

I N S T I T U T O D E E C O N O M Í A



P R O Y E C T O d e T Í T U L O

2018

Ley Emilia: explorando los efectos en la conducción y consumo de alcohol en Chile

Magdalena Herrera Ramos

www.economia.uc.cl



Ley Emilia: explorando los efectos en la conducción y consumo de alcohol en Chile^{*}

Magdalena Herrera R.

Tesis de Pregrado en Economía

Instituto de Economía UC

Noviembre de 2018

Resumen: En este trabajo estudio el efecto de la Ley Emilia, implementada en Chile el año 2014, en el número de accidentes vehiculares, lesionados y muertes a causa de que el conductor ha ingerido alcohol. Aplico la metodología de Regresión Discontinua para identificar los efectos de corto plazo. Para medir los efectos de mediano plazo, utilizo modelos Poisson generalizados y log-lineales. Para evaluar los efectos de la ley en el consumo de alcohol, analizo las pruebas de alcoholemia realizadas en la Región Metropolitana. Los resultados sugieren una disminución de todas las variables relacionadas con alcohol en el corto plazo, sin embargo, el efecto de la ley se pierde en el tiempo, demostrando que no ha sido efectiva.

Palabras Claves: *Ley Emilia, accidentes vehiculares, consumo de alcohol, conducción en estado de ebriedad, conducción bajo la influencia del alcohol, alcoholemia.*

^{*}Tesis escrita como estudiante de pregrado en Economía, en la Comisión EH Clio Lab, Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Economía. Agradezco a los profesores de la comisión Emilio Depetris-Chauvin, Francisco Gallego, Felipe González, Rolf Lüders, José Tessada, Gert Wagner, y especialmente a mis profesores guía Jeanne Lafortune y José Díaz por su apoyo y disposición a guiarme durante este proceso. También al profesor Tomás Rau por sus ideas y sugerencias a lo largo de la investigación. Cualquier comentario a: mrherrera@uc.cl.

Índice

1	Introducción	3
2	Revisión de literatura	5
3	Contexto sobre la conducción y alcohol en Chile	8
4	Marco Conceptual	9
4.1	Mecanismos por los que opera la ley	9
4.1.1	Efecto disuasorio en la conducción con alcohol	9
4.1.2	Disminución en el consumo de alcohol	10
4.2	Algunas predicciones esperadas	11
5	Datos y Estadística Descriptiva	11
5.1	Datos	11
5.2	Estadística Descriptiva	13
6	Metodología	14
6.1	Diseño de Regresión Discontinua	14
6.2	Regresión Poisson generalizada (Binomial Negativa)	15
6.3	Regresiones log-lineales	16
6.4	Análisis de pruebas de alcoholemia	17
6.4.1	Regresión Discontinua para alcoholemias	17
6.4.2	Regresiones MCO para alcoholemias	18
6.4.3	Regresión de cuantiles	18
7	Resultados	18
7.1	Diseño de Regresión Discontinua	19
7.2	Pruebas de validez del supuesto de identificación y comprobación de robustez	20
7.2.1	Prueba de validez del supuesto de identificación	20
7.2.2	Comprobación de robustez: admisiones en salas de urgencia	21
7.3	Regresión Poisson generalizada (Binomial Negativa)	21
7.4	Regresiones log-lineales	22
7.4.1	Comprobación de la duración del efecto de la Ley Emilia	22
7.5	Análisis de pruebas de alcoholemias	22
7.5.1	Regresión Discontinua para alcoholemias	23
7.5.2	Regresiones MCO para alcoholemias	23
7.5.3	Regresión de cuantiles	24
8	Discusión y conclusiones	25
8.1	Aplicación de la ley	26
8.2	Influencia de campañas informativas	26
8.3	Efecto sustitución a otros medios de transporte	27

1. Introducción

Durante el año 2016, los accidentes vehiculares fueron la octava principal causa de defunción provocando 1,4 millones de muertes a nivel global, con una tasa de 18,8 % per 100 mil habitantes (WHO, 2018). Éstos tienen un costo monetario y humano asociado. En Chile, durante el año 2017, hubieron 94 mil accidentes de tránsito, con una tasa de 11,9 % de muertes por accidentes vehiculares¹ y un costo de US \$15 mil millones para el Estado (Fesvial, 2017).

Con respecto a las causas de estos incidentes, la presencia de alcohol en el conductor aumenta el riesgo de ocurrencia de éstos, como también el riesgo de provocar lesiones graves o la muerte. Mundialmente, un 21,8 % de todas las muertes por accidentes vehiculares son relacionadas con alcohol, con un total de 306.000² muertes aproximadamente (International Transport Forum, 2018).

El delito de conducir bajo la influencia del alcohol o en estado de ebriedad en Chile ha tenido un aumento en las penalidades relacionadas a éste, lo cual se ve reflejado en la implementación de la Ley Tolerancia Cero el año 2012, y la Ley Emilia el 2014. Según estadísticas generales de Conaset (2018), el 2011 antes que se implementaran las leyes recién mencionadas, hubieron 61.791 accidentes vehiculares, de los cuales en 5.046 (8,1 %) el conductor se encontraba en estado etílico. En contraste, el año 2017 hubieron 94.879 accidentes, de los cuales 6.981 (7,3 %) son relacionados con alcohol. Por otro lado, comparando con otros países de Latinoamérica, Chile es el que consume mayor cantidad de alcohol al año, con un total de 9,6 litros per cápita (WHO, 2015).

En el presente trabajo busco medir los efectos de corto y mediano plazo de la implementación de la Ley Emilia en los accidentes automovilísticos, lesiones y muertes. Cabe destacar que la ley Tolerancia Cero implementada el año 2012, disminuyó los gramos de alcohol en la sangre legalmente permitidos para conducir y aumentó el tiempo de suspensión de la licencia del conductor. Si bien la Ley Emilia la complementa, ésta dos difieren pues la nueva ley sanciona con cárcel efectiva de al menos un año a aquellos conductores que se encuentren en estado de ebriedad y generen lesiones graves, gravísimas o la muerte, y no cambia los límites de la presencia de alcohol en el conductor (Conaset, 2018).

No es noticia nueva que la conducción vehicular en presencia de alcohol es una actividad riesgosa tanto para el conductor como para terceros, ya sea peatones u otros conductores. Está demostrado que pilotos con una concentración de alcohol en la sangre³ entre 0,2 g/l y 0,5 g/l,

¹Existe una relación entre el nivel de ingresos del país y la cantidad de accidentes vehiculares que ocurren en él. Desde el año 2014, Chile es clasificado como país de ingreso alto, lo que es consistente con su tasa de muertes por accidentes vehiculares. (World Bank, 2018).

²Se proyecta que en realidad esta cifra es mayor, ya que solo incluye las muertes de los conductores de los vehículos involucrados en el accidente, excluyendo las defunciones de peatones y ciclistas. Por otro lado, se ha visto que los países reportan menos accidentes relacionados con alcohol que los reales, por lo que se espera que esta cifra también es menor a la de las estadísticas oficiales. En la práctica, la policía no realiza las pruebas de alcohol para cada accidente de tráfico, por lo que no todas las víctimas viales relacionadas con el alcohol se registran y las estadísticas oficiales publican cifras menores a las reales (Foundation for Advancing Alcohol Responsibility, 2018).

³Hay veces en que se refiere al término «concentración de alcohol en la sangre» con las siglas ALC en español, que es el equivalente en inglés a las siglas «BAC» (Blood Alcohol Content). En Chile se mide en grados de alcohol por litro de sangre (g/l), sin embargo, en otros países como Estados Unidos se mide en grados de alcohol por

tienen un riesgo de morir en un accidente de tránsito 3 veces mayor que en caso de que estuvieran sobrios. El riesgo aumenta a 6 veces si se tiene una concentración entre 0,5 g/l y 0,8 g/l, aumentando exponencialmente sobre 0,8 g/l. (WHO, 2015). Esto explica la diferencia de la gravedad de las penas dependiendo de la alcoholemia del individuo, como lo es el caso de la implementación de la Ley Emilia que hace más severo el castigo. Por otro lado, pareciera ser que desde la implementación de esta ley y la Tolerancia Cero, ha habido una disminución en el número de muertes⁴ por accidentes de tránsito, lo que hace necesario verificar si esta reducción en las cifras se debe exclusivamente a la ley en estudio.

Este tipo de leyes tienen como principal objetivo disminuir el número de accidentes vehiculares. Sin embargo, pueden operar mediante dos mecanismos. El primero es la disminución en la probabilidad de conducir en presencia de alcohol, y el segundo es la disminución del consumo de alcohol por parte de los individuos. Estudiar la efectividad de la Ley Emilia tiene como implicancia el comprobar si ha habido un uso eficiente de los recursos fiscales. Por ejemplo, si no es efectiva, entonces no hay uso eficiente de todos aquellos recursos destinados a la encarcelación de los culpables, tales como infraestructura de cárceles, gendarmería, comida, entre otros. Por otro lado, se otorga una condena no efectiva al conductor, generándole un alto costo de oportunidad al estar en prisión y un impacto negativo en los beneficios futuros, como por ejemplo, la disminución de la probabilidad de que lo empleen una vez libre.

Para esta investigación uso los datos de todos los accidentes vehiculares ocurridos en el territorio chileno, con sus respectivas causas, entre enero de 2009 y marzo de 2018. La ventaja de esta información es que puedo analizar directamente los accidentes relacionados con alcohol y no es necesario usar variables «proxy»⁵. Utilizo el número de controles policiales como variable de control de la aplicación o reforzamiento de la ley, y las ventas mensuales de combustible líquido como «proxy» del flujo de automóviles en el territorio nacional.

Para medir los efectos de corto plazo de la ley utilizo un diseño de Regresión Discontinua, el cual permite ver gráficamente discontinuidades en el número de accidentes, lesiones y muertes justo antes y justo después de implementada la Ley Emilia. Para ver los efectos de mediano plazo empleo una regresión Poisson generalizada, junto con regresiones log-lineales. Por otro lado, para analizar las alcoholemias realizadas a los conductores, uso modelos lineales generalizados junto con regresiones de cuantiles.

Este trabajo aporta desde distintas perspectivas a la literatura. En primer lugar, analiza un país latinoamericano, lo cual es novedoso pues hay escasos estudios empíricos sobre la efectividad de las leyes de tránsito en materia de consumo de alcohol para estos países. En el caso de Chile,

mililitro de sangre.

⁴Según Conaset, (2018), el 2011 hubieron 1.573 muertes por accidentes vehiculares con 205 (13%) relacionadas con alcohol y 6.570 lesiones graves de las cuales 849 (12,9%) son relacionados con alcohol. En cambio, el 2017 hubieron 1483 muertes por accidentes vehiculares, con 126 (8,4%) por alcohol y 8.534 lesiones graves, con 881 (10,3%) por alcohol.

⁵Es común en la literatura sobre el estudio de accidentes vehiculares el uso de variables «proxy» para distinguir si involucraban o no alcohol, dado que las base de datos no contienen el dato específico o no es confiable. Por lo general, se usa el número de accidentes vehiculares nocturnos que involucran solo un automóvil.

destaca el trabajo de [Otero y Rau \(2017\)](#), quienes estudian el efecto de la ley Tolerancia Cero.

Segundo, este trabajo aporta a la discusión aislando el efecto individual de aumentar la pena, independiente de la concentración de alcohol en la sangre del conductor. En el trabajo recién mencionado se encuentra una disminución significativa en el número de accidentes vehiculares relacionados con alcohol justo después de implementada la ley Tolerancia Cero. Sin embargo, no es claro si lo obtenido es un efecto de un aumento en la pena por cometer el delito, o si se debe exclusivamente a la disminución de la alcoholemia legalmente permitida para conducir.

En tercer lugar, aporta no solamente en el análisis del número de accidentes vehiculares, sino que también en el número de muertes y lesiones, separando éstas últimas según su tipo de gravedad⁶, lo que no es común en la literatura.

Por último, gracias a los datos de las alcoholemias realizadas en la Región Metropolitana, se puede evaluar si los conductores que no necesariamente tuvieron accidentes, cambiaron sus patrones de consumo de alcohol.

Con respecto a la estructura de este trabajo, en la sección 2 muestro una revisión de la literatura existente, en la sección 3 explico el contexto en Chile sobre la conducción con alcohol, y en la sección 4 presento el marco conceptual de la implementación de la pena de cárcel. En la sección 5 explico los datos que uso, presentando estadística descriptiva de éstos. La sección 6 presenta la metodología usada, y en la sección 7 presento los resultados. Finalmente, en la sección 8 hago conclusiones y sugerencias de investigación posterior.

2. Revisión de literatura

En esta sección realizo un análisis de la literatura existente sobre la implementación de pena de cárcel para aquellos individuos que conducen en presencia de alcohol. No es claro qué tan efectiva es su implementación, sin embargo, la mayoría de los trabajos revisados apuntan a que el endurecimiento de las penas asociadas a este crimen tiene mayor impacto en aquellos conductores que beben alcohol en mayor cantidad, quienes provocan accidentes con resultados graves.

Primero examino literatura acerca del efecto de las leyes tolerancia cero⁷ en el número de accidentes vehiculares y muertes asociadas. Generalmente, éstas están acompañadas de condenas menos severas, tales como la suspensión de la licencia de conducir y multas monetarias. Trabajos recientes como los de [Grant \(2010\)](#), [Anderson, Hansen y Rees \(2013\)](#) concluyen que este tipo de leyes no tienen un efecto significativo en el número de muertes provocadas por accidentes relacionados con alcohol. Usando un método de Diferencias en Diferencias, el trabajo de [Freeman \(2007\)](#) sugiere que no hay evidencia que demuestre que bajar los límites de alcoholemia legalmen-

⁶Se define como lesión grave cuando el individuo no puede trabajar durante 30 días después del accidente. Lesión media cuando el individuo no puede trabajar por más de 5 días pero menos de 30, y leve es el resto de tipo de lesiones menores ([Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2018](#)).

⁷Las leyes tolerancia cero se han aplicado en distintos países y consisten en disminuir la concentración de alcohol legalmente permitida para conducir vehículos motorizados.

te permitida a 0,8 g/l tenga un efecto significativo en el número de muertes, ni en el número de accidentes de tránsito asociados al consumo de alcohol.

Lo anterior incentiva a las autoridades gubernamentales de los países a endurecer las penas para este tipo de delito. En este sentido, se ha propuesto que las leyes se diseñen de tal manera que la pena que reciban los conductores ebrios sea igual al valor del riesgo que éstos mismos imponen sobre otras personas (Kenkel, 1993). Conducir en estado de ebriedad tiene como riesgo el provocar la muerte o lesiones gravísimas a terceros, por lo que aplicar penas más duras sería lo justo para ellos, entre éstas, la pena de cárcel.

Si bien hay países que sólo recientemente han implementado la pena de cárcel, como lo es Chile, hay otros que en la década de 1980 ya la aplicaban. He podido encontrar trabajos empíricos que apoyan su práctica, sin embargo no es claro la duración de su efecto en el tiempo. Nichols y Ross (1991) demuestran que las penas severas, tales como la cárcel, tienen resultados disuasorios en el corto plazo debido al miedo del público a la sanción impuesta. Pareciera ser que en el largo plazo son más importantes los componentes educacionales e informacionales, los que pueden generar un cambio de creencias en la sociedad, como por ejemplo, que el conducir con alcohol se vea como algo negativo. Kenkel (1993) muestra evidencia que conducir en estado de ebriedad puede ser disuadido con cárcel obligatoria para aquellos conductores que incumplen la ley por primera vez. Se encuentra que esta medida disminuye la conducción en estado de ebriedad en un 20 %, sin embargo la duración del efecto no es clara.

Entre estudios recientes, destaca el de Hansen (2015), quien hace un análisis usando el método de Regresión Discontinua para las pruebas de alcoholemia en el Estado de Washington. Obtiene como resultado que las penas mayores, entre ellas la cárcel efectiva, logran disminuir la conducción con alcohol en el tiempo. Evidencian que el aumento de pena disminuye la reincidencia del crimen en un 17 % para los conductores que se encontraban bajo la influencia del alcohol. Adicionalmente, Chan, et al. (2017) utilizan un modelo de regresión de cuantiles, encontrando que en Estados Unidos el número de lesiones y muertes relacionadas con alcohol, cae fuertemente después del aumento del tiempo de cárcel efectiva.

Al contrario de lo anterior, hay trabajos que critican la implementación de la pena de cárcel y apoyan otro tipo de condenas. Por ejemplo, la suspensión de la licencia de conducir y multas monetarias, en conjunto con algún tipo de educación del conductor, parecieran ser más efectivas (Tashima y Peck, 1986). Destacan los países escandinavos, quienes fueron los primeros en endurecer las penas asociadas a este tipo de crimen. Ross y Klette (1995) concluyen que la pena de cárcel obligatoria en Noruega y Suecia no produjo ningún efecto significativo en los accidentes. En el Estado de Arizona en Estados Unidos, el aumento de la severidad del castigo para los conductores ebrios no tuvo un efecto disuasorio, ya que no se encontró una disminución en el número de conductores ebrios cuando la pena de cárcel obligatoria fue implementada (Ross, McCleary y Lafree, 1990).

Con respecto a la reincidencia en el crimen, Voas (1986) analiza distintos estudios empíricos

acerca del impacto de la pena de cárcel y concluye que hay poca evidencia de que la reincidencia disminuye en el tiempo. Entre los estudios más recientes, destaca el de [Bachmann \(2014\)](#) quien encuentra que en Texas, Estados Unidos, las tasas de reincidencia de aquellos conductores que van a la cárcel eran casi el doble que las de aquellos que fueron condenados a libertad condicional. [Lee y McCrary \(2009\)](#) estudian el efecto disuasorio de la pena de cárcel en jóvenes de 18 años de edad en Florida, Estados Unidos. Inferen que las elasticidades de disuasión respecto al largo de las sentencias, no es mayor que -0,13 para criminales jóvenes, no encontrando efecto significativo en el número de accidentes.

