estamos interesados en saber el impacto de un conjunto de variables socioeconómicas sobre la delincuencia. Un aspecto que no mencionamos al momento de plantear el modelo empírico es el relacionado al hecho que muchas variables a utilizar en la estimación, son endógenas, por lo que una estimación econométrica que obvie esta característica, producirá resultados inconsistentes, de manera que toda la inferencia que podamos extraer es errónea. No obstante el Método Generalizado de Momentos nos permite controlar por las posibles endogeneidades que puedan existir. Para ilustrar lo anterior consideremos un modelo del siguiente tipo :

$$y_{it} = \alpha y_{it-1} + \beta x_{it} + \mu_{it}, \quad t = 2, \dots, T \quad (3.41)$$

donde $\mu_{it} = \eta_i + v_{it}$ y x_{it} es un escalar. Asumiremos que x_{it} está correlacionado con η_i . Por otra parte sabemos que x_{it} puede estar correlacionado de tres maneras distintas con v_{it} , lo que dará origen a diversas condiciones de momento. En primer lugar asumiremos que x_{it} es estrictamente exógeno, lo que se expresa de la siguiente manera

$$E(x_{is}v_{it}) = 0 \quad \text{con} \quad s = 1, \dots, T, \quad t = 1, \dots, T$$

El segundo caso que podemos tener es que x_{it} sea predeterminada o débilmente exógena, donde

$$E(x_{is}v_{it}) = 0 \quad \text{con} \quad s = 1, \dots, t, \quad t = 1, \dots, T$$

y

$$E(x_{is}v_{it}) \neq 0 \quad \text{para} \quad s = t + 1, \dots, T$$

Finalmente x_{it} puede estar determinado endógenamente, por tanto se tiene que

$$E(x_{is}v_{it}) = 0 \quad s = 1, \dots, t - 1, \quad t = 1, \dots, T$$

y

$$E(x_{is}v_{it}) \neq 0 \quad s = t, \dots, T, \quad t = 1, \dots, T$$

Con lo anterior tendremos distintas condiciones de momento para cada caso, en donde las condiciones dadas por (3.14) se mantienen, pero para cada caso de x_{it} tendremos condiciones adicionales. Si x_{it} es estrictamente exógeno las condiciones de momento son:

$$E(x_{its}\Delta v_{it}) = 0 \quad s = 1, \dots, T, \quad t = 3, \dots, T \quad (3.42)$$

lo cual origina que existen $T(T-2)$ condiciones de momento adicionales. Por otra parte cuando tenemos el caso que x_{it} es predeterminado, tenemos:

$$E(x_{is}\Delta v_{it}) = 0 \quad s = 1, \dots, t-1 \quad t = 3, \dots, T \quad (3.43)$$

en donde la s condiciones de momento adicionales son $0,5(T-2)(t-1)$. Por ultimo para el caso de x_{it} endogeno, tenemos

$$E(x_{is}\Delta v_{it}) = 0 \quad s = 2, \dots, t-1 \quad t = 3, \dots, T \quad (3.44)$$

las condiciones disponibles son $0,5(T-2)(T-1)$. De esta forma el estimador de sistemas se obtiene combinando las condiciones en primeras diferencias y en niveles. Para ejemplificar esto asumamos que x_{it} es endogeno, de esta forma las condiciones en primera diferencias son:

$$E(y_{it-s}\Delta v_{it}) = 0$$

y

$$E(y_{it-1}(\eta_i + v_{it}))$$

con $t = 3 \dots T$ y $s = 2, \dots, t-1$

Para el caso de x_{it} tenemos

$$E(x_{it-s}\Delta v_{it}) = 0$$

y

$$E(\Delta x_{it-1}(\eta_i + v_{it})) = 0$$

Para $t = 3 \dots T$ y $s = 2, \dots, t - 1$. Si bien existen condiciones de momento adicionales al momento de estimar un modelo multivariado, las técnicas de estimación anteriormente señaladas siguen siendo válidas. A continuación se muestran los principales resultados de aplicar las técnicas anteriormente descritas.

Capítulo 4

Resultados

4.1. Resultados del modelo básico

Como mencionamos en el capítulo uno, los datos de este estudio provienen de la encuesta CASEN y de Carabineros de Chile. Los cuadros son presentados en el apéndice. Los cuadros uno, dos y tres muestran las estimaciones del modelo descrito en el capítulo dos para los principales delitos de connotación pública que pueden ser analizados bajo el marco descrito anteriormente. Estos son : robos, hurtos y drogas. Las estimaciones incluyen los estimadores OLS, WG, el estimador GMM en primeras diferencias y el estimador de sistemas.