La mayoría de la literatura sobre esta materia se concentra en el estudio empírico de países desarrollados, con ingreso per cápita altos, como lo son Estados Unidos y los países escandinavos, entre otros. Sin embargo, hay poca evidencia para aquellos en vía de desarrollo con niveles de ingreso menores, tal como los países latinoamericanos. Este trabajo busca medir si efectivamente la pena de cárcel obligatoria de al menos un año tiene impacto en el número de accidentes vehiculares, utilizando el diseño de Regresión Discontinua, similar al utilizado por [Hansen \(2015\)](#), y [Otero y Rau \(2017\)](#). Éstos últimos investigan los efectos de corto plazo de la implementación de la Ley Tolerancia Cero, específicamente de la reducción del nivel de ingesta de alcohol permitido para la conducción desde 0,5 g/l a 0,3 g/l y un aumento en el periodo de suspensión de la licencia de conducir. Encuentran una disminución significativa de 32 % en el número de accidentes vehiculares relacionados con alcohol justo después de implementada la ley, pero luego de 3 años esta disminución es moderada (15 %). No encuentran efectos estadísticamente significativos en el número de muertes.

Lo presentado, muestra que los efectos de la pena de cárcel no son claros y su efectividad está sujeta a distintos factores. Primero, pareciera ser que su implementación complementada con alguna medida de educación es importante para evitar la reincidencia en el crimen. Segundo, la literatura revisada sugiere que la duración de sus efectos depende de cómo es implementada. Según la [WHO \(2015\)](#) una aplicación de forma dura y estricta de estas leyes mejora tanto su efectividad como su duración. La ley es más efectiva cuando va acompañada de campañas informativas, haciendo que los potenciales conductores ebrios sientan que es más probable que los atrapen. En los trabajos revisados, se menciona cómo el reforzamiento de la ley en el tiempo también es importante. Por ejemplo, algunos países escandinavos actualmente han reforzado métodos como los “checkpoints” de sobriedad controlados por la policía, los cuales parecieran tener un gran impacto en disminuir la conducción en estado de ebriedad ([Killoran et al, 2010](#)), ([Tippets, 2005](#)).

Por lo tanto, para que la Ley Emilia en Chile sea efectiva, pareciera ser que es crucial que sea reforzada en el tiempo y que esté acompañada con algún componente educacional, de manera que el crimen de conducir en presencia de alcohol disminuya en el largo plazo. El resto de esta tesis tratará de evaluar su efectividad tal como fue implementada.

3. Contexto sobre la conducción y alcohol en Chile

A continuación, para poder entender mejor el impacto potencial de la Ley Emilia, se contextualiza el rol del alcohol en accidentes vehiculares en Chile.

Los accidentes de tránsito tienen gran costo económico y humano asociado para los países, y Chile no es la excepción. El año 2015 el costo de este tipo de incidentes para el país fue de 4,9 billones de dólares equivalente al 2,5 % del PIB del país, con una tasa de muertes por accidentes de tránsito de 12,4 % per 100 mil personas⁸ el mismo año (WHO, 2018). Todo esto explica en gran medida la preocupación que tienen las autoridades para minimizar su magnitud.

A partir del año 2011, Naciones Unidas⁹ crean una campaña para mejorar la seguridad vial a nivel global, lo que incentiva a Chile a crear el programa «Manéjate por la Vida», el cual propone disminuir el número de muertes a causa de accidentes vehiculares para el 2014. Un año más tarde, en marzo de 2012, se aplica la Ley Tolerancia Cero. Ésta disminuye el nivel de alcoholemia legal para conducir, medido en grados de alcohol por litro de sangre. Se reduce desde 1 g/l a 0,8 g/l en caso de ebriedad y de 0,5 g/l a 0,3 g/l en caso de estado de influencia bajo el alcohol. También aumentó el tiempo de suspensión de la licencia del conductor. (Conaset, 2018).

Posteriormente, el 16 de septiembre se promulga la ley n° 20.770, más conocida como Ley Emilia. Ésta modifica la ley el tránsito, en lo que se refiere al delito de manejo en estado de ebriedad. Sanciona con cárcel efectiva de al menos un año a los conductores en estado de ebriedad que generen lesiones graves, gravísimas o la muerte. Además, con esta reforma se establece como delito fugarse del lugar del accidente y negarse a realizar el alcotest o la alcoholemia. (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2014). La Tabla 1 muestra un resumen de las penas que establece esta ley, las cuales dependen de si el conductor está en estado de ebriedad o bajo la influencia del alcohol, y también del tipo de lesiones causadas.

La Ley Emilia surge de una iniciativa ciudadana cuando el 21 de enero de 2013, la menor Emilia Silva de nueve meses de edad, muere luego de que un conductor con 1,9 g/l de alcoholemia impactara el auto de sus padres, generando gran revuelo mediático y social. Posteriormente, se crea la Fundación Emilia la cual acompaña a víctimas de este tipo de accidentes y desarrolla campañas de sensibilización sobre este tipo de crimen. Para entender mejor el desarrollo de la ley, en la Tabla 2 presento los hechos relacionados más importantes.

Adicionalmente, obtuve el número mensual de búsquedas en internet de la ley utilizando la herramienta «Google trends», lo que refleja la tendencia del impacto en los medios de la Ley Emilia. Esta tendencia se puede apreciar en la Figura 1 la cual es relativamente plana hasta el mes en que la ley fue implementada, marcado con la línea roja vertical. Luego, distingo dos picos menores en junio y septiembre de 2015. El primero coincide con la condena al primer imputado

⁸Para ver en detalle las muertes relacionadas con alcohol por año respecto del total de muertes a causa de accidentes de tránsito, recomiendo revisar el Apéndice A.2..

⁹Para ver la posición relativa de Chile respecto al resto del mundo en materia de seguridad vial recomiendo revisar el Apéndice B.

bajo esta nueva ley realizada en la ciudad de Viña del Mar y también con el choque del futbolista Arturo Vidal, quien se encontraba en estado de ebriedad al momento del incidente, en el contexto de Copa América. El segundo coincide con las primeras Fiestas Patrias posterior a la implementación de la ley.

Es importante destacar que al momento de evaluar cuáles son los efectos de la pena de cárcel en los conductores con alcohol, hay que ser cuidadoso en el tiempo de cárcel efectiva que tuvo el condenado. Por ejemplo, [Guenzburger y Atkinson \(2014\)](#) aprecian que en algunas zonas de California, el tiempo de cárcel efectiva es menor a la del veredicto original. En Chile, ha ocurrido algo parecido, pues en mayo de 2015 el Tribunal Constitucional acogió 21 de 24 peticiones de imputados por Ley Emilia ([Olivares, 2017](#)), quienes exigían que no se les aplicaran las sanciones correspondiente a esta ley. Se alega que es inconstitucional, pues condena con el mismo tiempo de cárcel que otros crímenes más graves.

4. Marco Conceptual

4.1. Mecanismos por los que opera la ley

Las leyes que regulan la conducción en presencia de alcohol tienen como objetivo disminuir el número de accidentes vehiculares, lo que se logra mediante dos mecanismos. El primero es que disuade al individuo de conducir en caso de que haya bebido alcohol, para evitar ser atrapado y reciba un castigo por cometer el crimen. El segundo es que el individuo decide disminuir la cantidad de consumo de alcohol, pero no necesariamente dejar de conducir¹⁰.

4.1.1. Efecto disuasorio en la conducción con alcohol

El primer canal por el que puede operar la Ley Emilia es a través de disminuir la probabilidad de que el individuo elija beber alcohol y conducir simultáneamente, es decir, tiene un efecto disuasorio.

Uno de los economistas pioneros en la investigación de la Teoría de la Disuasión del Castigo¹¹ fue [Becker \(1968\)](#), quien plantea un modelo económico donde los individuos racionales toman decisiones en base a la probabilidad de recibir el castigo y la severidad del mismo, teniendo en cuenta la preferencia por riesgo del individuo. Un aumento de la certidumbre y/o de la severidad del castigo, disminuye la utilidad esperada de cometer el delito para el victimario. Al aplicar el castigo, pueden ocurrir 3 efectos. Primero, el efecto de disuasión ocurre cuando el castigo desalienta al victimario a cometer el crimen antes de intentarlo. Segundo, el efecto de rehabilitación acontece cuando la motivación del victimario cambia debido a su experiencia del castigo, y no a través de su

¹⁰Trabajos como el de [Carpenter, \(2004\)](#); [Carpenter y Harris, \(2005\)](#) demuestran que estas leyes tienen efecto en el consumo de alcohol.

¹¹En inglés es conocida como «Deterrence Theory of Punishment».

miedo de ser sancionado de nuevo. Por último, también puede haber un efecto de incapacitación donde se imposibilita al victimario volver a realizar la ofensa o crimen en el futuro (Ross y Nichols, 1991).

En este contexto, la pena de cárcel o algún tipo de encarcelamiento tiene tanto un efecto disuasorio en el criminal a volver a realizar el crimen, como un efecto prohibitivo pues simplemente el victimario no puede realizarlo durante su tiempo de encarcelamiento. Podría haber un efecto de rehabilitación, sin embargo la mayoría de las veces éste va acompañado con algún tipo de programa de educación o rehabilitación del condenado, lo que Ley Emilia no incluye.

Apoyando la Teoría de la Disuasión, Benson y Rasmussen (1999) argumentan que una manera efectiva de disminuir la conducción de vehículos en estado de ebriedad es aumentar la probabilidad de ser arrestado por la policía e imponer un castigo severo. En algunos países, y también en Chile a partir del año 2014 con la Ley Emilia, se ha implementado la pena de cárcel para desincentivar la conducción en presencia de alcohol. Si bien están presentes tanto el efecto de disuasión como el de incapacitación, para este trabajo me concentro solo en el primero, pues una vez que el condenado sale de prisión puede volver a cometer el crimen, ya que la penas de cárcel impuestas por la Ley Emilia son relativamente cortas.

Hansen (2013) argumenta que aumentar el castigo marginal mientras mayor es el nivel de alcoholemia del conductor, provocaría que éste internalice los costos externos de conducir en estado de ebriedad. Especialmente para aquellos conductores con niveles de alcoholemias altísimos donde los costos externos son mayores, pues es más probable que hayan lesiones gravísimas o resultado de muerte. Sin embargo, lo anterior no es obvio pues no siempre hay un efecto de disuasión para todos los individuos. Por ejemplo, Bouffard et al., (2017) demuestran que en este tipo de crimen no siempre hay efecto disuasorio a mayores condenas. En su trabajo obtuvieron un efecto castigo positivo, es decir, a mayor sanción implementada anteriormente, mayor es la intención de manejar con alcohol para algunos percentiles de la distribución de las alcoholemias.

4.1.2. Disminución en el consumo de alcohol

El segundo mecanismo por el que este tipo de leyes puede operar es mediante la disminución en el consumo de alcohol, es decir, el individuo en vez de optar por no manejar habiendo consumido alcohol, decide beber en menor cantidad.

La Ley Emilia, además de establecer una pena de cárcel efectiva de al menos un año para los conductores ebrios que provoquen lesiones gravísimas o la muerte, también define como delito escapar de la escena del crimen y negarse a realizar el alcotest o alcoholemia. Por lo tanto, con su implementación aumenta el costo de conducir con alcohol, pues es más probable que Carabineros de Chile fiscalice para que la nueva ley se cumpla.

El impacto de este tipo de leyes sobre el consumo de alcohol es ambiguo, ya que hay dos efectos que tienen signos contrarios. Primero, el individuo que bebe alcohol y decide no conducir puede aumentar su consumo de alcohol, dado que no tiene que enfrentar el riesgo de ser arrestado.

Segundo, el individuo puede optar por disminuir su consumo de alcohol debido a la nueva ley, pero aún conducir. Este punto es interesante, pues hace necesario el análisis según el tipo de conductor y su preferencia por el consumo de alcohol. Esto lo analizo con las pruebas de alcoholemia según el sexo, edad y nivel de alcohol de cada individuo.

4.2. Algunas predicciones esperadas

A partir del modelo económico de Responsabilidad Civil¹², puedo argumentar que las autoridades deben calcular el castigo por daños óptimo, a fin de lograr un efecto disuasorio eficiente en el victimario.

Aplicando este modelo al crimen de conducción con alcohol, puedo inferir que la pena de cárcel es efectiva en disuadir al conductor, siempre y cuando la responsabilidad esperada del conductor sea igual a los daños esperados de la víctima. También demuestra que mientras mayor sea la probabilidad de castigo para el conductor, la cual es denominada en el modelo por α , mayor será el nivel de precaución, es decir, no saldrá a manejar en presencia de alcohol. El modelo indica que en la práctica esta pena será efectiva siempre que se cumplan las condiciones anteriores y que el conductor vea probable que lo fiscalicen.

Anticipo pues que la pena de cárcel implementada en Chile el 2014 tiene un efecto disuasorio, sin embargo su efectividad dependerá de qué tan alta es la probabilidad de ocurrencia del castigo, es decir, de que el conductor borracho efectivamente sea controlado y reciba la pena de cárcel efectiva.

5. Datos y Estadística Descriptiva

A continuación, presento los datos que uso en esta investigación, en conjunto con estadística descriptiva acerca de todos los accidentes vehiculares, con sus respectivas lesiones y muertes.

5.1. Datos

El principal objetivo de este trabajo es medir el impacto de la Ley Emilia en el número de accidentes de tránsito relacionados con alcohol, por lo que necesito obtener datos sobre dichos accidentes. Desde la Oficina SIAT de Carabineros de Chile conseguí los datos sobre todos los accidentes vehiculares ocurridos en Chile entre el 1 de enero de 2009 y el 31 de marzo de 2018, con sus respectivas causas, tipo de lesiones¹³ y número de fallecidos. También incluyen la fecha, hora, región, tipo de calzada y condición climática al momento del accidente para un total de 1.398.188 accidentes.

¹²Para comprender el modelo propuesto recomiendo revisar el Apéndice C.

¹³Se define como lesión grave cuando el individuo no puede trabajar durante 30 días después del accidente. Lesión media cuando el individuo no puede trabajar por más de 5 días pero menos de 30, y leve es el resto de tipo de lesiones menores (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2018).

Toda esta información es recopilada por el oficial de Carabineros que va presencialmente al lugar del incidente¹⁴. Agrego los datos a nivel de mes y región, teniendo un total de 111 meses y 15 regiones.

Hice un «match» entre esta base y una que incluye un panel de las personas involucradas en accidentes vehiculares, incluyendo la calidad del individuo como pasajero, conductor o peatón, sexo y edad. Uní ambas bases, a través del ID de accidente, el cuál es único para cada accidente, por lo que se puede hacer un «match» entre la información del accidente mismo y la información de las personas involucradas.

Por otro lado, para que sea creíble que el impacto en el número de accidentes con alcohol proviene solamente de la Ley Emilia, busco controles que podrían estar relacionados con ellos. Opté por usar como variable de control los controles policiales ya que es una «proxy» al reforzamiento de la ley en el tiempo. Cuento con todos los controles vehiculares mensuales realizados por la Oficina de Análisis Criminal de Carabineros de Chile, separados por fecha, región y comuna. También cuento con el número mensual de conductores controlados que estaban bajo la influencia del alcohol o en estado de ebriedad. Considera un total de 68.755.706 controles policiales a nivel nacional entre 2009 y 2018, de los cuales en 49.131 el conductor estaba bajo la influencia del alcohol y en 243.124 estaba ebrio.

Otro control que utilizo son las ventas de bencina, las cuales son usadas como «proxy» para controlar el flujo total de vehículos en el período de estudio. Puntualmente uso las ventas mensuales de combustible líquido de 93, 95 y 97 octanos a nivel regional, obtenidas del Ministerio de Transporte.

Adicionalmente, para evaluar el impacto de la nueva ley en el consumo de alcohol, tengo las pruebas de alcoholemia realizadas entre 2009 y 2018 en la Región Metropolitana, las que suman un total de 358.460. Éstas fueron obtenidas del SML (Servicio Médico Legal).

A modo de comprobar mis estimaciones, como fuente independiente de las anteriores, tengo la cantidad de personas ingresadas en salas de urgencia de hospitales y otros centros de salud a causa de accidentes vehiculares. Esto fue obtenido del DEIS (Departamento de Estadísticas e Información de Salud) del Ministerio de Salud. Adicionalmente, para complementar tengo datos macroeconómicos, tales como la tasa de desempleo mensual y el PIB per cápita¹⁵.

¹⁴Rizzi y Fariña (2013) critican cómo el carabinero al momento del accidente, lo clasifican según su causa. Sin embargo, tendré como supuesto que esta información es válida y bien clasificada.

¹⁵ Ying (2013) encuentra que en áreas con bajas tasas de muertes relacionadas con el alcohol, los factores demográficos tales como el ingreso, desempleo, edad del conductor, y densidad poblacional tienen efecto significativo en las muertes causadas por estos accidentes, sin embargo en aquellas áreas con tasas altas de accidentes relacionados con el alcohol, solo son importantes el ingreso y la densidad poblacional.

5.2. Estadística Descriptiva

La Tabla 3 presenta un resumen del número de accidentes vehiculares, lesiones totales, lesiones graves y número de muertes a nivel nacional para el período de estudio. Separo entre aquellos accidentes donde el conductor se encuentra bajo la influencia del alcohol o en estado de ebriedad, y aquellos accidentes con otras causas¹⁶. Un 7 % de todos los accidentes de tránsito y un 9,7 % de las muertes a causa de éstos ocurridos entre el 2009 y 2018, estuvieron relacionados con alcohol. Adicionalmente, el Apéndice A.2. muestra el desglose por año reflejando que el número de accidentes vehiculares totales ha aumentado en el tiempo, a excepción del año 2012, lo que va de la mano con el aumento de vehículos motorizados en Chile¹⁷.

Para esta investigación trabajo con datos mensualizados y por región, lo que muestro en la Tabla 4. En promedio, hay un total de 59 accidentes relacionados con alcohol y 3,2 muertes mensuales en una región dada.

En el último estudio realizado por Fundación Emilia (2018) se argumenta que la ley ha tenido efecto en disminuir el número de muertes a causa de accidentes con alcohol. Si bien el 2014 este número disminuyó respecto del año anterior¹⁸, es precipitado afirmar que esto se debe exclusivamente a la Ley Emilia, pues para este tipo de análisis se deben analizar los cambios en la proporción de accidentes, lesiones y muertes relacionados con alcohol respecto de aquellas variables totales, y no solo los cambios en los niveles de éstas.