El Cuadro 1 nos permite ver los resultados del modelo básico, en donde se incluye el ingreso per capita de la comuna, la escolaridad y la tasa de desempleo, además de la tasa de denuncia rezagada. Se observa que para los distintos métodos utilizados el coeficiente que acompaña a la tasa denuncia rezagadas es altamente significativo. Un punto que nos debe llamar la atención es que el estimador GMM en diferencias se encuentra por debajo del estimador WG, lo que resulta especialmente atractivo para el fenómeno que estamos estudiando, ya que este hecho puede ser un síntoma de que la delincuencia medida por la tasa de

denuncia presenta una alta persistencia. En efecto, si analizamos los resultados para el estimador de sistemas podemos ver que los resultados para el coeficiente de la denuncia rezagada es mas cercano a OLS y alcanza un valor de 0.92 en la segunda etapa, el que es estadísticamente significativo.

El otro hecho que nos permite justificar que los robos han mostrado una alta persistencia, y que por tanto las estimaciones en diferencias son erróneas, es el fenómeno del cambio de signo para la variable desempleo. Dicha variable alcanza una alta significancia en el estimador en sistemas, y el signo positivo que exhibe nos señala que en la medida que la comuna posee mayor desempleo, los individuos encuentran mas atractivas las actividades ilegales. Por su parte, el ingreso medio¹ presenta un impacto positivo y significativo. Así, a medida que el ingreso comunal crece una mayor cantidad de individuos prefieren dedicarse a las actividades ilegales, o bien , debido a que los delincuentes pueden movilizarse entre comunas, este signo positivo reflejaría una importación neta de delincuencia en las comunas que crecen. Finalmente, la escolaridad si bien presenta un signo negativo, esta resulta ser no significativa.

Para el caso de Hurtos, el Cuadro 2 exhibe resultados similares a los encontrados para el caso de los robos, donde nuevamente el estimador en diferencias presenta problemas de sesgo y significancia. Usando el estimador de sistemas encontramos que el coeficiente asociado a la tasa de denuncia rezagada un periodo es de 0.97 y significativa, señalando una alta persistencia temporal de este tipo de crímenes durante la ultima década. Los signos asociados al desempleo y al ingreso poseen el mismo signo que para los robos, aunque las magnitudes son menores en ambas variables.

El Cuadro 3 muestra los resultados para los delitos asociados a drogas. Un

¹El coeficiente resulta ser muy pequeño, no obstante es solamente un efecto de escala, el anexo 2 refleja los impactos en términos de elasticidades

aspecto que llama la atención es que, al contrario de robos y hurtos, el estimador en diferencias en el caso de drogas parece comportarse de la manera correcta. Es decir, el coeficiente asociado a la tasa de denuncia de drogas rezagada un periodo, se encuentra acotada por abajo por el estimador WG y por arriba por el estimador de OLS. Esto se ve corroborado mediante los resultados que son obtenidos con el estimador de sistemas en donde estos no difieren mayormente a los obtenidos por el estimador en diferencias. Esto implica que los delitos de drogas no han mostrado una gran persistencia durante la última década. Ello es corroborado por el coeficiente asociado a la variable rezagada el que alcanza un valor significativo de 0.48. Otro aspecto interesante del Cuadro 3 es que el desempleo para este tipo de delitos no resulta ser significativo a diferencia de los delitos anteriores. Por otra parte, la escolaridad presenta un impacto positivo y estadísticamente significativo, reflejando que este tipo de delitos sería cometido por individuos con niveles de escolaridad más alto.

A partir de lo anterior se tiene que los delitos de robo y hurto presentan una alta persistencia en el tiempo donde la tasa de desempleo y el nivel de ingreso per capita también influirían positivamente en su crecimiento. Por su parte, los delitos asociados a drogas no presentan una persistencia importante, donde la escolaridad es uno de los factores que determina este tipo de delito.

4.2. Usando Controles Adicionales

Conocidos los resultados del modelo básico nos interesa ahora analizar el impacto puntual que podrían tener un conjunto adicional de variables sugerida en la literatura.

Los resultados presentados en el Cuadro 4 sugieren que la tasa de ruralidad como la distribución del ingreso (medida por el coeficiente de Gini) no tienen

un efecto significativo sobre los robos aunque la tasa de pobreza está positiva y significativamente correlacionada.

Para el caso de hurtos se obtienen resultados similares que en robo donde la tasa de pobreza a nivel comunal tiene un impacto positivo pero el coeficiente de Gini resulta ser no significativo al igual que la tasa de ruralidad.

En drogas nuevamente la tasa de ruralidad y la distribución del ingreso a nivel comunal no resultaron ser significativos a los niveles usuales. No obstante, para el caso de la tasa de pobreza el impacto es negativo y estadísticamente significativo. Ello estaría reflejando que este tipo de crímenes no son denunciados en las comunas mas pobres y que conforme la riqueza de ésta aumente mayor es la probabilidad de observar crímenes asociados a este flagelo.