Para analizar esto en detalle, la Tabla 5 muestra el nivel de las variables por consumo de alcohol y no alcohol, antes y después de la implementación de la Ley Emilia durante septiembre de 2014, a nivel regional y mensual. El Panel A muestra el nivel de aquellas variables en caso de que el conductor tiene alcoholemia positiva, el Panel B lo mismo pero cuando no hay alcohol y el Panel C muestra los ratios de las variables de «outcome».

Realizo «tests-t» para analizar la significancia de los cambios de las variables en el tiempo, reflejados en la columna (3). El Panel A muestra que hay un aumento 16,2 accidentes mensuales a nivel regional, posterior a la implementación de la ley, con un 1 % de significancia. También hay una disminución de 1,08 % muertes mensuales significativa al 5 %, lo que concuerda con lo dicho por Fundación Emilia. Sin embargo, como he argumentado, la estimación más válida es la que muestra el Panel C, donde todas las variables dependientes relacionadas con el alcohol disminuyen una vez implementada la ley, pero esta disminución no es significativa. Esto sugiere que no hay evidencia clara de que la Ley Emilia cambió el número de accidentes, ni lesiones, ni muertes significativamente.

Con respecto a las variables usadas como controles, la Tabla 6 muestra un promedio a nivel

¹⁶Para revisar el desglose del tipo de causa que tienen estos accidentes, se puede ver el Apéndice A.1..

¹⁷En Chile, entre 2000 y 2015 ha habido un aumento de 124 % en el número de vehículos y de 515 % en el número de motos en circulación. Por otro lado, el número de accidentes de tránsito ha disminuido en todos los países con datos validados por instituciones oficiales de cada país, excepto en EE.UU., Chile y Suecia (OECD, 2017).

¹⁸Para ver los niveles y cambios porcentuales por año, recomiendo ver el Apéndice A.2.. El año 2014 hubieron 493 muertes relacionadas con alcohol, disminuyendo un 0,2 % respecto al año anterior. Sin embargo, este número aumenta en 1,1 % el 2015.

mes-región y cómo es su evolución en el tiempo. En la columna (4) se puede apreciar que los controles vehiculares aumentan en promedio en 2308 mensualmente posterior a la ley, sin significancia estadística. Las ventas de combustible líquido también aumentan en promedio 3464 metros cúbicos (m^3) con un 5 % de significancia.

6. Metodología

En la presente sección explico la estrategia de identificación y la metodología que utilizo para realizar las estimaciones.

En primer lugar, implemento el Diseño de Regresión Discontinua «RDD», donde aprovecho la discontinuidad inherente a la fecha en la que entra en vigencia la Ley Emilia, el 16 de septiembre de 2014. Con este método analizo el efecto de corto plazo, comparando las variables justo antes y justo después del shock, con todo lo demás constante.

Para los efectos del mediano plazo, utilizo una regresión Poisson generalizada y modelos log-lineales¹⁹. Por último, para evaluar el efecto de la ley en el consumo de alcohol, empleo modelos generalizados lineales y regresiones de cuantiles.

6.1. Diseño de Regresión Discontinua

Para medir los efectos de corto plazo, empleo un «Sharp Design» de Regresión Discontinua, usando como «running variable» el tiempo²⁰. Bajo algunos supuestos²¹ podré obtener el efecto causal de la Ley Emilia en el número de accidentes, lesiones y muertes relacionados con alcohol.

Se presenta el siguiente modelo:

$$y_t = \alpha + \beta policia_{t-1} + \gamma combustible_t + \delta post_t + g(t) + \epsilon_t \quad (1)$$

donde y_t es el número de accidentes vehiculares en los cuales el conductor está en presencia de alcohol en el periodo t , α es una constante, $policia_{t-1}$ es el número de controles policiales realizados en el período anterior, $combustible_t$ son las ventas de gasolina en el período t y $post_t$ es una «dummy» que toma el valor de 1 si se está en el periodo t posterior a la implementación de la ley, y 0 en caso contrario. Por último $g(t)$ es una función suave del tiempo no necesariamente lineal.

Adicionalmente, como variable dependiente utilizo el número de lesionados y número de muertes a causa de accidentes de tránsito relacionados con alcohol. También en mis estimaciones incluyo

¹⁹Este trabajo se basa en el método econométrico utilizado por Otero y Rau (2017).

²⁰El método de Regresión Discontinua con el tiempo como «running variable» es utilizado para evaluar políticas de salud y transporte, tal como lo hicieron Gallego, Montero y Salas (2013) en su trabajo.

²¹Para usar RD se tiene que cumplir que el tratamiento es una función perfecta y discontinua de algún tipo de «score», y la asignación al tratamiento es aleatoria en el vecindario de la discontinuidad. Para que este método sea válido, no puede existir anticipación por parte de los agentes antes de que la ley sea implementada, tal como encuentran Lee y Lemieux (2010).

variables «dummies» para feriados nacionales, días de fin de semana y para la ley Tolerancia Cero aplicada el 2014. En el RD trabajo semanalmente para ver el efecto inmediato de la ley.

El parámetro que evalúa la política en este modelo es δ , es decir, corresponde al efecto causal de la Ley Emilia. Aplicando esperanza condicional a ambos lados de la ecuación 1, llego a la siguiente expresión:

$$\delta = \lim_{x \rightarrow x_0^+} E(y_t | x_i = x) - \lim_{x \rightarrow x_0^-} E(y_t | x_i = x) \quad (2)$$

Uso el ancho de banda²² propuesto por Calonico et al. (2014), y con respecto a la ponderación de observaciones utilizo un Kernel triangular. El supuesto de identificación se cumple para fechas cercanas al 16 de septiembre de 2014. Si me alejo mucho, el supuesto no es creíble, por lo que estudio los efectos de corto plazo.

El uso del método de Regresión Discontinua limita mi análisis, pues solo permite analizar los resultados justo antes y justo después de la implementación de la ley. Para evaluar una política pública hay que analizar los efectos de mediano y largo plazo, lo cual puedo hacer en este caso con un modelo de conteo que sigue una distribución Poisson, tal como se ve a continuación.

6.2. Regresión Poisson generalizada (Binomial Negativa)

La sección anterior muestra un impacto inmediato de la Ley Emilia, pero es posible que éste se pierda en el tiempo. El diseño de Regresión Discontinua no puede estimar eso por lo que empleo otra metodología.

Para ver cómo es la tendencia del impacto de la ley, uso una regresión Poisson generalizada, más conocida como regresión Binomial Negativa²³. La ventaja de este modelo es que los accidentes los puedo contar y además sólo son números enteros positivos.

Supongo que la cantidad de accidentes y_{it} en una región i en el tiempo t distribuye como una Poisson con parámetro $e^{\beta x_{it} + \delta Post_t + \epsilon_{it}}$ donde x_{it} es un vector fila que contiene las variables explicativas del modelo y $Post_t$ es el identificador del tratamiento, es decir, es una «dummy» que toma el valor de 1 si la Ley Emilia está en vigencia en el período t , y 0 en caso contrario. Estimo los parámetros β y δ . El término del error ϵ_{it} cumple con lo siguiente: $e^{\epsilon_{it}} \sim Gamma(1/\theta, \theta)$. En primer lugar, obtengo la esperanza condicional de los accidentes:

$$E(y_{it} | x_{it}) = e^{\beta x_{it} + \delta Post_t} = \omega_{it} \quad (3)$$

²²En el método Regresión Discontinua hay que elegir el ancho de banda y la ponderación de las observaciones. Al seleccionar el primero, existe un «trade-off» entre el sesgo y la varianza de los estimadores, pues al aumentar el ancho de banda, se agregan observaciones más lejanas a la discontinuidad, aumentando la probabilidad de que el error del modelo covarie con otras variables no observables. Esto provoca sesgo, pero una disminución en los errores estándares.

²³Recomiendo revisar el trabajo de Fridstrøm (2015), donde el recuento de accidentes tiene una distribución Poisson generalizada.

En segundo lugar, obtengo la varianza condicional de los accidentes

$$Var(y_{it}|x_{it}) = \omega_{it}(1 + \theta\omega_{it}) \quad (4)$$

donde el parámetro θ mide la sobredispersión. Hay que recordar que en el modelo Poisson simple, la media es igual a la varianza. Sin embargo, en el modelo Binomial Negativo, el cual es una extensión del Poisson, permite que ambas difieran a través del parámetro θ , haciendo que el modelo sea más flexible. A mayor dispersión, la media se mantiene y hay mayor varianza.

Utilizo entonces el siguiente modelo Poisson generalizado:

$$E(y_{it}|x_{it}, post_t) = \omega_{it} = \exp[\alpha_i + \beta policia_{it-1} + \gamma combustible_{it} + \delta post_t + \eta tendencia_t] \quad (5)$$

donde x_{it} es un vector fila que incluye todas las variables excepto $post_t$ de la región i en el mes t , desde enero 2009 a marzo 2018. El parámetro α_i es un efecto fijo regional y $tendencia_t$ es una tendencia lineal.

El «efecto tratamiento» de la Ley Emilia en el número de accidentes es:

$$E(y_{it}|x_{it}, Post_t = 1) - E(y_{it}|x_{it}, Post_t = 0) = e^{\alpha_i + \beta policia_{it-1} + \gamma combustible_{it} + \eta tendencia_t} (e^\delta - 1) \quad (6)$$

donde $(e^\delta - 1)$ es el cambio porcentual en la variable esperada.

Para evaluar la dinámica de los efectos, agrego un término de interacción a la Ecuación 5:

$$E(y_{it}|x_{it}, Post_t) = e^{\alpha_i + \beta policia_{it-1} + \gamma combustible_{it} + \delta post_t + \eta tendencia_t + \lambda post_t tendencia_t} \quad (7)$$

esto hace que el modelo sea más flexible y me permite evaluar si hay algún efecto rebote después de la disminución inicial de los accidentes. Centro la tendencia tal que $tendencia_t = t - t_0$, donde t_0 es el momento en que la Ley Emilia entra en vigencia, es decir, el 16 de septiembre de 2014. Ahora el cambio porcentual de accidentes t' meses después de la implementación de la ley es $(e^{\delta + \lambda t'} - 1)$.

6.3. Regresiones log-lineales

Para complementar la regresión Poisson anterior, también utilizo una regresión log-lineal para medir los efectos de la ley en el mediano plazo. Aplico logaritmo al ratio de accidentes relacionados con alcohol respecto al total de accidentes en la región i en el periodo t .

La ventaja de usar este modelo, es que implícitamente estoy usando una variable dependiente binaria que toma el valor de 1 si hubo accidente con alcohol y 0 en caso contrario, haciendo que ésta sea más fácil de interpretar.

Se presenta el siguiente modelo:

$$\ln\left(\frac{s_{it}}{1-s_{it}}\right) = \alpha_i + \beta policia_{it-1} + \gamma combustible_{it} + \delta Post_t + \eta tendencia_t + \lambda Post_t * tendencia_t + \epsilon_{it} \quad (8)$$

donde s_{it} es la proporción de accidentes relacionados con alcohol respecto al total de accidentes, en la región i en el periodo t . En otras palabras, es la probabilidad de que el accidente involucre alcohol.

α_i es un efecto fijo mensual, $policia_{it-1}$ son los controles policiales realizados el mes anterior, $combustible_{it}$ son las ventas de bencina mensuales en la región i , $Post_t$ es una «dummy» que toma el valor de 1 si Ley Emilia está implementada y 0 en caso contrario, $tendencia_t$ es una tendencia lineal y $Post_t * tendencia_t$ es un efecto interacción.

Ahora la interpretación es distinta a la que tenía usando el modelo Poisson anterior, pues δ es el efecto de la ley en el logaritmo del ratio entre los accidentes con alcohol y los accidentes totales. En otras palabras, $(e^\delta - 1)$ es el cambio porcentual de este ratio cuando se pasa de $Post_t = 0$ a $Post_t = 1$.

6.4. Análisis de pruebas de alcoholemia

En las secciones 6.1., 6.2. y 6.3. propongo metodologías para evaluar el efecto de la ley en los accidentes relacionados con alcohol. En caso de encontrar que éstos disminuyeron, entonces no es claro si lo anterior ocurre porque los individuos deciden conducir menos una vez que han bebido, o porque han disminuido su dispendio de alcohol.

A continuación analizo el efecto de la Ley Emilia en el consumo de alcohol, usando los datos de las alcoholemias realizadas en la Región Metropolitana. Aprovecho la riqueza del micro-dato de las pruebas, donde se especifican características del individuo tales como el sexo, edad y cuántos grados de alcohol presenta al momento del accidente²⁴.

6.4.1. Regresión Discontinua para alcoholemias

En primer lugar, aplico el diseño de Regresión Discontinua usando como variable dependiente el número de pruebas de alcoholemias realizadas en la Región Metropolitana. Estimo para distintos niveles de concentración de alcohol, separando cuando la alcoholemia tiene valor de 0 g/l, entre 0 g/l y 0.3 g/l, cuando el individuo está bajo la influencia del alcohol entre 0.3 g/l y 0.8 g/l, en estado de ebriedad entre 0.8 g/l y 3 g/l, y por último para niveles extremos de concentración

²⁴Abdel-Aty y Abdelwahab (2000) encuentran que hay relación significativa entre las características del conductor y su involucramiento en accidentes relacionados con alcohol y drogas. Por ejemplo, los hombres blancos tienden a cometer más este tipo de crimen. También las personas entre 25-34 tienen mayor tasa de accidentes relacionados con alcohol y drogas. Las tasa disminuye a medida que aumenta la edad del conductor.

superiores a 3 g/l.

Al tener el dato individual de cada alcoholemia, lo que hago es colapsar, para tener datos semanales y poder imitar lo que he hecho antes con el número de accidentes con alcohol. Como he mencionado, la ventaja de esta metodología es que muestra gráficamente saltos en el borde de la discontinuidad, que sigue siendo el 16 de septiembre de 2014, fecha en la que Ley Emilia es aplicada.

6.4.2. Regresiones MCO para alcoholemias

Para medir si la Ley Emilia opera a través de la disminución en el consumo de alcohol por parte de los conductores, según lo visto en la sección 4, uso modelos lineales simples.

Tengo el siguiente modelo, con ALC_{it} es la concentración de alcohol en la sangre en la prueba de alcoholemia i en el mes t :

$$ALC_{it} = \alpha + \mu_i + \beta Post_t + \gamma hombre_i + \delta Post_t * hombre_i + \epsilon_t \quad (9)$$

donde α es una constante, μ es un efecto fijo mes del año, $Post_t$ es una «dummy» que toma el valor de 1 si la Ley Emilia está vigente y 0 en caso contrario, $hombre_i$ es una «dummy» que toma el valor de 1 si la alcoholemia corresponde a un hombre y 0 en caso contrario, δ mide el efecto interacción y ϵ_t es un residuo Gaussiano²⁵.

6.4.3. Regresión de cuantiles

Por último, para medir si hay diferentes respuestas en los distintos cuantiles²⁶ de la distribución de las alcoholemias, estimo una regresión para el cuantil τ de la forma:

$$Q_{ALC_{it}}(\tau|x_{it}) = \alpha(\tau) + \mu_i + \beta(\tau)Post_t + \gamma(\tau)hombre_i + \delta(\tau)post_t * hombre_i \quad (10)$$

7. Resultados

En esta sección presento los resultados de las regresiones propuestas en la sección anterior. La Tabla 7 presenta la estimación por Regresión Discontinua, en conjunto con las Tablas 8 y 9 que presentan pruebas de la validez de mis estimaciones. Por otro lado, las Tablas 10 y 11 muestran los resultados de las estimaciones del modelo Poisson generalizado y modelos log-lineales respectivamente, para el análisis del mediano plazo.

²⁵Cuando el residuo es Gaussiano, cumple con las siguientes propiedades: $E(\epsilon_i|x_i) = 0$, $Var(\epsilon_i|x_i) = \sigma^2$ y $Cov(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0 \forall i \neq j$.

²⁶Koenker y Bassett (1978) en su trabajo proponen un modelo de regresión de cuantiles donde los estimadores tienen una eficiencia comparable a los mínimos cuadrados para Modelos lineales gaussianos y superan al estimador de mínimos cuadrados sobre una amplia clase de distribuciones de error no gaussianas.

Con respecto al análisis de las alcoholemias, la Tabla 13 muestra la estimación por Regresión Discontinua, la Tabla 14 la estimación de los modelos lineales propuestos y para complementar la Tabla 15 presenta las estimaciones de la regresión de cuantiles.

7.1. Diseño de Regresión Discontinua

A continuación discuto lo obtenido mediante el método de Regresión Discontinua. Uso como base el trabajo de Calonico et al. (2015) donde se usan modelos paramétricos para graficar $g(t)$ y Regresiones Locales Lineales «LLR» para estimar los resultados.

La idea del diseño de Regresión Discontinua es estudiar los efectos del tratamiento utilizando solo observaciones cerca del punto de corte para controlar covariables no observados que varían suavemente en el tiempo (Calonico et al., 2014). En este sentido, es importante destacar que los gráficos de RD, son un dibujo ilustrativo y lo importante es ver gráficamente el «salto» de la discontinuidad. Como afirman Calonico, Cattaneo y Titiunik (2015) este método busca suavizar los datos gráficamente, pero no es necesario que incorpore todas las observaciones de la muestra.

A continuación describo gráficos RD para los accidentes vehiculares, lesiones según su gravedad y muertes usando un polinomio cúbico para $g(t)$, trabajando con semanas. Los gráficos del lado izquierdo de las Figuras muestran las variables que están relacionadas con el alcohol. Cada punto representa el número de accidentes, lesiones o muertes según corresponda, en una semana dada.

La Figura 2 muestra una disminución no significativa del número de accidentes vehiculares semanales relacionados con alcohol. Sin embargo, para aquellos accidentes que no están relacionados con alcohol hay un aumento no significativo. Este aumento se podría deber a otras razones, tales como un cambio en cómo Carabineros de Chile categoriza²⁷ las causas de los accidentes después de implementada la Ley Emilia.

Las Figuras 3, 4, 5 y 6 se refieren a las lesiones provocadas por accidentes vehiculares, distinguiendo entre lesiones graves, medias y leves. Se puede ver una disminución en todo tipo de lesiones relacionadas con alcohol, sin embargo, un aumento para todas aquellas no relacionadas con alcohol.

Por otro lado, la Figura 7 muestra un gráfico de RD para las muertes provocadas por accidentes vehiculares. Se aprecia una disminución mínima en el número de muertes relacionadas con alcohol, y un aumento en las sin alcohol.

La Tabla 7 muestra estimaciones punto de Regresión Discontinua usando Regresiones Lineales Locales y el ancho de banda óptimo propuesto por Calonico et al. (2014). Ésta indica una disminución para cada una de las variables relacionadas con alcohol. Sugiere una disminución de 54,7 lesiones totales semanales justo después de la implementación de la Ley Emilia (-17,3%), a un nivel de significancia de 10%. Dentro de éstas, están las lesiones graves, las cuales parecieran disminuir en 11,5 lesiones semanales (-22,4%) con una significancia del 5%. Todos estos resultados

²⁷Categorizar menos accidentes debido al consumo de alcohol y más a otro tipo de causas aumentaría el número de accidentes no relacionados con alcohol después de la ley.

inmediatamente después de que la ley entra en vigencia.

La misma tabla indica que todas las variables que no están relacionadas con alcohol aumentan posterior a la ley, a excepción de las lesiones medias. Las lesiones totales que son independientes del alcohol, aumentan en 571,3 lesiones semanales, con una significancia de 10 %.

7.2. Pruebas de validez del supuesto de identificación y comprobación de robustez

7.2.1. Prueba de validez del supuesto de identificación

En esta sección compruebo la validez de las variables usadas como controles en las regresiones. Si bien no puedo demostrar que los efectos encontrados son exclusivamente atribuibles a la Ley Emilia, al menos puedo evaluar si las variables que deberían influir en los accidentes de tránsito presentaron discontinuidades cuando la ley fue implementada.

La Figura 8 presenta gráficos de Regresión Discontinua para el número de controles policiales y las ventas de combustible, mostrando expectativas condicionales suaves para períodos cerca de la fecha de corte. Uso datos mensuales, polinomios cúbicos y la fecha de corte es septiembre de 2014, momento en que la Ley Emilia es implementada. Cada punto representa el número de controles policiales y ventas de combustible para un mes dado. Para comprobar las posibles discontinuidades, la Tabla 8 indica que si bien ambos controles aumentan mensualmente en promedio después de la nueva ley, estos aumentos no son estadísticamente significativos.

También es necesario analizar la existencia de un posible efecto anticipatorio. En caso de que los agentes anticiparan la implementación de la ley, entonces no se estaría cumpliendo el supuesto de identificación, debilitando el método «Sharp» de Regresión Discontinua.

Primero, desde el punto de vista de los conductores, podría ocurrir que si anticipan la implementación de la ley, entonces cambiarían su comportamiento antes de la fecha de corte. Me atrevo a decir que esto no ocurrió en la realidad, por dos razones. La primera es que, a diferencia de la Ley Tolerancia Cero, esta ley no tuvo gran diferencia de tiempo entre el día de anuncio y el día de su implementación. La segunda es que al ver la Figura 1 el primer «peak» notorio es en septiembre de 2014, implicando que a partir de este momento hay un interés ciudadano por la ley.

Segundo, desde el punto de vista de las autoridades judiciales, podría ocurrir que los jueces se anticipen, otorgando condenas a los conductores culpables de manejar con alcohol según define la nueva ley antes que ésta se implemente. En la práctica esto no ocurrió, pues el primer imputado por Ley Emilia tuvo lugar el 25 de junio de 2015 en Viña Del Mar, fecha posterior a la aplicación de la ley.

Finalmente, a modo de validar la identificación de mi modelo, hago un test de validez. Elijo al azar semanas anteriores a la implementación de la Ley Emilia, y obtengo cambios no significativos para el número de accidentes, lesionados y muertes. Sin embargo, encuentro que todas disminuyen estadísticamente con un 1 % de significancia en fechas cercanas a la implementación de la Ley

Tolerancia Cero en marzo de 2012.

7.2.2. Comprobación de robustez: admisiones en salas de urgencia

Mis estimaciones pueden ser inválidas en caso de que la policía haya cambiado cómo reporta los accidentes después de implementada la Ley Emilia. Como una prueba de robustez, uso los datos semanales de las admisiones en las salas de urgencias de todos los hospitales, clínicas e instituciones tanto privadas como públicas, por motivo de accidente vehicular. Esta información es obtenida del DEIS del Ministerio de Salud y abarca el período desde enero de 2009 a marzo de 2018. Esta fuente de información tiene la ventaja de ser independiente de Carabineros de Chile.

La Figura 9 muestra la evolución del número semanal de admisiones en salas de urgencia debido a accidentes de tránsito a lo largo de todo Chile. Utilizo como fecha de corte, la semana número 57 del año 2014, mes en el cual Ley Emilia es implementada. La Tabla 9 muestra una disminución de 216 admisiones semanales a lo largo de Chile inmediatamente después de implementada la ley, consistente con la Tabla 7.

7.3. Regresión Poisson generalizada (Binomial Negativa)

A continuación presento los resultados de la estimación de las regresiones Poisson generalizadas. Para esto construí un panel de datos mensuales para las 15 regiones de Chile y 111 meses, abarcando el período desde enero de 2009 hasta marzo de 2018. El tamaño de la muestra es de 1650 observaciones (15 x 110), dado que rezago el número de controles policiales en un período, de lo contrario habría colinealidad.

La Tabla 10 muestra los resultados de la estimación para los parámetros de las regresiones Poisson, donde incluyo efectos fijos mes del año y efectos fijos región. Ésta sugiere que todas las variables relacionadas con alcohol disminuyen en tiempo, lo que es consistente con lo obtenido con el método de Regresión Discontinua. Puntualmente, para las lesiones totales relacionadas con alcohol hay un efecto negativo de -0,199 estadísticamente significativo al 10 % para la «dummy» Post. Como expliqué en la sección 6, para ver el cambio en términos de cambios porcentuales, uso el parámetro $(e^\delta - 1)$. Es decir, este cambio es equivalente a una disminución de 18 % en las lesiones totales. También se sugiere que las lesiones medias disminuyen en 24,1 % con una significancia de 10 %.

Pese a lo anterior, la duración del efecto de la ley no es larga. La interacción entre $Post_t$ y *tendencia* hace que el modelo sea más flexible y me permite evaluar si hay algún efecto rebote después de la disminución inicial de los accidentes, lesiones y muertes.

La Tabla 10 indica que el efecto inicial disminuye en valor absoluto cada mes en 0,0143 accidentes, en 0,0131 lesiones totales y 0,0123 muertes relacionadas con alcohol. Por lo tanto, el efecto de la Ley Emilia se perdería en 5,6 meses para el número de accidentes, en 15,1 meses para las lesiones totales y en 27,4 para las muertes.

7.4. Regresiones log-lineales

Para estimar las regresiones log-lineales propuestas, al igual que con las regresiones Poisson generalizadas, utilizo un panel de datos mensuales para todas las regiones y todos los meses del período en estudio.

La Tabla 11 muestra los resultados de la estimación donde incluyo efectos fijos mes del año y efectos fijos región. Agrego a la tabla los indicadores R^2 y $R^2_{ajustado}$ como medida de la bondad de ajuste de los modelos utilizados.

Al igual que lo encontrado con el método anterior, se indica una reducción tanto en el número de accidentes vehiculares, como en las muertes relacionadas con alcohol, siendo ésta última estadísticamente significativa al 10 %. Esta inconsistencia se puede explicar por el bajo número de observaciones que presenta la variable, es decir, hay pocas muertes relacionadas con alcohol en mi muestra ya que solo el 46,4 % de las observaciones (mes-región) presentan muertes por alcohol.

La Tabla 11 indica que el efecto de la ley en el número de accidentes de tránsito relacionados con el alcohol se pierde luego de 4,2 meses. Esto hace que mis resultados para los accidentes sean robustos al método de estimación.

7.4.1. Comprobación de la duración del efecto de la Ley Emilia

A modo de comprobar cuánto dura el efecto de la nueva ley, aplico el método de Regresión Discontinua. Fuerzo a que haya un salto en el número de meses posteriores a la implementación de la ley, poniendo como «missing» las observaciones de éstos. Hago esto hasta ver que se pierde tanto la significancia como la magnitud de mis estimaciones.

La Figura 10 muestra los gráficos de RD, donde se aprecian la falta de discontinuidades en las variables de «outcome» estudiadas. Se puede ver que el efecto para accidentes se pierde luego de 4 meses, el de las lesiones totales en 16 meses, el de las lesiones graves en 9 meses y el de las muertes en 8 meses. Todo esto es consistente con las estimaciones obtenidas con el modelo Poisson generalizado y las regresiones log-lineales.

7.5. Análisis de pruebas de alcoholemias

En esta sección analizo las pruebas de alcoholemia realizadas en la Región Metropolitana tal de encontrar algún cambio en el consumo de alcohol, comparando antes y después de la implementación de la Ley Emilia.

El estudio de las alcoholemias permite evaluar si los individuos reaccionan de igual manera dependiendo de sus preferencias por beber. Se ha demostrado que las personas que conducen con alcohol, tienden a ser más impulsivos y su horizonte para tomar decisiones es menor a aquellos conductores que no beben (Sloan et al, 2014).

En el caso de Chile, se ha encontrado que los conductores con mayores niveles de alcohol en la sangre no reaccionan frente a leyes de tolerancia cero, es decir, a medida que aumentan las penas

marginales ellos se esfuerzan menos por cumplir la ley (Otero y Rau, 2017). Sin embargo, en otros países, el agravar las penas para aquellos conductores con ALC mayor a 1.5 pareciera tener efecto significativo (Grant, 2016).

Para comprender los datos, presento estadística descriptiva de todas las alcoholemias realizadas en la Región Metropolitana entre enero de 2009 y marzo de 2018 en la Tabla 12. Se muestran las proporciones del alcoholemias con un determinado nivel de ALC, respecto del total de alcoholemias. La columna (4) muestra las diferencias de estas proporciones pre y post de la implementación de la Ley Emilia. Se puede ver que en promedio el número total de alcoholemias con resultado mayor a cero disminuye significativamente en un 2,96 % después de la ley. La proporción de alcoholemias que indican influencia bajo el alcohol disminuyen en 0,34 % y las que indican estado de ebriedad disminuyen en 1,5 %, ambas al 1 % de significancia.

A continuación analizo si una pena más grave, tal como lo es la cárcel efectiva, cambia el comportamiento de los conductores dependiendo de cuán bebedores son.

7.5.1. Regresión Discontinua para alcoholemias

La Tabla 13 muestra la estimación por Regresión Discontinua para las pruebas de alcoholemia a nivel semanal. Posterior a la ley, se sugiere que el número total de alcoholemias realizadas aumenta en 136,6 pruebas semanales. Sólo hay una reducción en el número de aquellas alcoholemias que presentan ALC mayor a 0,8 g/l, es decir, las que indican estado de ebriedad en el conductor. En promedio, hay una disminución de 17,1 alcoholemias de este tipo semanales, sugiriendo que la ley es efectiva para estos conductores.

Interesantemente, las alcoholemias con ALC entre 0,3 g/l y 0,8 g/l aumentan en 12 alcoholemias semanales. Podría estar ocurriendo entonces, que inmediatamente después de la implementación de la ley, los conductores más borrachos deciden disminuir su consumo de alcohol, pero no completamente. Esto es consistente con la información presentada en la Tabla 12.

Para ver lo anterior gráficamente, la Figura 12 muestra los gráficos de Regresión Discontinua para el número de alcoholemias. La sub-figura 12.e es la única que muestra una disminución en la cantidad de alcoholemias con resultado entre 0,8 g/l y 3 g/l. En cambio, la sub-figura 12.d presenta un aumento de las pruebas con ALC entre 0,3 y 0,8.

7.5.2. Regresiones MCO para alcoholemias

La Tabla 14 muestra las estimaciones por Mínimos Cuadrados Ordinarios «MCO» para las alcoholemias realizadas en la Región Metropolitana entre enero de 2009 a marzo de 2018, donde la variable dependiente es el nivel de concentración de alcohol en la sangre (ALC). Incluyo una variable *Post* que es una «dummy» que toma el valor de 1 cuando Ley Emilia es implementada, una «dummy» *hombre* que toma el valor de 1 cuando el individuo es hombre y la interacción de éstas dos variables representada por *Postxtendencia*. También agrego una tendencia lineal y efectos fijos mes del año.

El panel A muestra el impacto de la Ley Emilia sin incluir la interacción con el sexo del individuo. La columna (1) indica un aumento leve en el nivel de alcoholemia de 0,0031 cuando uso todas las observaciones de la muestra, indicando un efecto pequeño de la ley en el consumo de alcohol de los conductores. La columna (3) muestra el impacto en aquellos conductores que están bajo la influencia del alcohol y las columnas (4) y (5) para aquellos que están en estado de ebriedad. No encuentro efectos estadísticamente significativos en el consumo de alcohol para aquellos conductores que han bebido alcohol ($ALC > 0$ o niveles mayores).

El Panel B muestra los efectos de la ley Emilia distinguiendo según sexo. En la columna (1) se ve que el efecto se debe en gran parte a los hombres, y en las columnas (4) y (5) se indica que los hombres disminuyeron su consumo de alcohol.

Apoyando lo anterior, la Figura 11 muestra la densidad de la concentración de alcohol de los conductores distinguiendo entre hombres y mujeres, y entre aquellas alcoholemias que presentan resultados positivos ($ALC > 0$). Como discutí en la sección anterior, el efecto de la Ley Emilia pareciera no perdurar en el tiempo, por lo que grafico sólo 2 meses antes y después de la ley.

Tanto para hombres como para mujeres, se sugiere que no hay gran cambio en la densidad de la distribución tomando toda la muestra. Sin embargo, tomando solo aquellas pruebas positivas, se ve que después de la implementación de la ley, para los hombres hay un aumento en el número de bebedores moderados donde ALC se encuentra entre 0,4 g/l y 0,7 g/l. Para aquellos niveles de ALC mayores entre 1.2 g/l y 2.2 g/l, la densidad es menor. Para niveles aún mayores, las curvas se vuelven a juntar. Para el caso de las mujeres, la distribución después de la implementación de la ley es menor para niveles mayores, donde ALC está entre 1 g/l y 2 g/l aproximadamente.

En resumen, se ve que la curva de las alcoholemias positivas tanto de hombres como de mujeres, se mueve a la izquierda después de la implementación de la ley. También se ve un aumento en el número de alcoholemias que presentan resultado 0 g/l. Lo anterior indicaría entonces una disminución del consumo de alcohol de los conductores.

7.5.3. Regresión de cuantiles

Para suplementar el análisis sobre qué tipo de conductor es el que está bebiendo menos alcohol con la nueva ley, uso regresiones de cuantiles. La Tabla 12 muestra que un 82,16 % de la muestra total de alcoholemias tienen resultado de 0 g/l, por lo que solo mido el efecto de la ley en los cuantiles 85, 90, 95 y 99 de la distribución de la ALC . Incluyo como variables de control, una «dummy» *Post* que toma el valor de 1 posterior a la implementación de la ley, una «dummy» *Hombre*, la interacción entre estas dos *Hombre* \times *Post* y una tendencia lineal.

La Tabla 15 muestra los resultados, indicando disminuciones significativas en las alcoholemias al 1 % para los dos cuantiles superiores. El efecto es mayor en el cuantil 95, es decir, donde los niveles de alcohol en la sangre son mayores pero no extremos.

8. Discusión y conclusiones

La sección anterior sugiere que Ley Emilia cumple con el objetivo de disminuir accidentes, lesiones y muertes relacionadas con alcohol, sin embargo la duración de su efecto es breve.

Como he comentado, la nueva ley condena con cárcel efectiva de al menos un año a aquellos conductores en estado de ebriedad o bajo la influencia del alcohol, que causen accidentes con resultado de muerte o lesiones gravísimas. En este sentido, los resultados sugieren que inmediatamente después de su implementación hay una disminución en el número total de lesiones y en las lesiones graves relacionadas con alcohol, estadísticamente significativas a un 10 % y 5 % respectivamente. Si bien también hay una reducción en el número de muertes a causa de que el conductor había ingerido alcohol, ésta no es significativa.

Midiendo los efectos de la ley en el mediano plazo con un modelo Poisson generalizado, obtengo resultados que sugieren que todas las variables relacionadas con alcohol disminuyen, lo cual es consistente con lo anterior. Se señala que en este caso la disminución en el número de lesiones graves pierde significancia estadística.

Los resultados indican que los efectos de la Ley Emilia tienen duración breve, sugiriendo que para el número de accidentes vehiculares la ley prácticamente pierde efectividad luego de 4 meses de haber sido implementada, y después de 16 meses para las lesiones totales. Lo que más interesa son el número de lesiones graves y muertes relacionadas con el alcohol, las cuales parecieran volver a sus niveles originales posterior a los 9 y 8 meses de la implementación respectivamente.

Con respecto al consumo de alcohol, la pena pareciera ser efectiva en disminuir la ingesta en aquellos conductores que tienen un nivel de alcoholemia entre 0.8 g/l y 3 g/l, es decir, que se encuentran en estado de ebriedad al momento de accidente. En este sentido, la Ley Emilia estaría logrando su objetivo, pues los conductores que beben alcohol en mayor cantidad son los que tienen mayor probabilidad de causar un accidente de tránsito con resultado de muerte o lesiones gravísimas. Éstos disminuyen su alcohol, pero no completamente, pues al mismo tiempo aumenta el número de conductores que manejan bajo la influencia del alcohol, es decir, presentan niveles de ALC entre 0,3 g/l y 0,8 g/l.

La pérdida del efecto de la ley en el tiempo se podría explicar por una aplicación deficiente de la misma, y un bajo refuerzo informacional de ésta para mantener consciente a la sociedad. Qué tan efectiva es una ley de tránsito y cuánto dura su efecto, depende de qué tan rápido se aplica después de su promulgación y cómo se sigue reforzando en el tiempo. Por ejemplo, se ha visto que leyes tales como aquellas que tienen por objetivo disminuir la velocidad de tránsito o la prohibición de enviar mensajes de textos mientras se conduce, tienen poco impacto disuasivo en la población si éstas no son debidamente aplicadas y acompañadas de una fuerte publicidad²⁸.