4.3. Corrigiendo por el efecto ingreso

Una de las variables que siempre se ha comportado de manera ambigua en los estudios sobre delincuencia ha sido el ingreso. La literatura sugiere que signos negativos reflejan que el costo de oportunidad de participar en actividades ilícitas se está elevando conforme el ingreso comunal aumenta y que signos positivos reflejarían el hecho que el monto del botín va creciendo conforme la población residente tiene mayores ingresos.

Este segundo resultado es el que nosotros encontramos independientemente del delito que se trate. Sin embargo, Fleisher(1966) señala que el impacto del ingreso sobre la delincuencia puede descomponerse en un efecto demanda y en un efecto oferta. Este autor señala que el efecto demanda - y su consecuente signo negativo sobre el crimen - refleja el creciente costo de oportunidad de los ingresos asociados a actividades lícitas a medida que las oportunidades de trabajo y los pagos asociados mejoran. Sin embargo, en la medida que el ingreso de sus

víctimas sea mayor mas atractivo será aún dedicarse a actividades ilícitas sobre todo si hay costos hundidos y de aprendizaje. Este sería el efecto de oferta donde el ingreso estaría positivamente correlacionado con el nivel de crimen.

Para testear la hipótesis de Fleisher, usaremos la misma estrategia que el propone al considerar el ingreso medio del segundo cuartil² de la comuna, de manera de capturar el efecto demanda y el ingreso medio comunal del cuarto cuartil para capturar el efecto oferta. El Cuadro 7 muestra los resultados obtenidos.

Es posible apreciar el hecho que para el caso de hurtos y robos la descomposición del ingreso en el segundo y cuarto cuartil no tiene efectos significativos a los niveles de significancia habituales, aunque los signos de los parámetros son los que uno esperaría. Por el contrario, para el caso de drogas tanto el segundo cuartil como el cuarto cuartil resultan ser significativos, no obstante, con los signos contrarios a los sugeridos por Fleisher. Así, el efecto oferta operaría en los niveles bajos de ingreso de las comunas y aquel efecto demanda sobre los ingresos altos de las comunas.

4.4. Controlando por las distancias

Como se mencionó previamente, los resultados anteriores no consideran la posible contaminación que pudiera existir debido al hecho de que los delincuentes pueden moverse entre comunas. Así, podrían existir comunas que serán exportadoras netas de delitos y otras importadoras netas. Una forma de aislar los efectos migratorios del crimen es restringir las estimaciones a aquellas comunas que estén relativamente asiladas de sus vecinas.

A modo comparativo, en el Cuadro 8 se presentan las estimaciones del modelo básico para robos donde se ha restringido la distancia mínima, medida en

²En términos per capita

kilómetros, con las comunas vecinas. La segunda columna muestra los resultados para robos cuando restringimos la muestra a comunas que tiene una distancia de 15 kilómetros o mas con todos sus vecinos. Si bien la muestra disminuye a menos de la mitad, la persistencia temporal de los robos sigue siendo muy alta. Por otra parte, si bien el desempleo aumenta su impacto, el ingreso deja de ser significativo. La columna tres, donde ahora la distancia mínima con las comunas vecinas es de 25 o más kilómetros, confirma los resultados mencionados.

El Cuadro 9 muestra los resultados para hurtos, los cuales son similares a aquellos obtenidos para robos, con la particularidad que el coeficiente asociado a la variable dependiente rezagada disminuye y pasa de un 0.97 a un 0.88, cuando se restringe a 15 kms. Al restringir a 25 kilómetros los resultados se mantienen. Finalmente, para el caso de drogas el Cuadro 10 tanto la escolaridad como el ingreso y el desempleo estos pierden su significancia estadística. Ello principalmente debido a que la muestra de datos se ve drásticamente reducida.

4.5. Conclusiones

El presente trabajo entrega evidencia de la fuerte persistencia que han mostrado los delitos de robo, hurtos y drogas en Chile durante los años noventa. En efecto, valores pasados de denuncias asociadas a este tipo de crímenes explican por sobre el 90% las denuncias actuales. No obstante lo anterior, existe un conjunto de variables socioeconómicas que han influido sistemáticamente sobre la evolución que muestra este conjunto de crímenes de connotación pública.

Los resultados de este estudio muestran que un aumento en un 1 por ciento en la tasa de desempleo genera un aumento en un 0,21% en las denuncias por hurtos por habitante, mientras que para las drogas y robos el cambio es menor siendo un 0,09% y 0,07% respectivamente. Para el caso del ingreso, los resultados

obtenidos sugieren que un cambio de 1 por ciento en el ingreso de las personas implica que los robos aumenten en un 0,07 % y los hurtos en un 5 %. Para el caso de los delitos asociados a drogas se tiene que el aumento es de un 14 %.