²⁸Recomiendo revisar el trabajo de Vingilis et al, (1988) ; Abouk y Adams (2013) quienes estudian cómo la prohibición de enviar mensajes de textos afecta los accidentes fatales en carreteras en EE.UU. Encuentran que la prohibición tiene efecto en el corto plazo, pero después vuelve a niveles originales, es decir, las personas reaccionan al anuncio de la prohibición y después vuelven al comportamiento inicial. Posteriormente, Burger et al, (2014) encuentran que en el Estado de California no hay evidencia de que este tipo de ley efectivamente reduzca los

8.1. Aplicación de la ley

El reforzamiento de la ley en el tiempo se puede medir con la cantidad de controles vehiculares que realiza Carabineros de Chile en el periodo posterior a su implementación. Como he comentado, la certidumbre del castigo es el mayor componente disuasorio para aquellos conductores ebrios, siendo también importante la severidad del mismo (Benson y Rasmussen , 1994), Yao, Johnson, Beck, (2014). Es más, pareciera ser que la certeza del castigo afecta en mayor medida a los conductores con mayores niveles de alcohol²⁹. Esto quiere decir que no es de sentido común aumentar la pena del castigo por conducir en presencia de alcohol, si es que el posible delincuente no ve probable que lo sancionen. Por lo tanto, para que este tipo de leyes tengan el impacto esperado, es muy importante su correcta aplicación durante el tiempo, no solo después de su anuncio e implementación. De lo contrario, es probable que se observe un efecto rebote en el tiempo.

Lo anterior se puede ver en mi análisis, donde los resultados son más significativos inmediatamente después de implementada la ley, que años más tarde. Los datos utilizados para esta investigación sugieren que posterior a la implementación de la Ley Emilia, no hay un aumento significativo en el número de los controles policiales, incluso disminuyen durante los años 2016 y 2017. Esto podría explicar una falta de reforzamiento de la ley, y por ende la pérdida de su efectividad en el tiempo.

8.2. Influencia de campañas informativas

Adicionalmente, hay que tener en cuenta los efectos de «booms» informativas y campañas propagandísticas en relación a la nueva ley. Castillo et al. (2011) recalcan la importancia de los medios de comunicación en crear consciencia en la población sobre estas nuevas leyes. Además de informar, los medios de comunicación pueden educar masivamente a los individuos e influir en cómo se comportan.

Como he comentado, la efectividad de este tipo de leyes está ligada a cómo es visto por la sociedad el crimen de conducir con alcohol. Mientras más se castigue socialmente este tipo de conducta, más desincentivos hay para que el individuo decida cometer el delito. Comparando la Ley Emilia con la Ley Tolerancia Cero, puedo argumentar que la propaganda fue relativamente pobre respecto a la de la segunda, lo que podría explicar parte de la diferencia en sus efectos en el tiempo.

Complementando lo anterior, con respecto al tipo de conductor, los bebedores excesivos con

accidentes vehiculares.

²⁹Grosvenor y Wagenaar (1999) encuentran que los jóvenes que más beben y que percibieron una alta certeza de castigo tenían menos probabilidades de beber y conducir. Entre los bebedores moderados, la certeza percibida no tuvo un efecto disuasorio.

altos niveles de concentración de alcohol en la sangre responden más a la publicidad sobre el alcohol y responden menos a los precios del mismo, que aquellos bebedores moderados (Saffer y Grossman, 2012). Esto hace fundamental que las autoridades hagan campañas informativas cada cierto tiempo para recordar sobre la ley y su importancia.

8.3. Efecto sustitución a otros medios de transporte

Algo que no he discutido pero sí tiene relevancia, es la sustitución de los conductores que manejan con alcohol a otros medios de transporte por miedo a la posibilidad de ser fiscalizado por Carabineros. Entre éstos figuran los taxis, destacando especialmente las nuevas plataformas tecnológicas como Uber y Cabify. Por ejemplo, la aplicación Uber llegó a Chile a mediados de 2014, pero comienza a tener un uso masivo durante el año 2015, calzando con el período de estudio de esta investigación.

Lo intuitivo sería pensar que después de implementada la Ley Emilia aumentarían los precios de las licencias de taxistas, pues es más rentable transportar pasajeros. En caso de que efectivamente haya habido un efecto sustitución significativo, éste ayudaría a que la ley cumpla con su propósito de disminuir aquellos accidentes vehiculares que resultan en muerte o en lesiones graves. Si parto del supuesto de que no hubo, todos los resultados obtenidos en este trabajo serían un «lower bound» del efecto de la ley.

En conclusión, este trabajo aporta con nueva evidencia acerca de la efectividad de la pena de cárcel, de al menos un año, en disuadir la conducción en presencia de alcohol. Concluyo que la Ley Emilia tuvo el efecto deseado los primeros meses posteriores a su implementación, sin embargo, pareciera ser que éste no ha tenido la duración esperada. Esto apuntaría que no se está atacando el crimen de la conducción con alcohol en el largo plazo, por lo que las autoridades chilenas aún tienen como desafío buscar soluciones alternativas para combatirlo.

Tabla 1: Penas de la Ley Emilia

Alcoholemia	Estado etílico	Lesiones causadas	Multa	Suspensión licencia	Cárcel	Cárcel Efectiva
0,31-0,79	Bajo la influencia	Sin daños	1-5 UTM	3 meses	-	-
0,31-0,80	Bajo la influencia	Lesiones leves	1-5 UTM	6 meses	-	-
0,31-0,79	Bajo la influencia	Lesiones medias	4 -10 UTM	9 meses	1 a 20 días	-
0,31-0,79	Bajo la influencia	Lesiones graves	11-20 UTM	18 a 36 meses	61 a 541 días	Al menos 1 año
0,31-0,79	Bajo la influencia	Muerte	21-30 UTM	3 meses a 5 años	3 años y un día a 5 años.	Al menos 1 año
0,8 +	Estado de ebriedad	Sin daños	2-10 UTM	2 años	61 a 541 días	-
0,8 +	Estado de ebriedad	Lesiones leves	2-10 UTM	2 años	61 a 541 días	-
0,8 +	Estado de ebriedad	Lesiones medias	4-12 UTM	36 meses	541 días a 3 años	-
0,8 +	Estado de ebriedad	Lesiones graves	4-12 UTM	5 años	541 días a 3 años y un día	Al menos 1 año
0,8 +	Estado de ebriedad	Muerte	8-20 UTM	A perpetuidad	3 años y 1 día a 10 años	Al menos 1 año

En caso de reincidencia, para aquellos conductores en estado de ebriedad, la segunda vez se suspende 5 años la licencia y la tercera vez se cancela permanentemente.

Con lesión grave, el individuo no puede trabajar durante 30 días o más posterior al accidente.

Con lesión media el individuo no puede trabajar por más de 5 días pero menos de 30.

Lesiones leves son el resto de tipo de lesiones menores.

Tabla 2: Fechas importantes en la historia de Ley Emilia

Fecha	Hecho
15 de marzo de 2012	Implementación Ley Tolerancia Cero.
21 de enero de 2013	Fallece la menor Emilia Silva a causa de que un choque con conductor en estado de ebriedad.
Febrero de 2013	Iniciativa ciudadana para modificar la Ley de Tránsito en lo que se refiere al delito de manejo en estado de ebriedad.
28 de mayo de 2014	Inicio proyecto de ley en Cámara de Diputados.
12 de agosto de 2014	Informe de Comisión de Constitución en el Senado.
11 de septiembre de 2014	Congreso Nacional aprueba el proyecto de ley.
15 de septiembre de 2014	Promulgación Ley Emilia.
16 de septiembre de 2014	Publicación de Ley en Diario Oficial.
21 de septiembre de 2014	Primer accidente automovilístico con alcohol tras la promulgación de la Ley.
15 de noviembre de 2014	Creación Fundación Emilia, la cual ayuda a víctimas de siniestros viales.
4 de junio de 2015	Se condena al primer imputado por Ley Emilia, realizada por el Tribunal Oral de Viña del Mar.
16 de junio de 2015	Accidente automovilístico en estado de ebriedad del jugador Arturo Vidal, en el contexto de Copa América.
16 de septiembre de 2015	Primeras Fiestas Patrias, feriado nacional chileno, posterior a la implementación de la Ley.

Tabla 3: Todos los accidentes vehiculares ocurridos entre 2009-2018 a nivel nacional

	Accidentes		Lesiones totales		Lesiones graves		Muertes	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
<i>Bajo la influencia</i>	14,987	1.1	4,946	2.0	2,693	1.8	1,378	2.5
<i>Estado de ebriedad</i>	82,780	5.9	18,904	7.7	11,250	7.6	4,043	7.2
Total con alcohol	97,767	7.0	23,850	9.7	13,943	9.4	5,421	9.7
Total sin alcohol	1,300,421	93.0	221,855	90.3	134,599	90.6	50,753	90.3
Total	1,398,188	100.0	245,705	100.0	148,542	100.0	56,174	100.0

Se muestran los accidentes ocurridos en el período de enero de 2009 a marzo de 2018 para todo el territorio nacional.

Bajo la influencia el conductor presenta una alcoholemia entre 0,3 g/l y 0,79 g/l y en estado de ebriedad cuando es superior a 0,8 g/l.

Tabla 4: Promedio de los accidentes vehiculares a nivel mensual y regional entre 2009-2018

	Accidentes		Lesiones totales		Lesiones graves		Muertes	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
<i>Bajo la influencia</i>	9.0	1.1	16.7	1.4	2.9	2.0	1.0	3.0
<i>Estado de ebriedad</i>	49.7	5.9	75.0	6.1	11.4	7.7	2.4	7.2
Total con alcohol	58.7	7.0	91.7	7.4	14.3	9.7	3.2	9.5
Total sin alcohol	781.0	93.0	1,139.2	92.5	133.2	90.3	30.4	90.2
Total	839.7	100.0	1,231.0	100.0	147.5	100.0	33.7	100.0

Se muestran un promedio de los accidentes entre enero de 2009 y marzo de 2018 a nivel mensual y regional.

Bajo la influencia la alcoholemia del conductor está entre 0,3 g/l y 0,79 g/l y en estado de ebriedad es superior a 0,8 g/l.

Tabla 5: Promedio de las variables de «outcome» con alcohol y sin alcohol

	(1)	(2)	(3)
	Meses pre-ley	Meses post-ley	Diferencia
Panel A: Con alcohol			
Accidentes	52.4	68.6	16.2***
	(1.3)	(2.2)	(2.4)
Lesiones	91.4	92.4	1
	(2.9)	(3.4)	(4.5)
Muertes	3.6	2.5	-1.0**
	(0.2)	(0.1)	(0.0)
Panel B: Sin alcohol			
Accidentes	695.3	916.5	221.2***
	(28.0)	(44.4)	(49.9)
Lesiones	1,147.0	1,126.9	-20.0
	(39.0)	(43.8)	(60.2)
Muertes	31.6	28.6	-3.0
	(1.9)	(1.4)	(2.7)
Panel C: Ratio variables con alcohol			
Accidentes	0.090	0.087	-0.002
	(0.001)	(0.001)	(0.002)
Lesiones	0.097	0.095	-0.002
	(0.002)	(0.002)	(0.003)
Muertes	0.122	0.109	-0.012
	(0.006)	(0.007)	(0.010)
Meses	68	43	
Observaciones	1,020	645	

Se presentan los promedios mensuales de variables dependientes a nivel regional.

Errores estándar en paréntesis.

* $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Tabla 6: Promedios de las variables usadas como controles pre y post ley Emilia

	(1) Todos los meses	(2) Meses pre Ley Emilia	(3) Meses post Ley Emilia	(4) Diferencia
Controles vehiculares	38,896 (727.8)	38,002 (995.7)	40,310 (1,023.3)	2,308 (1,493.3)
Ventas de combustible (<i>m3</i>)	21,768 (805.0)	20,425 (995.1)	23,890 (1,353.9)	3,464** (1,650.7)
Meses	111	68	43	
Observaciones	1,665	1,020	645	

Se presentan los promedios mensuales de variables usadas como controles a nivel regional.

Errores estándar en paréntesis.

* $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Tabla 7: Estimación Regresión Discontinua

	(1) Accidentes	(2) Lesiones Totales	(3) Graves	(4) Medias	(5) Leves	(6) Muertes
Panel A: Con alcohol						
Estimador RD	-28.5 (19.4)	-54.7* (29.3)	-11.5** (5.6)	-6.8 (4.6)	-34.5 (25.6)	-3.2 (2.2)
Ancho de banda	51.5	61.6	79.3	53.7	58.0	83.2
Promedio pre-ley	181.6	315.7	51.3	30.1	234.3	12.7
Panel B: Sin alcohol						
Estimador RD	95.4 (134.0)	571.3* (320.9)	21.0 (56.5)	-27.3 (38.6)	563.5** (263.0)	0.4 (16.3)
Ancho banda	37.1	55.1	63.3	83.3	56.6	58.8
Promedio pre-ley	2,401.4	3,995.1	467.1	294.2	3,233.6	110.1
<i>N</i>	570	570	570	570	570	570

Errores estándar en paréntesis.

* $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Estimación RD usando el ancho de banda propuesto por Calonico et al. (2014).

Tabla 8: Análisis de discontinuidades en las variables usadas como controles

	(1) Controles policiales	(2) Combustible
Estimador RD	31,753.5 (30,497.7)	14,325.8 (16,838.9)
Ancho banda	6.3	11.0
Promedio pre-ley	600,101.9	307,538.0
<i>N</i>	97	98

Errores estándar en paréntesis.

* $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Se trabaja con datos mensuales a nivel nacional.

Tabla 9: Comprobación de robustez de los resultados

	(1)
	Admisiones hospitalarias
Estimador RD	-215.7* (121.8)
Ancho de banda	48.4
Promedio pre-ley	1,876.4
N	482

Admisiones a salas de urgencia semanales a nivel nacional.
 Errores estándar en paréntesis.
 * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Tabla 10: Estimación de regresiones Poisson generalizadas

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Accidentes	Lesiones				Muertes
		Totales	Graves	Medias	Leves	
Post	-0.0815 (0.053)	-0.1990* (0.108)	-0.0786 (0.132)	-0.2764* (0.157)	-0.1794 (0.113)	-0.3380 (0.267)
Tendencia	0.0008 (0.001)	-0.0009 (0.002)	-0.0048* (0.003)	-0.0013 (0.003)	-0.0006 (0.002)	0.0010 (0.004)
Tendencia x Post	0.0143*** (0.002)	0.0131*** (0.004)	0.0170*** (0.005)	0.0077 (0.006)	0.0121*** (0.004)	0.0123 (0.012)
Constante	3.2153*** (0.090)	3.8416*** (0.220)	1.8266*** (0.308)	1.6491*** (0.250)	3.5088*** (0.212)	0.1094 (0.454)
$\ln(\phi)$	-3.2183*** (0.059)	-2.4286*** (0.045)	-1.5486*** (0.054)	-1.1935*** (0.052)	-2.3155*** (0.046)	-0.2332*** (0.060)
N	1,650	1,650	1,650	1,650	1,650	1,650

Errores estándar en paréntesis.

* $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Todos los modelos incluyen efectos fijos mes del año y efectos fijos región.

Se incluyen las ventas de combustible y los controles policiales como controles.

Tabla 11: Estimación de regresiones log-lineales

	(1) Accidentes	(2) Lesiones	(3)	(4)	(5)	(6)
		Totales	Graves	Medias	Leves	Muertes
Post	-0.0744 (0.057)	0.1083 (0.089)	0.1049 (0.110)	0.2010 (0.123)	0.0976 (0.090)	-0.2836* (0.169)
Tendencia	-0.0061*** (0.001)	-0.0067*** (0.002)	-0.0067*** (0.002)	-0.0007 (0.002)	-0.0067*** (0.002)	-0.0064** (0.003)
Tendencia x Post	0.0176*** (0.002)	0.0136*** (0.003)	0.0088** (0.004)	-0.0050 (0.005)	0.0145*** (0.003)	0.0197*** (0.007)
Constante	-2.2852*** (0.095)	-2.4333*** (0.180)	-1.5614*** (0.209)	-1.4779*** (0.230)	-2.4953*** (0.182)	-0.9377** (0.395)
<i>N</i>	1,633	1,621	1,373	1,229	1,607	736
<i>R</i> ²	0.346	0.129	0.171	0.210	0.141	0.221
<i>R</i> ² <i>ajustado</i>	0.334	0.112	0.152	0.191	0.125	0.188

Errores estándar en paréntesis.

* $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Todos los modelos incluyen efectos fijos mes del año y efectos fijos región.

Se incluyen las ventas de combustible y los controles policiales como controles.

Tabla 12: Estadística descriptiva de alcoholemias pre y post Ley Emilia

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Todas	Pre-ley	Post-ley	Diferencia
Todas las ALC	0.2698 (0.0010)	0.2805 (0.0013)	0.2508 (0.0017)	-0.0296*** (0.0022)
ALC=0	0.8216 (0.0006)	0.8168 (0.0008)	0.8302 (0.0010)	0.0133*** (0.0013)
0<ALC<0.3	0.0036 (0.0001)	0.0037 (0.0001)	0.0033 (0.0001)	-0.0003* (0.0002)
0.3<ALC<0.8	0.0269 (0.0002)	0.0257 (0.0003)	0.0202 (0.0004)	-0.0034*** (0.0005)
0.8<ALC<3	0.1447 (0.0005)	0.1504 (0.0007)	0.1345 (0.0009)	-0.0159*** (0.0012)
3<ALC	0.0029 (0.0000)	0.0031 (0.0001)	0.0026 (0.0001)	-0.0005** (0.0001)
N	358,460	229,813	128,647	

Errores estándar en paréntesis.

* $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Se trabaja en proporciones, usando «dummies» para cada nivel.

Tabla 13: Estimación Regresión Discontinua para las pruebas de alcoholemia

	(1) Todas ALC	(2) ALC=0	(3) 0<ALC<0.3	(4) 0.3<ALC<0.8	(5) 0.8<ALC<3	(6) 3<ALC
Estimador RD	136.6*** (37.97)	126.0*** (39.58)	1.5 (1.02)	12.0*** (3.30)	-17.1** (7.96)	-0.1 (0.56)
Promedio pre-ley	769.6	628.6	2.8	19.5	116.1	2.4
Ancho de banda	26.9	33.5	46.2	45.0	51.1	76.6
<i>N</i>	571	571	571	571	571	571

Errores estándar en paréntesis.