Una de las variables mayormente estudiadas como desencadenantes de criminalidad es la tasa de pobreza. Los resultados de este estudio muestran que efectivamente esta variable tiene un impacto sobre los principales delitos de connotación pública aunque el sentido del impacto es diferente dependiendo del tipo de delito que se trate. Por una parte, aumentos en un 1 por ciento en la tasa de pobreza están positivamente asociados con aumentos en un 0,05 % y en un 0,10 % en las denuncias de robos y hurtos respectivamente. Sin embargo, este aumento en la tasa de pobreza está negativamente asociado con las denuncias por drogas donde un aumento en un 1 % en la tasa de pobreza genera una caída de un 0,61 % en las denuncias. Cabe destacar que el efecto de la tasa de la pobreza no sólo es diferente a los otros dos delitos sino que además el impacto tiene una magnitud largamente superior.

Finalmente, la escolaridad también influye en forma distinta a las denuncias de los delitos estando positivamente correlacionada con aquellas denuncias por drogas pero negativamente asociadas con las denuncias de robo y hurto. Cabe señalar que los resultados muestran que la escolaridad es la variable que más influye sobre las denuncias por drogas donde un aumento en un 1 % en la escolaridad tiene un impacto de un 0,93 % sobre las denuncias asociadas a este tipo de crímenes.

Este último resultado muestra fehacientemente que este tipo de variable socioeconómica podría estar más asociada a las características de las personas que deciden realizar la denuncia y no a la persona que decide cometer el crimen. Este punto ilustra la necesidad de generar un marco conceptual que pueda separar el efecto que tienen las variables socioeconómicas sobre la decisión de delinquir de

aquella decisión realizada por la víctima de denunciar el hecho criminal.

Este último aspecto se plantea como una potencial extensión de este trabajo.

4.6. Referencias

- [1] Ahn,S.C. y P.Schmidt (1995)"Efficient Estimation of Models for Dynamic Panel Data."Journal of Econometrics 68:5-27.
- [2] Alvarez, J. y M. Arellano (1997) "The times series and Cross-Section: Asymptotics of Dynamic Panel Data Estimators".Working Paper.CEMFI, Madrid.
- [3] Arellano, M. y S.Bond (1991) "Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations.-
review of Economic Studies 58:277-297.
- [4] Arellano, M. y O.Bover (1995) ."another Look at the Instrumental Variables Estimation of Error-Component Models."Journal of Econometrics 68:29-51.
- [5] Baltagi, B.H. (1995) Econometrics Analysis of Panel Data. Chichester:Wiley.
- [6] Baltagi, B.H. y J.M. Griffin (1995) "Pooled Estimator v.s Their Heterogeneous Counterparts in the Context of Dynamic Demand for Gasoline."Journal of Econometrics 73:303-327.
- [7] Baltagi, B.H., Griffin J.M. y W.Xiong (1999) "To Pool or Not to Pool: Homogeneous Versus Heterogeneous Estimators Applied to Cigarette Demand.Review of Econometrics and Statistics, forthcoming.
- [8] Becker, G.S. (1968) Crime and punishment: An economic approach. Journal of Political Economy 76, 169-217.

- [9] Benavente, J. y Melo, E.(2002) "Paneles de Datos Dinámicos".Universidad de Chile, Manuscrito no Publicado
- [10] Benavente , J.M., Contreras, D., Melo, E. y R. Montero (2003) "Programas antidelinquencia: Evaluando Comuna Segura". Departamento de Economía. Universidad de Chile. Serie Documentos de trabajo N 201.
- [11] Blundell, R. y S.Bond (1999) "GMM Estimation with Pesistent Panel Data: An Application to Production Function Estimation"The Institute for Fiscal Studies,Working Paper Serie N W99/4,London
- [12] Doornik,J., Arellano,.M y S. Bond (2002) "Panel Data Estimation Using DPD for Ox"
- [13] Ehrlich, I. (1973) "Participation in illegitimate activities: A theoretical and empirical investigation". Journal of Political Economy 81, 521-565.
- [14] Fajnzylber, P., Lederman, D. y N. Loayza (2002) "What Causes Violent Crime?"European Economic Review 46, 1323-57.
- [15] Fleisher, B.M. (1966) "The effect of income on delinquency". American Economic Review 56, 118-137.
- [16] Hsiao, C. (1986). Analysis of Panel Data. Cambridge: Cambridge University Press.
- [17] Loayza, N., Fajnzylber, P. y P. Lederman (2002) "Inequality and violent crime". Journal of Laws and Economics vol XIV.
- [18] Molina, O. y X. Villavicencio (2002) "Determinantes socioeconómicos y demográficos del crimen en Chile: evidencia desde un panel de datos de las

regiones chilenas". Borrador. Departamento de Economía. Universidad de Chile.

- [19] Widmeijer, F. (2000) .^A Finite Sample Correction for the Variance of Linear Two-Step GMM Estimators". Institute for Fiscal Studies, Working Papers series Nž W00/19, London

4.7. Apéndice

4.7.1. Definiciones de delitos

- *Robo*: El que sin la voluntad de su dueño y con ánimo de lucrarse se apropia cosa mueble ajena usando de violencia o intimidación en las personas o de fuerza en las cosas, comete robo; si faltan la violencia, la intimidación y la fuerza, el delito se califica de hurto. Se estimarán por violencia o intimidación en las personas los malos tratamientos de obra, las amenazas ya para hacer que se entreguen o manifiesten las cosas, ya para impedir la resistencia u oposición a que se quiten, o cualquier otro acto que pueda intimidar o forzar a la manifestación o entrega. Hará también violencia el que para obtener la entrega o manifestación alegare orden falsa de alguna autoridad, o la diere por sí fingiéndose ministro de justicia o funcionario público.
- *Hurto*: El que sin la voluntad de su dueño y con ánimo de lucrarse se apropia cosa mueble ajena usando de violencia o intimidación en las personas o de fuerza en las cosas, comete robo; si faltan la violencia, la intimidación y la fuerza, el delito se califica de hurto
- *Droga*:
 - a) Los que, sin contar con la competente autorización, elaboren, fabriquen, transformen, preparen o extraigan sustancias o drogas estupefacientes o sicotrópicas, productoras de dependencia física o síquica capaces de producir graves efectos tóxicos o daños considerables a la salud pública.
 - b) Los que sin contar con la competente autorización, siembren, cultiven, cosechen o posean especies vegetales o sintéticas del género Cannabis u otras productoras de sustancias estupefacientes o sicotrópicas, en circunstancias

que hagan presumir el propósito de tráfico ilícito de alguna de ellas.

c) Los que abandonaren en lugares públicos o de fácil acceso plantas de las mencionadas en el párrafo anterior, o sus rastrojos, florescencias, semillas u otras partes activas capaces de producir los efectos señalados en el primer párrafo, en circunstancias que hagan presumir la intención de que sean consumidas.

d) Los que, sin contar con la competente autorización, trafiquen a cualquier título con las substancias a que se refiere el primer párrafo, o con las materias primas que sirvan para obtenerlas o que por cualquier modo induzcan, promuevan o faciliten el uso o consumo de tales substancias. Se entenderá que trafican con tales substancias los que, sin contar con la autorización competente, importen, exporten, transporten, adquieran, transfieran, substraigan, posean, suministren, guarden o porten consigo tales substancias o materias primas, a menos que justifiquen o sea notorio que están destinadas a la atención de un tratamiento médico o al uso personal exclusivamente.

e) Los que hagan apología o propaganda, a través de un medio de comunicación o en actos públicos, del uso o consumo de las substancias a que se refiere el primer párrafo.

f) El que sea sorprendido consumiendo alguna de las substancias señaladas en el primer párrafo o en circunstancias que hagan presumir que acaba de hacerlo, deberá ser puesto a disposición de la justicia del crimen a fin de que ésta ordene un examen del afectado por un médico calificado por el Servicio de Salud correspondiente, con el fin de determinar si es o no dependiente de dichas substancias y el grado de su fármaco dependencia. La misma medida dispondrá el Juez respecto del que fuere sorprendido portando dichas substancias cuando los antecedentes demuestren que lo hacía para su exclusivo uso personal. Si el examen señalaré habitualidad en el consumo de tales

drogas, el Juez ordenará su internación inmediata en algún establecimiento calificado por el Servicio de Salud correspondiente, para su recuperación o, cuando lo estimaré procedente, según las circunstancias del hecho y las personales del infractor, autorizará este tratamiento sin internación, pero sujeto a los controles médicos del Servicio de Salud.

4.7.2. Cuadros

Cuadro1:Robo

	OLS	WG	Gmm en diferencia		Gmm sistemas	
			Una etapa	Dos etapas	Una etapa	Dos etapas
Robo(-1)	0.93 (0.01417)***	0.61 (0.05922)***	0.54 (0.06731)***	0.53 (0.07046)***	0.93 (0.02539)***	0.92 (0.02545)***
Desempleo	491.46 (129.6)***	1034.88 (193.5)***	-601.01 (601)	-637.22 (642.2)	632.48 (232.9)***	652.12 (239.2)***
Escolaridad	2.47 (3.61)	-9.95 (5.26)*	-12.14 (8.932)	-11.66 (7.717)	-7.10 (6.015)	-8.29 (5.975)
Ingreso per capita	0.00032924 (0.00007806)***	-0.0000556736 (0.000176)	-0.000535646 (0.0002961)*	-0.000564199 (0.0002849)**	0.000367532 (0.0001873)**	0.000391795 (0.0001864)**
Constante	-33.92 (33.12)		20.18 (4.681)***	20.09 (5.158)***	43.02 (53.05)	50.68 (54.78)
R ²	0.90	0.38				
N	1004	1004	862	862	1004	1004
Wald (joint)			93.31**	89.16**	3464**	3130**
Wald (dummy)			18.58**	15.18**	0.6578	0.8558
Sargan			571.4**	100.7	1151**	113.3
AR(1)			-3.468**	-2.849**	-3.952**	-3.755**
AR(2)			-1.151	-1.148	-1.113	-1.126