* $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Tabla 14: Análisis de las alcoholemias según el nivel de ALC

	(1) Todas ALC	(2) ALC=0	(3) 0<ALC<0.3	(4) 0.3<ALC<0.8	(5) 0.8<ALC<3	(6) 3<ALC
Panel A: sin interacción						
Post	0.0031 (0.004)	-0.0006 (0.002)	-0.0002 (0.000)	-0.0004 (0.001)	0.0015 (0.002)	-0.0004 (0.000)
Hombre	0.1849*** (0.003)	-0.1113*** (0.002)	0.0017*** (0.000)	0.0097*** (0.001)	0.0976*** (0.002)	0.0022*** (0.000)
Constante	0.0876*** (0.005)	0.9250*** (0.003)	0.0029*** (0.000)	0.0209*** (0.001)	0.0504*** (0.003)	0.0008* (0.000)
<i>N</i>	358,460	358,460	358,460	358,460	358,460	358,460
<i>R</i> ²	0.0141	0.0143	0.0002	0.0012	0.0132	0.0004
Panel B: con interacción						
Post	0.0323*** (0.006)	-0.0116*** (0.004)	-0.0009 (0.001)	-0.0031** (0.002)	0.0151*** (0.003)	0.0006 (0.001)
Hombre	0.1986*** (0.004)	-0.1165*** (0.002)	0.0013*** (0.000)	0.0084*** (0.001)	0.1040*** (0.002)	0.0027*** (0.000)
Post x Hombre	-0.0364*** (0.006)	0.0137*** (0.003)	0.0009* (0.001)	0.0035** (0.001)	-0.0169*** (0.003)	-0.0012** (0.000)
Constante	0.0765*** (0.005)	0.9292*** (0.003)	0.0031*** (0.000)	0.0220*** (0.001)	0.0452*** (0.003)	0.0004 (0.000)
<i>N</i>	358,460	358,460	358,460	358,460	358,460	358,460
<i>R</i> ²	0.0142	0.0144	0.0002	0.0012	0.0133	0.0004

Se presentan coeficientes de regresiones MCO con variable dependiente «dummy» de ALC según nivel.

Con ALC>0.3 el individuo está bajo la influencia del alcohol y con ALC>0.8 en estado de ebriedad.

Cada especificación incluye efectos fijos mes del año y una tendencia lineal.

Tabla 15: Estimación de la Regresión de Cuantiles

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Cuantil 85	Cuantil 90	Cuantil 95	Cuantil 99
Post	0.0000 (0.034)	-0.0000 (0.021)	0.0755*** (0.026)	0.0900*** (0.033)
hombre	1.0900*** (0.019)	1.5800*** (0.012)	0.8400*** (0.015)	0.5000*** (0.019)
Post x Hombre	-0.2400*** (0.031)	-0.1400*** (0.020)	-0.1052*** (0.024)	-0.1200*** (0.030)
Constante	0.0000 (0.021)	0.0000 (0.013)	1.1474*** (0.016)	2.1500*** (0.020)
<i>N</i>	358,460	358,460	358,460	358,460

Errores estándar en paréntesis.

* $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Se incluyen efectos fijos mes del año y una tendencia lineal.