**** Significativo al 1%

** Significativo al 5%

* Significativo al 10%

Cuadro 2:Hurto

	OLS	WG	Gmm en diferencia		Gmm sistemas	
			Una etapa	Dos etapas	Una etapa	Dos etapas
Robo(-1)	0.98 (0.05336)***	0.78 (0.07491)***	0.62 (0.0678)***	0.62 (0.06922)	0.97 (0.05243)***	0.97 (0.05459)***
Desempleo	317.92 (68.28)***	540.6 (91.32)***	-683.18 (276.7)**	-686.47 (300.8)	528.14 (89.32)***	503.76 (88.93)***
Escolaridad	-3.32 (1.912)*	-7.54 (2.782)***	-13.31 (4.003)***	-12.64 (4.348)	-3.59 (2.265)	-3.16 (2.405)
Ingreso per capita	0.000171758 (0.00004539)***	0.000157413 (0.00005089)***	0.00000788092 (0.00007995)	0.0000167864 (0.00008324)	0.000113005 (0.00005397)**	0.000103839 (0.00005447)**
Constante	10.82 (18.23)		12.72 (2.287)***	12.39 (2.248)***	4.85 (21.15)	2.42 (22.91)
R ²	0.79	0.51	862	862	1004	1004
N	1004	1004	130.1 **	119.2 **	1004	1004
Wald (joint)			30.92 **	30.38 **	130.1 **	390.2 **
Wald (dummy)			336.4 **	98.70	30.92 **	0.01116
Sargan					336.4 **	111.5
AR(1)					-5.726 **	-4.827 **
AR(2)					-0.8617	-0.8709

**** Significativo al 1%

** Significativo al 5%

* Significativo al 10%

Cuadro 3:Droga

	OLS	WG	Gmm en diferencia		Gmm sistemas	
			Una etapa	Dos etapas	Una etapa	Dos etapas
			Robo(-1)	0.64 (0.05863)***	0.34 (0.08822)***	0.47 (0.06959)***
Desempleo	-34.17 (92)	-242.11 (146.4)*	238.20 (250.7)	245.07 (282.3)	-156.90 (212.9)	-159.22 (200.3)
Escolaridad	10.07 (1.895)***	4.85 (1.711)***	2.96 (2.773)	3.19 (2.973)	6.35 (2.283)***	6.32 (2.239)***
Ingreso per capita	0.0000107078 (0.0000435)	0.00026747 (0.00008095)	0.000436567 (0.0001225)***	0.00043138 (0.0001217)***	0.000148445 (0.00007796)**	0.000157359 (0.00008086)**
Constante	-75.83 (16.25)		-7.94 (1.373)**	-7.6854 (1.358)***	-33.09 (26.96)	-34.50 (25.27)
R ²	0.55	0.16				
N	1004	1004	862	862	1004	72.61 **
Wald (joint)			124.7 **	121.5 **	73.85 **	1.864
Wald (dummy)			33.48 **	32.01 **	1.507	119.5
Sargan test			603.5 **	110.2	1377. **	119.5
AR(1)			-3.92 **	-3.595 **	-3.629 **	-3.198 **
AR(2)			-0.8463	-0.8362	-1.199	-1.135

**** Significativo al 1%
 ** Significativo al 5%
 * Significativo al 10%

Cuadro 4: Gmm System Segunda etapa, Robo

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Robo(-1)	0.92 (0.02545)***	0.91 (0.04388)***	0.92 (0.02596)***	0.92 (0.02855)***	0.93 (0.02661)***	0.91 (0.02537)***
Desempleo	652.12 (239.2)**	656.08 (273.5)**	641.58 (235.3)***	673.19 (202.9)***	596.7 (245.5)***	487.87 (179.5)***
Ingreso per capita	0.000391796 (0.0001864)**	0.00036117 (0.0001758)**	0.000309553 (0.0002047)	0.000396211 (0.0001728)***	0.000387801 (0.0001843)***	0.000608602 (0.0001725)***
Escolaridad	-8.29 (5.975)	-7.53 (6.293)	-6.53 (5.605)	-7.91 (4.841)	-7.68 (5.13)	-6.99 (5.291)
Tasa de Ruralidad		-48.06 (98.71)				
Gini			362.63 (266.7)			
% Hombres				211.1 (516.4)		
% Hombres Jovenes					-669.44 (494.2)	
Tasa de Pobreza						72.56 (32.93)**
Constante	50.68 (54.78)	64.07 (88.61)	-125.94 (128)	-58.99 (282.2)	139.2 (58.56)	12.03 (54.83)
N	1004	1004	1004	1004	1004	1004
Wald (joint):	3130. **	2397. **	2595. **	2977 **	3305. **	3999. **
Wald (dummy):	0.8558	0.5228	0.9683	0.04	5.651 *	0.04816
Sargan	113.3	112.1	112.7	112.6	111.8	111.4
AR(1)	-3.755 **	-3.693 **	-3.743 **	-3.748**	-3.744 **	-3.717 **
AR(2)	-1.126	-1.118	-1.094	-1.133	-1.084	-1.007

**** Significativo al 1%

** Significativo al 5%

* Significativo al 10%

Cuadro 5:Gmm System Segunda etapa, Hurtos

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Hurtos(-1)	0.97 (0.05459)***	0.97 (0.05749)***	0.95 (0.05344)***	0.97 (0.05639)***	0.97 (0.05601)***	0.91 (0.0639)***
Desempleo	503.76 (88.93)***	545.99 (103.2)***	508.35 (95.32)***	505.61 (95.13)***	4543.82 (4.09)***	504.64 (91.47)***
Ingreso per capita	0.000103839 (0.00005447)*	0.0000895723 (0.00005273)*	0.0000888974 (0.00005659)	0.000117952 (0.00005388)***	0.000093995 (0.00005404)*	0.000220136 (0.0000539)***
Escolaridad	-3.16 (2.405)	-2.67 (2.423) -13.18 (27.92)	-3.25 (2.355)	-3.55 (2.323)	-3.02 (2.433)	-2.66 (2.263)
Gini			122.11 (91.91)			
% Hombres				71.60 (213)		
% Hombres Jovenes					-406.72 (-279.2)	
Tasa de Pobreza						46.68 (18.79)**
Constante	2.42 (22.91)	-1.28 (31.61)	-50.87 (50.37)	-29.86 (111)	61.03 (47.67)*	-20.43 (27.35)
N	1004	1004	1004	1004	1004	1004
Wald (joint):	390.2 **	328.3 **	352.7 **	392.2 **	352.5**	302.1 **
Wald (dummy):	0.01116	.001643	1.020	0.04	1.639	0.5576
Sargan	111.5	111.0	111.9	111.9	108.5	112.0
AR(1)	-4.966**	-4.944 **	-4.949 **	-4.962**	-4.991**	-4.828 **
AR(2)	-0.8407	-0.8423	-0.8385	-0.8484	-0.8084	-0.7778

**** Significativo al 1%

** Significativo al 5%

* Significativo al 10%

Cuadro 6: Gmm System Segunda etapa, Drogas

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Drogas(-1)	0.48 (0.1209)***	0.48 (0.1221)***	0.47 (0.122)***	0.47 (0.1181)***	0.48 (0.1218)***	0.50 (0.1091)***
Desempleo	-159.22 (200.3)	-136.30 (184.9)	-167.26 (190.4)	-121.2 (203.6)	-97.46 (200.2)	-171.03 (174.2)
Ingreso per capita	0.000157359 (0.00008086)*	0.00015311 (0.00007857)*	0.000188736 (0.00009083)**	0.000143307 (0.00008054)*	0.000160972 (0.00007747)**	-0.0000195135 (0.00005786)
Escolaridad	-159.22 (2.239)***	6.51 (2.134)***	5.70 (2.094)***	6.32 (2.2)***	5.43 (1.872)	2.34 (1.79)
Tasa de Ruralidad		-9.45 (20.25)				
Gini			-103.73 (84.88)			
% Hombres				-280.76 (253.1)		
% Hombres Jovenes					538.66 (271)**	
Tasa de Pobreza						-107.30 (15.49)***
Constante	-34.49 (25.27)	-36.15 (25.32)	18.96 (37.35)	102.22 (127)	-105 (52.7)**	56.34 (24.6)**
N	1004	1004	1004	1004	1004	1004
Wald (joint):	72.61 **	85.42 **	75.98 **	82.26 **	71.98 **	135.4 **
Wald (dummy):	1.864	2.038	0.2576	0.65	23.99	5.244 *
Sargan	119.5	117.7	115.5	119	109.2	127.4
AR(1)	-3.198 **	=-3.195**	-3.179**	-3.214**	-3.175 **	-3.412 **
AR(2)	-1.135	-1.123	-1.094	-1.134	-1.002	-0.6450