Figura 1: Búsquedas en la web acerca de Ley Emilia

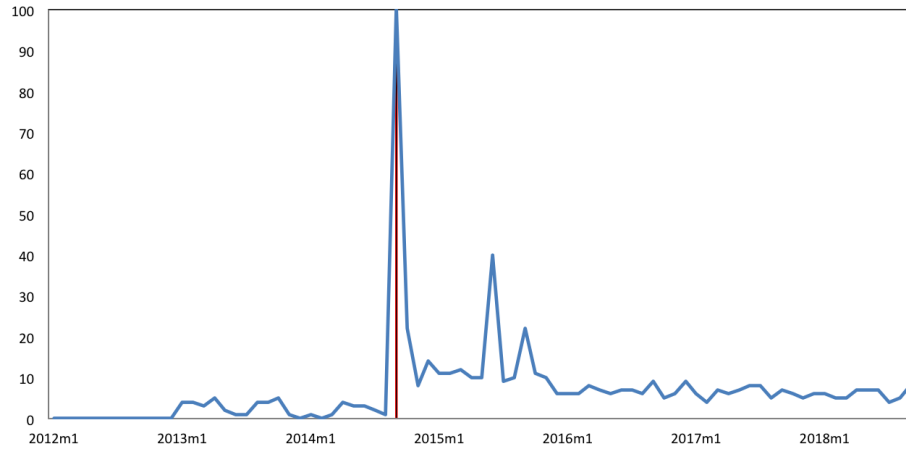


Figura 2: Gráficos RD para accidentes vehiculares

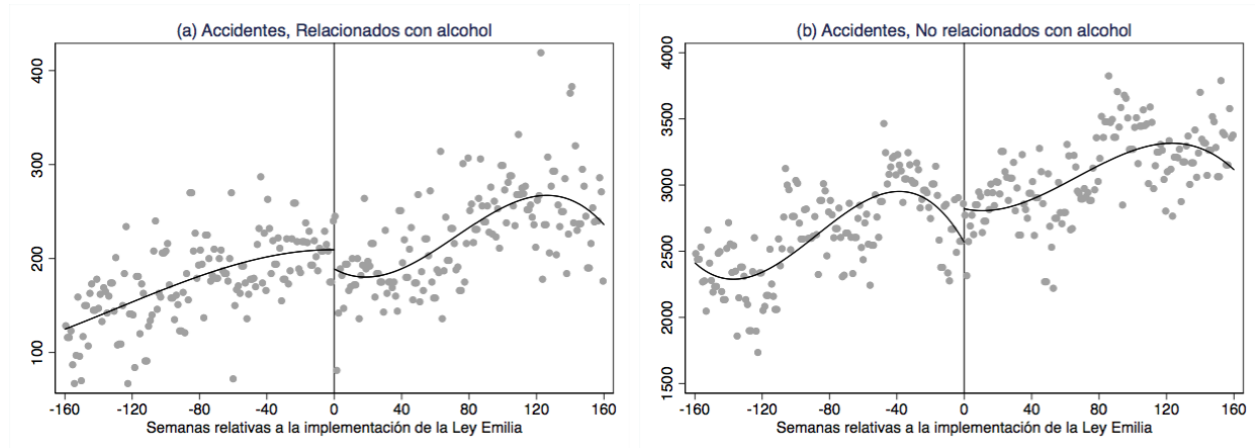


Figura 3: Gráficos RD para lesiones totales

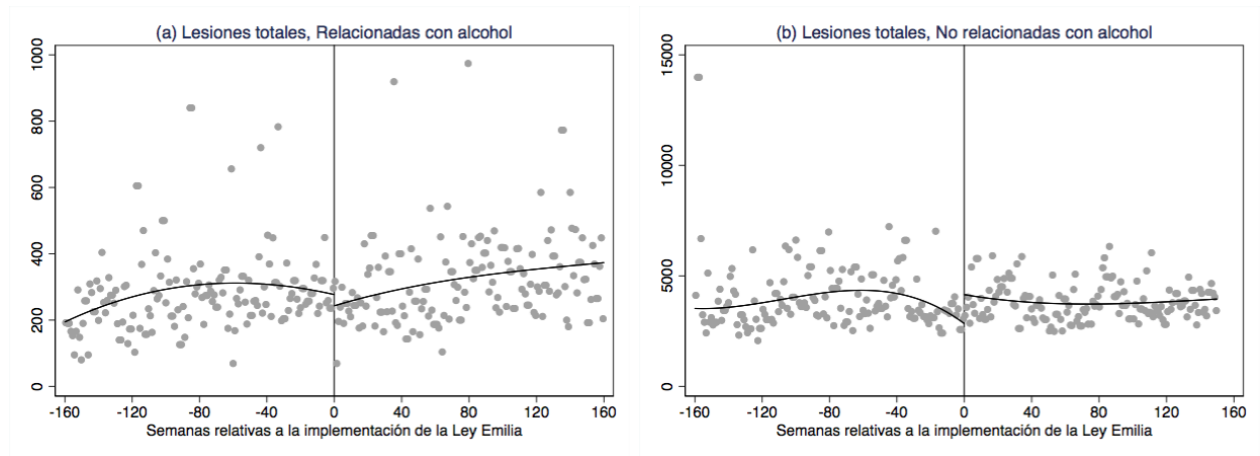


Figura 4: Gráficos RD para lesiones graves

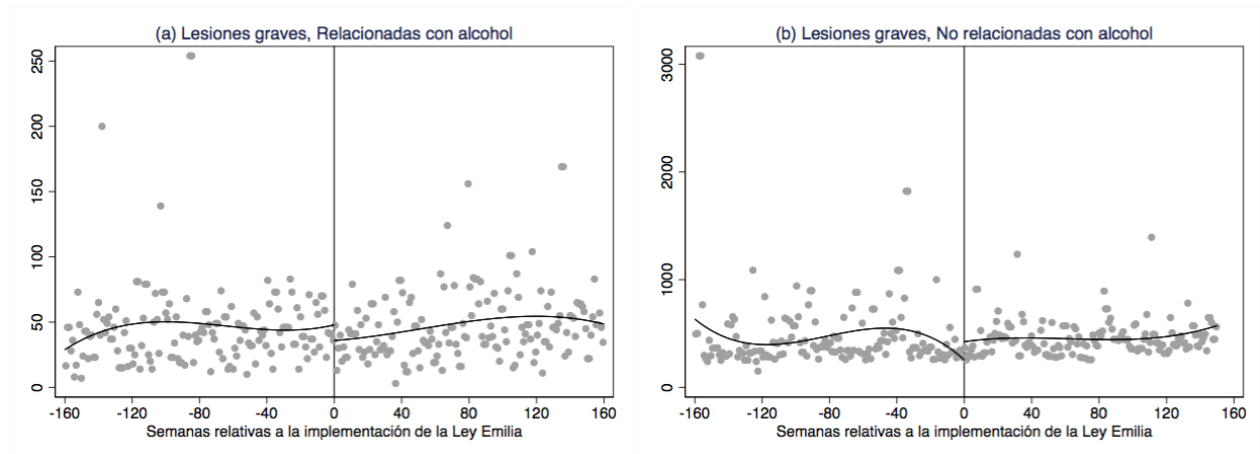


Figura 5: Gráficos RD para lesiones medias

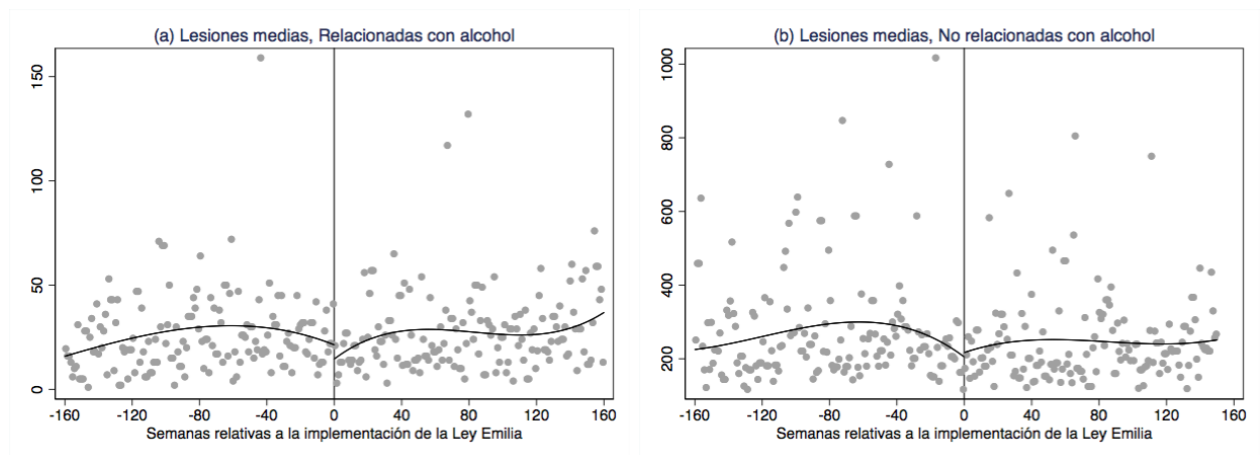


Figura 6: Gráficos RD para lesiones leves

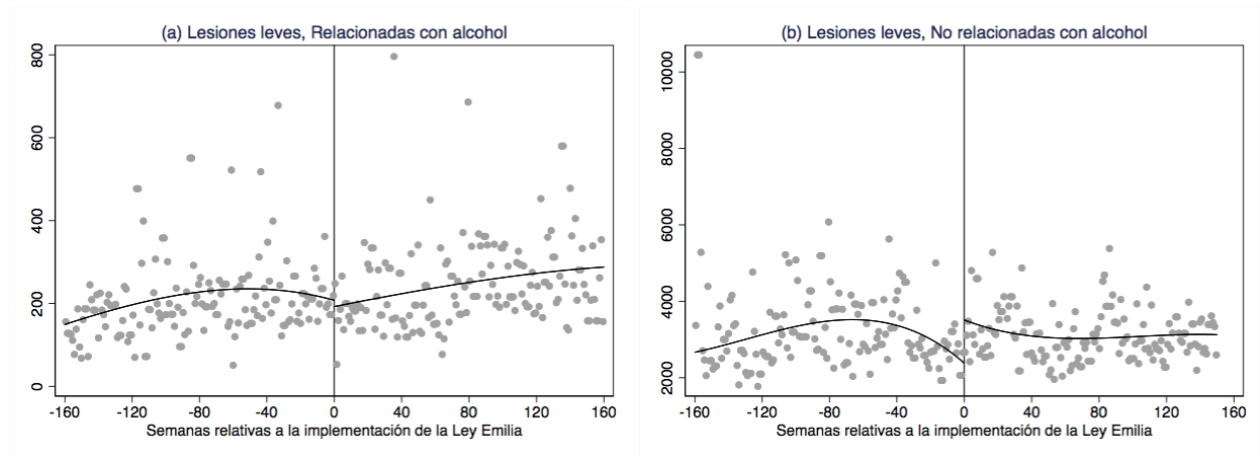


Figura 7: Gráficos RD para muertes

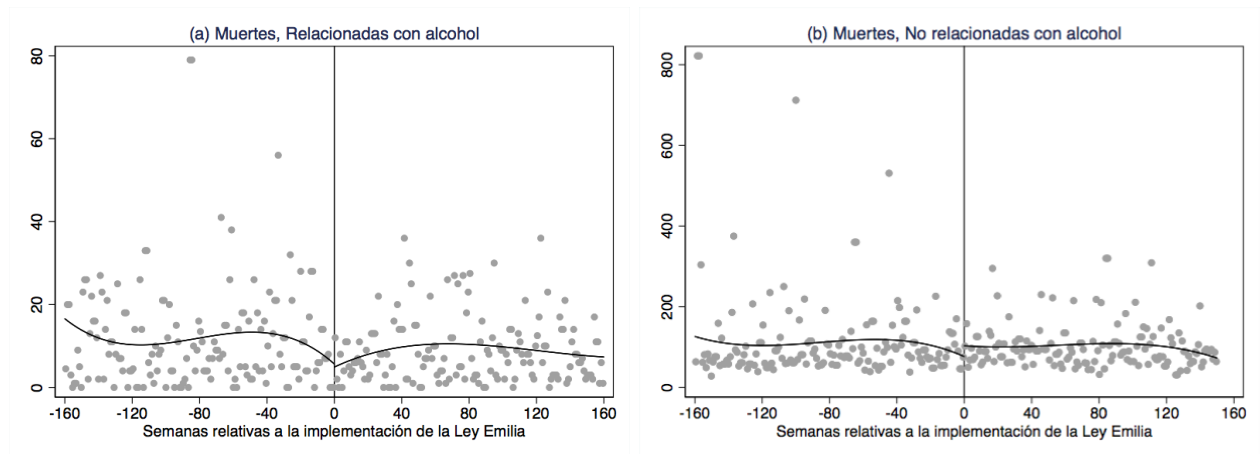


Figura 8: Análisis de discontinuidades en las variables usadas como controles

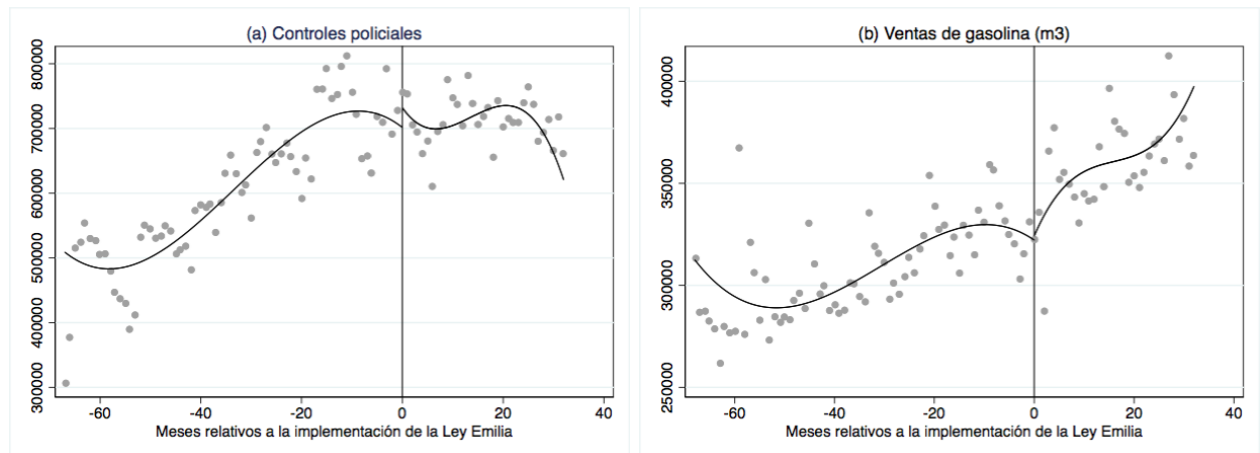


Figura 9: Admisión a salas de urgencia por accidentes vehiculares

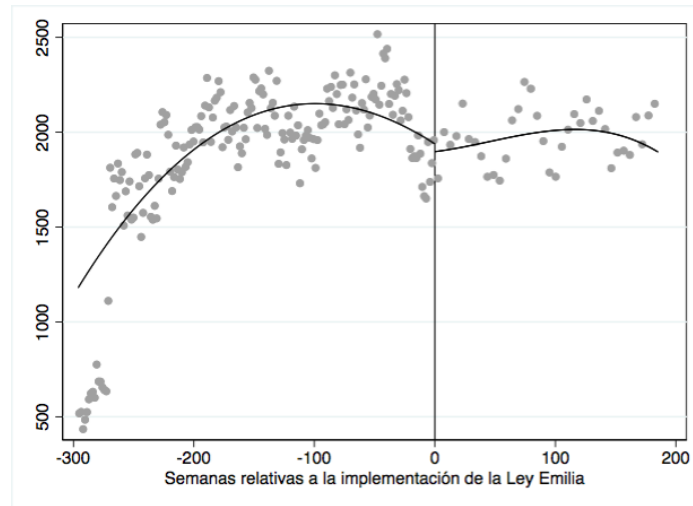


Figura 10: Comprobación de la duración del efecto de la Ley Emilia

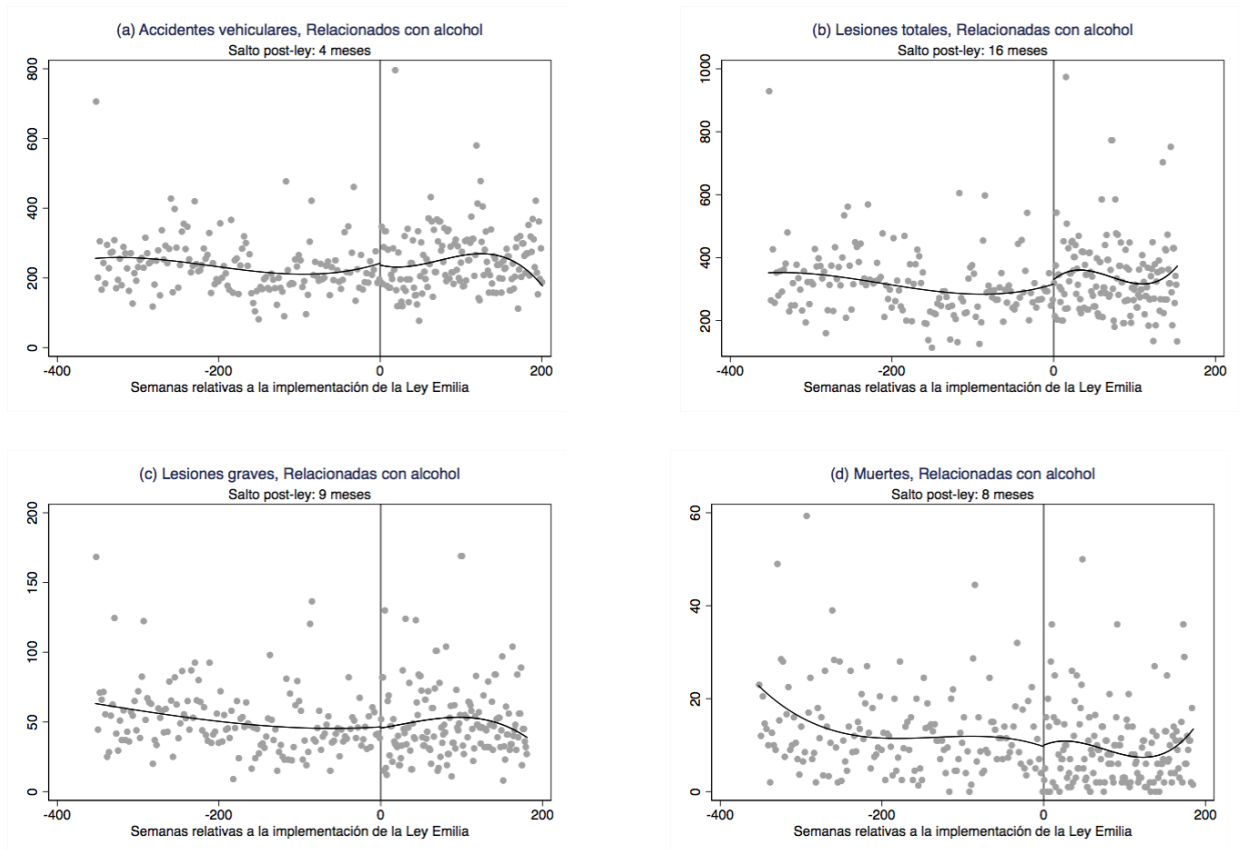


Figura 11: Niveles de alcoholemias y diferencias de percentiles 2 meses pre y post ley Emilia

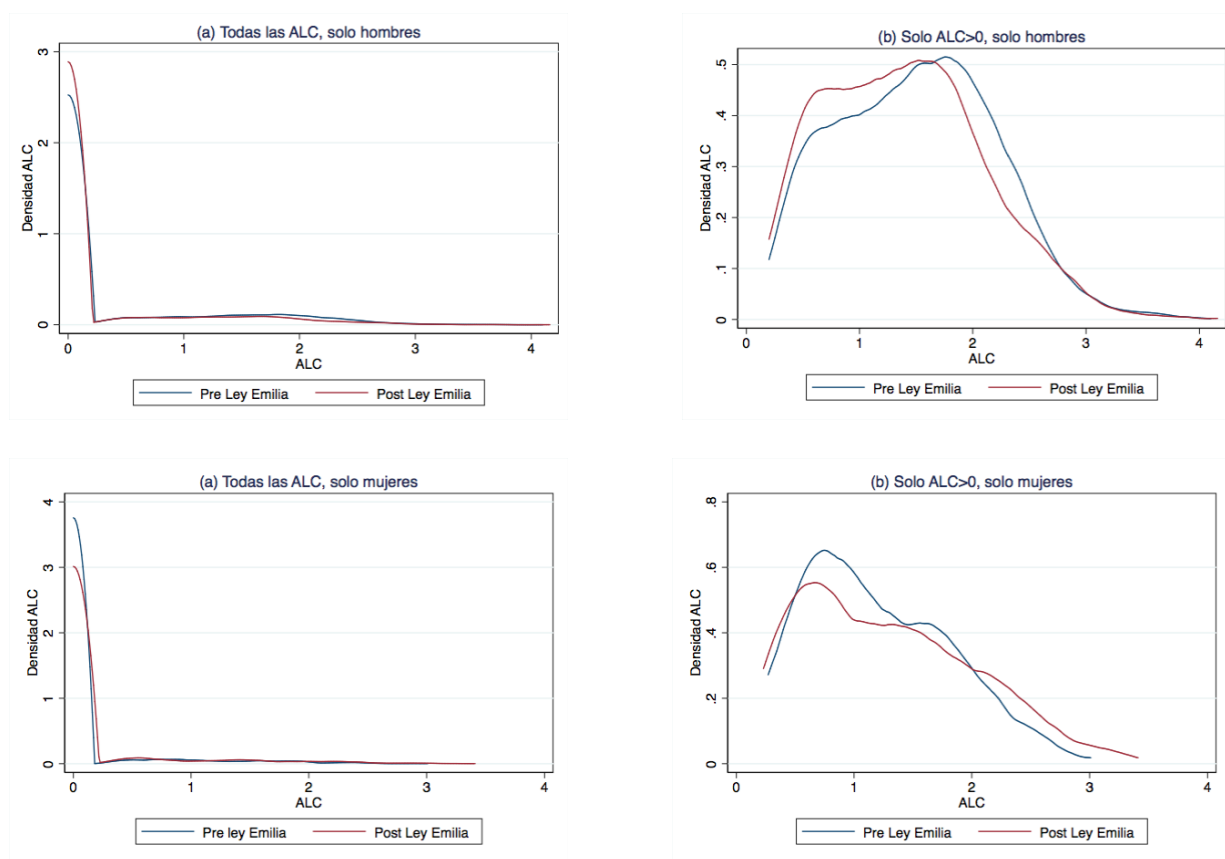
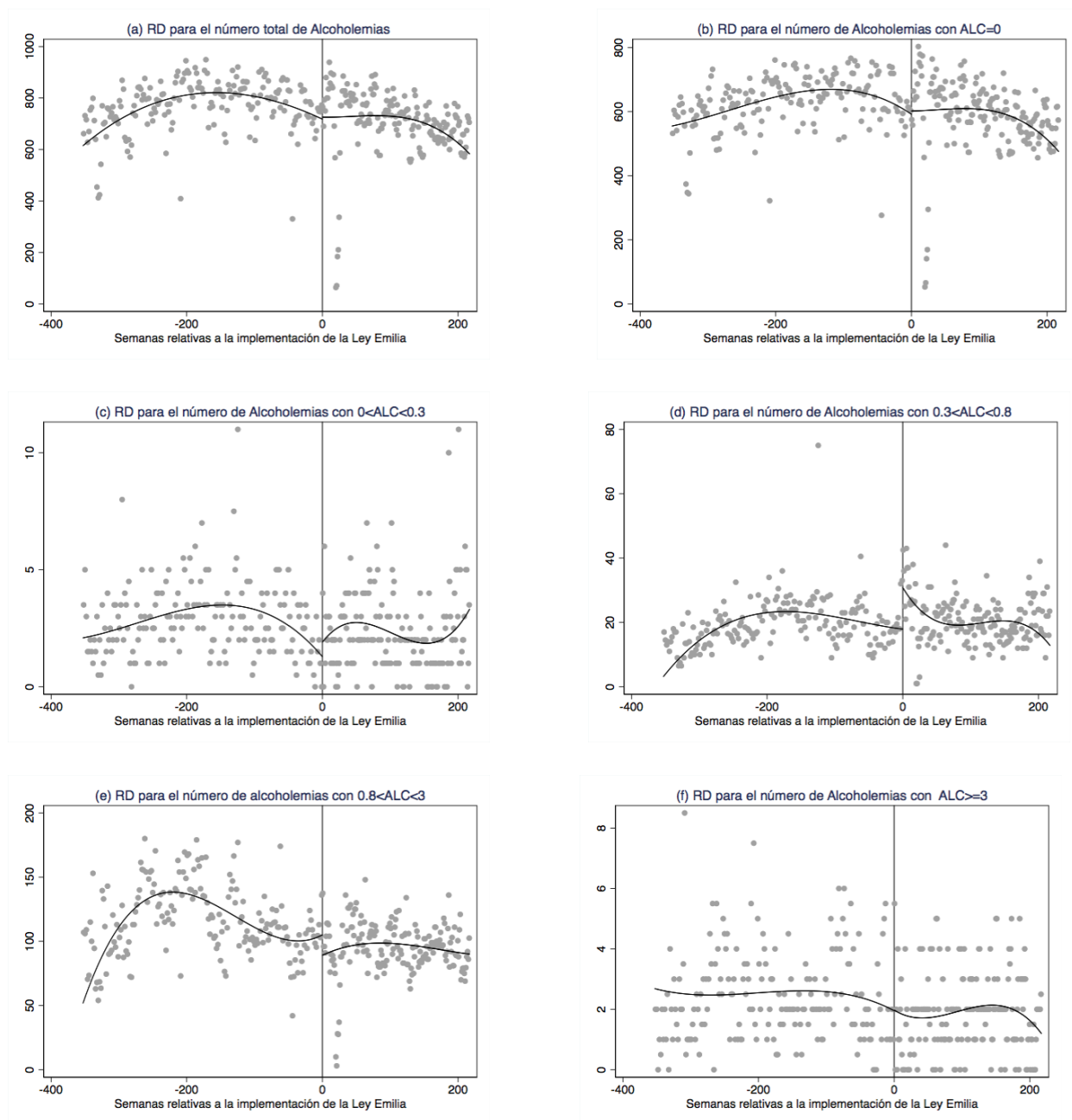


Figura 12: Gráficos de Regresión Discontinua para las alcoholemias de la Región Metropolitana



Apéndice A. Estadística descriptiva sobre los accidentes vehiculares

A.1. Todos los accidentes entre 2009-2018 agrupados según su causa

Causa del accidente	Porcentaje	Total
Conductor bajo la influencia	1.07	14,987
Conductor en estado de ebriedad	5.92	82,780
Alcohol en el pasajero	0.02	284
Alcohol en el peatón	0.54	7,536
Adelantamiento	2.90	40,562
Carga en el vehículo	0.18	2,539
Conducción deficiente	37.87	529,541
Derecho	4.36	60,953
Fallas mecánicas	1.75	24,538
Otras causas	28.24	394,833
Imprudencia del pasajero	0.39	5,462
Imprudencia del peatón	3.97	55,506
Desobediencia a señalización	10.73	150,087
Exceso de velocidad	2.04	28,580
Total	100.00	1,398,188

A.2. Niveles de accidentes vehiculares, lesiones y muertes relacionadas con alcohol

	Accidentes		Lesiones totales		Muertes	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%
Panel A: Año 2009						
Alcohol	8,989	7.5	18,569	8.7	903	15.9
No-alcohol	111,319	92.5	195,160	91.3	4,775	84.1
Total	120,308	100.0	213,729	100.0	5,678	100.0
Panel B: Año 2010						
Alcohol	9,896	8.1	18,611	8.4	685	10.5
No-alcohol	112,781	91.9	202,587	91.6	5,851	89.5
Total	122,677	100.0	221,198	100.0	6,536	100.0
Año C: 2011						
Alcohol	10,402	7.9	16,979	7.3	662	9.9
No-alcohol	120,920	92.1	216,963	92.7	6,015	90.1
Total	131,322	100.0	233,942	100.0	6,677	100.0
Panel D: Año 2012						
Alcohol	7,455	5.8	13,026	6.0	539	8.2
No-alcohol	120,961	94.2	204,066	94.0	5,999	91.8
Total	128,416	100.0	217,092	100.0	6,538	100.0
Panel E: Año 2013						
Alcohol	9,455	6.2	15,145	6.5	565	8.6
No-alcohol	142,450	93.8	216,666	93.5	6,024	91.4
Total	151,905	100.0	231,811	100.0	6,589	100.0
Panel F: Año 2014						
Alcohol	10,398	6.5	14,979	6.9	493	8.4
No-alcohol	149,003	93.5	200,747	93.1	5,387	91.6
Total	159,401	100.0	215,726	100.0	5,880	100.0
Panel G: Año 2015						
Alcohol	10,379	6.4	15,968	7.6	539	9.5
No-alcohol	152,205	93.6	192,850	92.4	5,163	90.5
Total	162,584	100.0	208,818	100.0	5,702	100.0
Panel H: Año 2016						
Alcohol	13,479	7.3	18,198	8.1	488	8.0
No-alcohol	172,379	92.7	205,244	91.9	5,575	92.0
Total	185,858	100.0	223,442	100.0	6,063	100.0
Panel I: Año 2017						
Alcohol	13,814	7.2	16,811	7.5	374	7.4
No-alcohol	176,825	92.8	207,125	92.5	4,656	92.6
Total	190,639	100.0	223,936	100.0	5,030	100.0
Panel J: Año 2018 (mar)						
Alcohol	3,500	7.8	4,547	7.6	173	11.7
No-alcohol	41,578	92.2	55,443	92.4	1,308	88.3
Total	45,078	100.0	59,990	100.0	1,481	100.0

A partir del panel F, comienza a regir Ley Emilia.

El panel J solo incluye los accidentes ocurridos entre enero y marzo de 2018.

Apéndice B. Comparando Chile con otros países

Actualmente, Chile está modificando su política de seguridad vial la cual se basa en el programa internacional Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 propuesto por la ONU. Éste tiene como objetivo prevenir 5 millones de muertes a nivel global y evitar 50 millones de lesiones graves a causa de accidentes automovilísticos. Los más vulnerados en el país respecto a temas de seguridad vial son los niños, adolescentes y motociclistas.

Antes de analizar los efectos de una ley, se debe comprobar si en la práctica ésta se cumple. Latinoamérica en general presenta un bajo desempeño gubernamental y tiene una baja credibilidad en la efectividad de sus políticas públicas. Desde el punto de vista de la corrupción Chile es el mejor posicionado entre sus vecinos ubicándose en el puesto 23 de 167 a nivel global en el Índice de Percepción de la Corrupción de Transparencia Internacional. También tiene una buena posición en el Índice de Control de la Corrupción del Banco Mundial, mostrándose por tanto como uno de los países con niveles más bajos de corrupción de la zona (Cárdenas et. al, 2016). Sin embargo, si bien se ha avanzado en la legislación de la conducción con alcohol, todavía queda por avanzar en su cumplimiento. En el Global Status Report On Road Safety 2015 realizado por la Organización Mundial de la Salud Chile fue clasificado con un nivel de aplicación de este tipo de leyes de 4, en una escala del 1 al 10, el cual es relativamente bajo en comparación al resto del mundo (WHO, 2015).

Examinando la posición relativa de Chile respecto al número de muertes por accidentes de tránsito, de los 34 países que integran la OCDE es el que tiene una de las mayores tasas, siendo de 12,4 % fallecidos per 100 mil habitantes durante 2015. Esta tasa está muy por encima de los países con los mejores niveles, tales como Suecia (2,8 %), Gran Bretaña (2,9 %) y Suiza (3,3 %) (WHO, 2015). Más aún, desde el año 2010, el número de muertes por accidentes vehiculares ha disminuido en todos los países con datos validados por instituciones gubernamentales, excepto en Estados Unidos, Chile y Suecia. De todas las muertes de accidentes de tránsito, 34 % son peatones, seguidos por los pasajeros del vehículo de 25-34 años de edad. Además, el número de muertes de motociclistas aumentó en un 80 % entre el 2010 y 2015, lo que es preocupante pues esta cifra es alta comparada con las de otros países de la OECD. (OECD, 2017) Comparando con otros países de Latinoamérica, Chile tiene buenos indicadores. Durante el 2014, la tasa de víctimas fatales era más baja que el promedio regional (17,2 %), superando a Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay (Amuch, 2014)

Como he mencionado, la presencia de alcohol en el conductor³⁰ aumenta el riesgo de accidente y también agrava los resultados del mismo. En Chile el 2015, dentro de todas las muertes por accidentes vehiculares, la proporción de muertes relacionadas con alcohol fue de 14 %, superando a Suiza (16 %), Reino Unido (16 %), España (17 %), Noruega (17 %), Suecia (19 %), Francia

³⁰Solo 53 % de todos los países realizan alcoholemias a todos los conductores que mueren en un accidente relacionado con alcohol, por lo que las cifras oficiales de los países de la OECD no reflejan exactamente los números reales. (WHO, 2015)

(29 %), Australia (30 %), Estados Unidos (31 %) y Canadá (34 %) ([WHO, 2015](#)). Dentro de éstos, España y Suecia destacan por sus políticas sobre la conducción con alcohol. Entre 2001 y 2015 España ha triplicado las pruebas de alcohol preventivas realizadas aleatoriamente, disminuyendo las alcoholemias positivas en casi un tercio, reflejando que este tipo de técnicas son efectivas. En 2015, 1,4 % de las 5 millones de pruebas realizadas eran positivas. Por otro lado, en Suecia el mismo año solo el 0,23 % de todas las pruebas aleatorias de alcoholemia que se realizaron salieron positivas. Suecia tiene un límite legal de alcoholemia para conducir de 0,2 g/l, de los más bajos del mundo, y usa métodos alternativos como puntos de sobriedad con alcotests rápidos y confiables. En el largo plazo apunta desarrollar nuevas tecnologías para combatir la conducción con alcohol ([OECD, 2017](#)).