**** Significativo al 1%

** Significativo al 5%

* Significativo al 10%

Cuadro 7: Controlando por efecto ingreso

	Drogas	Hurtos	Robo
Drogas(-1)	0.504009 (0.1106)***		
Dhurtos(-1)		0.937068 (0.05682)***	
Robo(-1)			0.929003 (0.02972)***
Desempleo	-205.587 (186.4)	654.183 (101.4)***	801.415 (241.2)***
Escolaridad	1.26295 (2.065)	0.0106972 (2.723)	6.21617 (5.437)
Cuartil 2	0.00100246 (0.0003058)***	-0.000492721 (0.0003638)	-0.00188792* (0.001058)
Cuartil 4	-0.000102853 (0.00004829)**	0.000120588 (0.00007491)	0.000365552 (0.0002234)
Constante	10.3706 (22.57)	-29.4971 (22.6)	-66.5563 (45.83)
N	1004	1004	1004
Wald (joint):	85.08 **	386.3**	3614. **
Wald (dummy):	0.2111	1.704	2.109 **
Sargan	131.4	127.6	132.8 **
AR(1)	-3.352 **	-4.904**	-3.799 **
AR(2)	-0.8704	-0.8282	-1.048

**** Significativo al 1%

** Significativo al 5%

* Significativo al 10%

Cuadro 8: Controlando por distancias., Robo

	Sin Restricción	Con Restriccion de 15		Con Restriccion de 25	
	C1	Kms	C2	Kms	C3
Robo(-1)	0.92 (0.02545)**		0.99 (0.1303)***		1.04 (0.2555)***
Desempleo	652.12 (239.2)***		709.685 (241)***		1344.76 (480.5)***
Escolaridad	-8.29 (5.975)		0.07 (3.736)		0.42 (4.191)
Ingreso per capita	0.000391795 (0.0001864)**		0.0000829784 (0.0001008)		-0.00000202711 (0.00008657)
Constante	50.68 (54.78)		-33.86 (56.46)		-80.03 (78.28)
N	1004		510		254
Wald (joint):	3130**		60.92 **		21.47 **
Wald (dummy):	0.8558		0.3596		1.045
Sargan	113.3		71.49		35.58
AR(1)	-3.755**		-3.282 **		-1.873
AR(2)	-1.126		-0.6472		0.3314

**** Significativo al 1%

** Significativo al 5%

* Significativo al 10%

Cuadro 9: Controlando por distancias.,Hurto

	Sin Restricción C1	Con Restriccion de 15 Kms C2	Con Restriccion de 25 Kms C3
Hurto(-1)	0.97 (0.05459)***	0.88 (0.08365)***	0.87 (0.07654)***
Desempleo	503.76 (88.93)***	770.35 (161.8)***	1178.6 (437.9)***
Escolaridad	-3.16 (2.405)	0.000107393 (0.0001116)	0.0000874585 (0.0001256)
Ingreso per capita	0.000103839 (0.00005447)**	-0.603923 (1.881)	1.11 (3.457)
Constante	2.42 (22.91)	-24.26 (28.17)	-64.3387 (42.01)
N	1004	510	254
Wald (joint):	390.2 **	230.2 **	177.2 **
Wald (dummy):	0.01116	0.7413	2.345
Sargan	111.5	60.64	31.55
AR(1)	-4.827 **	-3.748 **	-2.703 **
AR(2)	-0.8709	-0.8500	-0.8489

**** Significativo al 1%

** Significativo al 5%

* Significativo al 10%

Cuadro 10: Controlando por distancias.,Droga

	Sin Restricción C1	Con Restriccion de 15 Kms C2	Con Restriccion de 25 Kms C3
Hurto(-1)	0.48 (0.1209)***	0.64 (0.08997)***	0.56 (0.1561)
Desempleo	-159.22 (200.3)	-432.36 (277.3)	-508.74 (451.5)
Escolaridad	6.32 (2.239)***	0.0000951968 (0.00007709)	0.000023485 (0.00007087)
Ingreso per capita	0.000157359 (0.00008086)**	0.597361 (1.897)	0.17 (2.91)
Constante	-34.50 (25.27)	27.8588 (25)	43.9172 (41.31)
N	1004	510	254
Wald (joint):	72.61 **	158.9 **	24.00 **
Wald (dummy):	1.864	1.242	1.130
Sargan	119.5	70.52	33.90
AR(1)	-3.198 **	-2.302 *	-1.836
AR(2)	-1.135	1.015	0.5564

**** Significativo al 1%

** Significativo al 5%

* Significativo al 10%

Cuadro 11: Elasticidades

	Robo	Hurto	Drogas
Desempleo	0.09%	0.21%	0.07%
Escolaridad	-0.15%	-0.17%	0.93%
Ingreso per capita	0.07%	0.05%	0.14%
Tasa de Pobreza	0.05%	0.10%	-0.61%