Comparando con países de la zona, Chile está relativamente mejor que Guatemala (15 %), Argentina (27 %) y Uruguay (38 %). Destaca el caso de éste último, quien es muy estricto con este tipo de políticas, pues desde 2016 la alcoholemia máxima permitida para conducir es de 0,0 g/l para todos los conductores. La población uruguaya tiene conciencia del alto riesgo de beber y conducir, ya que el 90 % de la población está de acuerdo con esta política. Interesantemente, otros países de Latinoamérica tienen una proporción menor, tales como Costa Rica (1 %), El Salvador (3 %), Cuba (4 %), Honduras (4 %), México (5 %), Nicaragua (8 %), Colombia (8 %) y Perú (10 %) ([WHO, 2015](#)).

Lo mencionado sugiere que si bien Chile está relativamente bien posicionado en materia de seguridad vial, aún queda por avanzar para reducir los accidentes de tráfico relacionados con el alcohol. Esto se ha demostrado en la preocupación de las autoridades chilenas por disminuir el crimen de la conducción con alcohol especialmente a partir del 2011, sin embargo, el desafío está en no solo crear nuevas leyes de tránsito, sino en aplicarlas y reforzarlas tal que su efecto perdure en el tiempo.

Apéndice C. Modelo económico de Tort Law

A continuación explico un modelo económico acerca de la Ley de Responsabilidad Civil, el que es usado para comprender los efectos esperados de la implementación de pena de cárcel como medida disuasoria para la conducción con alcohol. Igualmente, esto permite identificar un criterio de eficiencia para esta pena.

La Ley de Responsabilidad Civil, más conocida como Tort Law en inglés, se aplica en caso de accidente y tiene las funciones sociales de compensar a las víctimas por sus lesiones y disuadir comportamiento riesgoso no razonable del victimario (Miceli, 2004). El derecho de responsabilidad civil se justifica cuando la negociación no es posible porque hay altos costos de transacción. En el caso de los accidentes vehiculares los costos de transacción son altos, pues el conductor no puede negociar la asignación de costos futuros con otros conductores y peatones. Como supuesto se considera que las autoridades quieren promover una asignación eficiente de recursos maximizando eficiencia. Las reglas de responsabilidad social tienen que dar incentivos para que ambas partes minimicen el costo social del accidente. Hay 3 tipos de costos: el costo del accidente o daños provocados, el costo de evitar el accidente (costo de precaución) y los costos administrativos del sistema judicial.

En seguida presento el Modelo Unilateral de Cuidado, que es la versión más simple del Modelo de Precaución³¹. En éste hay tres agentes, el victimario, la víctima y el juez. La víctima sufre los daños del accidente, valorados en $D(x)$. El victimario es el que provoca el accidente, pero puede ser responsable o no dependiendo de la regla de responsabilidad que exista. Si lo es, entonces compensa a la víctima por los daños provocados. También decide cuánto invertir en precaución x , la cual es costosa monetariamente, para disminuir la probabilidad $p(x)$ del accidente. Tanto $p(x)$ como $D(x)$ son decrecientes en x , dado que una mayor precaución disminuye la probabilidad y la severidad del accidente. Entonces los daños esperados son $p(x)D(x)$ también decrecientes en x . Por su parte, el juez es el intermediario quien impone un castigo al culpable si éste es responsable.

B.1. Problema social

El problema social consiste en elegir el x que minimiza los costos de precaución más los daños esperados. Formalmente:

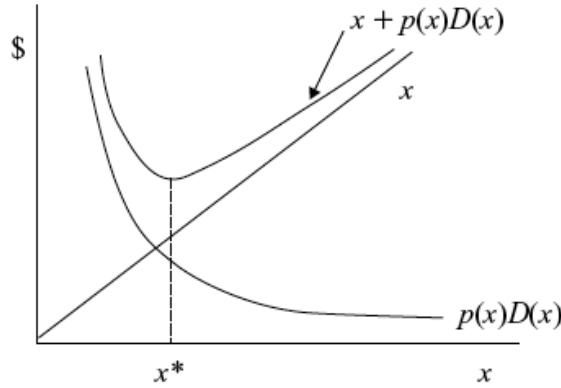
$$\min_x x + p(x)D(x) \quad (11)$$

La solución al problema se ve en la Figura 13, donde se grafica el costo de precaución (pendiente positiva), los daños esperados (pendiente negativa) y la suma de ambos costos (curva con forma de U). El nivel de cuidado que minimiza los costos es x^* , donde se alcanza el punto mínimo de la curva del costo total. Para niveles $x < x^*$ un peso extra de cuidado reduce los daños esperados de la víctima en más de un peso, por lo que los costos totales disminuyen. Para niveles $x > x^*$ un

³¹Para entender mejor el modelo económico de Tort Law, recomiendo ver el trabajo de Miceli (2004) y Shavell (2007).

peso extra disminuye los daños esperado en menos de un dolar, por lo que los costos aumentan.

Figura 13: Costos sociales en el modelo simple de accidentes



B.2. Problema del victimario

En primer lugar, se considera que en realidad x es elegido solo por el culpable. Cuando éste no tiene responsabilidad, los daños de la víctima son externos y solo minimiza su gasto en precaución. Por lo tanto $x = 0$ y los costos totales no son minimizados.

En segundo lugar, supongo que hay una regla de responsabilidad estricta, tal que el culpable es responsable por los costos provocados a la víctima. En este caso, el culpable elige el óptimo social x^* porque la amenaza de la responsabilidad lo obliga a internalizar los daños esperados de la víctima. Ahora los costos del culpable son iguales a los costos sociales.

Por último, cuando hay una regla de negligencia el culpable debe tener un cuidado responsable con todas las víctimas potenciales. Si le demuestra al juez que cumplió con su deber, entonces evita toda responsabilidad y solo paga el costo de precaución. En cambio, si se cree que evadió su responsabilidad, es juzgado como culpable. Es una mezcla entre las dos primeras reglas.

B.3. Castigo por los daños provocados

Como he mencionado, la Ley de Responsabilidad Civil se enfoca en la compensación de los daños causados a las víctimas, sin embargo, cuando el juez ve la conducta del culpable como intencional o imprudente, lo puede castigar para disuadirlo de volver a realizar el crimen en el futuro.

La teoría del Tort Law para el modelo de accidentes demuestra que solo con la compensación de daños $D(x)$ se puede lograr disuadir al victimario, por lo que si además se agregan daños punitivos podría haber un efecto disuasorio excesivo. Sin embargo, cuando existe la posibilidad de que el culpable no pague por los daños provocados, éste subinvierte en preocupación.

Bajo una regla de responsabilidad estricta, se presenta lo siguiente:

$$\min_x x + p(x)\alpha D(x) \quad (12)$$

donde α es la probabilidad de tener que hacerse responsable por los daños causados, con $\alpha < 1$. Como $p(x)\alpha D(x) < p(x)D(x)$, el victimario elige un nivel de precaución menor al eficiente. Por lo tanto, mientras menor sea α , menor será su nivel de precaución x .

Ahora supongo que el juez puede recompensar a la víctima con una compensación de daños $D(x)$ y además un castigo por daños R . La responsabilidad esperada del culpable es:

$$p(x)\alpha(D(x) + R) \quad (13)$$

Por lo tanto, se logra un nivel de cuidado eficiente cuando la responsabilidad esperada del culpable es igual a los daños esperados de la víctima, es decir:

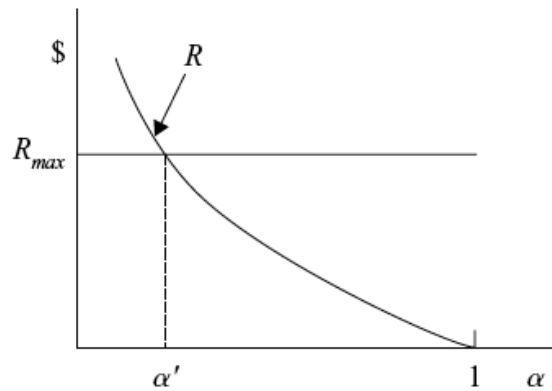
$$p(x)\alpha(D(x) + R) = p(x)D(x) \quad (14)$$

Despejando R , obtengo:

$$R = \frac{1 - \alpha}{\alpha} D(x) \quad (15)$$

El nivel eficiente del castigo por daños es proporcional a los daños, tal que $\frac{1-\alpha}{\alpha}$ es conocido como el «multiplicador de castigo». El monto del castigo por daños es decreciente en α y $R = 0$ cuando no hay riesgo de que el culpable escape de su responsabilidad, es decir con $\alpha=1$. La Figura 14 muestra R en función de α .

Figura 14: Nivel del castigo por daños que logra la disuasión eficiente



Referencias

- Abdel-Aty, M.A., Abdelwahab, H.T., 2000. Exploring the relationship between alcohol and the driver characteristics in motor vehicle accidents. *Accid. Anal. Prev.* 32, 473–482.
- Abouk, Rahi, and Scott Adams. 2013. "Texting Bans and Fatal Accidents on Roadways: Do They Work? Or Do Drivers Just React to Announcements of Bans?". *American Economic Journal: Applied Economics*, 5 (2): 179-99.
- Amuch, Asociación de Municipalidades de Chile, (2014). Anderson, M.D., Hansen, B., Rees, D. I. (2013). Medical marijuana laws, traffic fatalities, and alcohol consumption. *The Journal of Law and Economics*, 56(2), 333-369.
- Bachmann, M., Dixon, A.L., 2014. DWI sentencing in the United States: toward promising punishment alternatives in Texas. *Int. J. Criminal Justice Sci.* 9 (2), 181.
- Becker, G.S. (1968). "Crime and Punishment: An Economic Approach." *Journal of Political Economy* 78:167–217.
- Benson, B., Rasmussen, D., Mast, B., 1999. Detering drunk driving fatalities: an economics of crime perspective. *Int. Rev. Law Econ.* 19, 205–225.
- Benson, B., Rasmussen, D.W., 1994. *The Economic Anatomy of a Drug War: Criminal Justice in the Commons*. Latham, Md: Rowman and Littlefield.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2014. Informe anual Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Blais, E., Bellavance, F., Marcil, A., Carnis, L., 2015. Effects of introducing an administrative: 0,5 blood alcohol concentration limit on law enforcement patterns and alcohol-related collisions in Canada. *Accid. Anal. Prev.* 82, 101–111.
- Blumenthal, M., Ross, H. Two Experimental Studies of Traffic Law: Vol 1, The Effect of Legal Sanctions on DWI offenders. Technical Report DOT-HS-800-825. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration, 1973.
- Bouffard, J., Niebuhr, N., Lyn Exum, M., (2017) Examining Specific Deterrence Effects on DWI Among Serious Offenders. *Crime Delinquency* 63:14, pages 1923-1945.
- Burger, N.E., Kaffine, D.T., Yu, B., 2014. Did California's hand-held cell phone ban reduce accidents? *Transp. Res. Part A: Policy Pract.* 66, 162–172.
- Calonico, S., Cattaneo, M.D., Titiunik, R., 2014. Robust nonparametric confidence intervals for regression-discontinuity designs. *Econometrica* 82, 2295–2326.
- Calonico, S., Cattaneo, M., Titiunik, R., 2015. Optimal data-driven regression discontinuity plots. *J. Am. Stat. Assoc.* 110, 1753–1769.
- Cárdenas, G., García, S., Salas, A., (2016). Análisis de la corrupción y la gobernanza en América Latina. Instituto L.R. Klein, n° 25.
- Carpenter, C., Kloska, D., O'Malley, P., Johnston, L., 2007. Alcohol control policies and youth alcohol consumption: evidence from 28 years of monitoring the future. *B.E. J. Econ. Anal. Pol.* 7, 1–21.
- Carpenter, C. (2004). How do zero tolerance drunk driving laws work? *Journal of Health Economics* 23 (1), 61–83.

142, 615–635.

INE, 2017. Compendio estadístico. Instituto Nacional de Estadísticas de Chile.

INE, 2016. Estadísticas vitales. Instituto Nacional de Estadísticas de Chile.

INE, 2015. Anuarios parque de vehículos en circulación. Instituto Nacional de Estadísticas de Chile.

INE, 2014b. Población país y regiones – actualización 2014 – y proyección 2002–2020. Instituto Nacional de Estadísticas de Chile.

Kenkel, D., 1993a. Do drunk drivers pay their way? *J. Health Econ.* 12, 137–149.

Kenkel, D., 1993b. Drinking, driving, and deterrence: the effectiveness and social costs of alternative policies. *J. Law Econ.* 36, 877–913.

Kenkel, D., 1996. New estimates of the optimal tax on alcohol. *Econ. Inq.* 34, 296–319. Kenkel, D., 1998. A guide to cost-benefit analysis of drunk-driving policies. *J. Drug Issues* 28, 795–812.

Killoran A et al 2010. Review of effectiveness of laws limiting blood alcohol concentration levels to reduce alcohol-related road injuries and deaths. Centre for Public Health Excellence NICE. Final report March 2010. (<https://www.nice.org.uk/guidance/ph50/resources/additional-publications2>, accessed 15 September 2015).

Klingberg, C.; O’Connell, J.; Salzberg, P.; Chadwick, J.; and Paulsrude, S. An Evaluation of Washington State’s 1979 Driving While Intoxicated (DWI) Laws. Final Report, DOT HS-806-838. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration, 1984.

Koenker, R., Bassett, G., 1978. Regression quantiles. *Econometrica* 46, 33–50.

Lee, D., Lemieux, T., 2010. Regression discontinuity designs in economics. *J. Econ. Lit.* 48, 281–355.

Mendes, S., 2004. Certainty, Severity, and Their Relative Deterrent Effects: Questioning the Implications of the Role of Risk in Criminal Deterrence Policy. *Policy Studies Journal*, V 32, p. 59–74.

Miceli, T. J. (2004). *The economic approach to law*. Stanford University Press.

Nichols, J., Ross, H., 1991. The effectiveness of Legal Sanctions in Dealing with Drinking Drivers. *Journal of Safety Research* 22, 117.

Nörstrom, T., Laurell, H., 1997. Effects of lowering the legal BAC-limit in Sweden. In: Mercier-Guyon, C. (Ed.), *Proceedings of the 14th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety-T’97*. September 21–26. Centre d’études et de recherche en médecine du trafic, Annecy.

OECD, 2017. Global Status Report Road Safety (GSRRS) 2017. International Transport Forum.

Otero, S., Rau, T., 2017. The effects of drinking and driving laws on car crashes, injuries, and deaths: Evidence from Chile. *Accid. Anal. Prev.* 106, 262–274.

Otero, S., 2013. Short-term effects of Zero Tolerance Laws on Drinking and Driving in Chile. Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Powell, J.L., 1986. Censored regression quantiles. *J. Econom.* 32, 143–155.

Rizzi, L., Fariña, P., 2013. Alcohol en conducción y su incidencia en la ocurrencia de accidentes de tránsito con víctimas fatales en Chile: falencias en las estadísticas nacionales. *Rev. Ing. Transp.* 18, 3–9.

- Ross, L.H., McCleary, R., Lafree, G., 1990. Can Mandatory Jail Laws Deter Drunk Driving—The Arizona Case, 81 J. Crim. L. Criminology 156
- Ross, L.H., Klette, H., 1995. Abandonment of mandatory jail for impaired drivers in Norway and Sweden. *Accid. Anal. Prev* 27, 151-157.
- Saffer, H., Dave, D., Grossman, M., (NBER Working Paper 18180) 2012. Behavioraleconomics and the demand for alcohol: results from the NLSY97. National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- Shrestha, V., 2015. Estimating the price elasticity of demand for different lev-els of alcohol consumption among young adults. *Am. J. Health Econ.* 1,224–254
- Sloan, F., Eldred, L., Xu, Y., 2014. The behavioral economics of drunk driving. *J. HealthEcon.* 35, 64–81.
- Tashima, H., and, R. 1986. An Evaluation of the California Drunk Driving Countermeasure System.- Volume 3, An Evaluation of the Specific Deterrent Effects of Alternative Sanctions for First and Repeat DUI Offenders. Sacramento, CA: Department of Motor Vehicles, 1986.
- Tippetts AS et al. A meta-analysis of .08 BAC laws in 19 jurisdictions in the United States. *Accident Analysis Prevention.* 2005;37 (1):149–61.
- Vingilis, E., Blefgen, H., Lei, H., Sykora, K., Mann, R., 1988. An evaluation of the deterrent impact of Ontario's 12-hour licence suspension law. *Accid. Anal. Prev.* 20, 9–17.
- Voas, R. B. (1986). Evaluation of jail as a penalty for drunk driving. *Alcohol, Drugs Driving*, 2(2), 47-70.
- WHO, 2015. Global Status Report on Road Safety 2015, World Health Organization.
- WHO, 2018. Global Health Estimates 2016: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2016. Geneva.
- World Bank, 2018. Country and Lending Groups. (accessed on 8-2018).
- Yao, J., Johnson MB., Beck, K., 2014. Predicting DUI decisions in different legal environments: investigating deterrence whith a conjoint experiment. *Traffic Inj Prev*, p. 213-21.
- Ying, Y., Wu, C., Chang, K., 2013. The Effectiveness of Drinking and Driving Policies for Different Alcohol-Related Fatalities: A Quantile Regression Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2013, 10, 4628-4644