

# Impacto de ley de cero alcohol en Uruguay: resultados sobre el consumo y la siniestralidad vial

Impact of the implementation of a zero blood alcohol concentration law in Uruguay: effect on consumption and fatal crashes

Impacto da lei de tolerância zero ao álcool no Uruguai: resultados no consumo e acidentes rodoviários

Daniel Alessandrini<sup>1</sup>, Florencia Lambrosquini

## Resumen

**Introducción:** apuntando a la prevención y disminución de la siniestralidad vial, se promulgó la Ley 19360 “de alcohol cero” que modifica la tolerancia de alcohol en sangre para conductores, bajándola de 0,3 g/l a 0,0 g/l, con probados resultados de disminución de siniestros fatales en el corto plazo

**Objetivo:** analizar el impacto de dicha norma en la venta declarada de alcohol y sobre los usuarios de vías siniestradas por tipo de vehículo y región

**Metodología:** estudio inferencial, de impacto de intervención. Se analizaron series de tiempo de distintas fuentes, para medir si hubo cambios significativos en éstas mediante la modelización ARIMA, comparando antes y después de la sanción de la Ley 19360

**Resultados:** el consumo de alcohol declarado no sufrió modificaciones importantes a pesar de la ley cero, mientras que la cantidad de motociclistas fallecidos y heridos de gravedad caen de manera significativa a partir de la sanción de la Ley 19360

**Conclusiones:** los motociclistas son los más beneficiados con esta legislación, con numerosas vidas salvadas. Los datos sugieren un posible cambio de comportamiento de los conductores de vehículos respecto al consumo de alcohol antes y durante el manejo. La mejora continua de la información disponible para la ciudadanía es clave para comprender mejor estos fenómenos.

**Palabras clave:** Consumo de bebidas alcohólicas  
Accidentes de tránsito  
Cambio social

**Key words:** Alcohol drinking  
Traffic accidents  
Social change

1. Fundación Gonzalo Rodríguez. Montevideo, Uruguay.

Correspondencia: Lic. Florencia Lambrosquini. Correo electrónico: flambrosquini@gmail.com

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Recibido: 15/7/2021

Aprobado: 1/12/2021

Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)

## Introducción

Los siniestros de tránsito son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel global -en particular en grupos de jóvenes- y con un peso mayor en países de menores ingresos<sup>(1)</sup>. Son costosos a nivel individual y colectivo, tanto sea por las secuelas y pérdidas en vidas humanas, como también en términos de salud pública, laborales y económicos<sup>(2,3)</sup>.

La relación entre el consumo de sustancias (principalmente alcohol) y el tránsito ha sido largamente demostrada a lo largo y ancho del planeta<sup>(4-7)</sup>. La forma más utilizada para determinar el nivel de consumo es a través de la cantidad de alcohol en sangre (CAS), medido en gramos por litro de sangre (g/l). Se utilizan en general dos métodos para estimarla: a través de la sangre, o indirectamente con una espirometría (alcoholimetría en aire espirado), que es actualmente el método más común para fiscalizar<sup>(8)</sup>. Siguiendo con los lineamientos impulsados desde 1994 con la Ley 16585 y posteriormente por UNASEV como ente regulador de las actividades relativas al tránsito y la seguridad vial del país<sup>(9)</sup>, desde 2016 Uruguay tiene vigente una ley que prohíbe el manejo de cualquier tipo de vehículo con CAS positivo<sup>(10)</sup>. Esta legislación ha sido bien recibida por la opinión pública<sup>(11)</sup> y se ha mostrado su incidencia en el decremento de la cantidad de fallecidos global en durante sus primeros años de aplicación<sup>(12)</sup>, pero aun así parte de la sociedad y de la clase política continúa dispuesta a regresar a la legislación anterior (límite de CAS 0,3 g/l), sin ningún tipo de fundamento científicamente comprobado. Se esgrime como argumento que la denominada “ley cero” impactó directamente a industria de bebidas alcohólicas con pronunciadas caídas en las ventas de dichas bebidas, además de que la caída de la siniestralidad no fue la esperada<sup>(13)</sup>. Si bien se ha demostrado su incidencia a la baja en la siniestralidad general<sup>(12)</sup>, resta saber si el impacto ha sido similar en distintos grupos de usuarios, algo de lo que parece haber indicios, particularmente en los siniestrados en motos<sup>(14)</sup>.

Por ello, los objetivos del presente trabajo son dos: verificar si la venta de alcohol ha sufrido modificaciones desde la sanción de la citada Ley, y determinar si el impacto positivo de dicha normativa -esto es, la disminución comprobada por otros trabajos en la morbilidad por siniestros de tránsito- ha sido similar o diferente para distintos grupos de usuarios de las vías.

## Material y método

### Datos

Se han utilizado tres fuentes de datos secundarios diferentes:

- *Fuente 1*: series mensuales de consumo de bebidas

alcohólicas registradas y analcohólicas (aguas y jugos) gravadas por el Impuesto Específico Interno (IMESI), para el período enero/2013-diciembre/2019<sup>(15)</sup>. Por su parte, el consumo denominado no registrado (mayoritariamente bebidas alcohólicas de fabricación casera, por ejemplo licores, vinos, bebidas fermentadas, etc.) que se estima entre 15% y 30% del total<sup>(16)</sup>, no fue considerado.

- *Fuente 2*: datos abiertos de 178.184 registros de personas heridas (leves, graves) y/o fallecidas en siniestros de tránsito en Uruguay, entre 01/01/2013 y 31/12/2019. Se cuenta con nivel desagregado de usuario de vía al momento del siniestro (conductor o pasajero separado por vehículo: auto o moto; peatón). En el caso de los fallecidos, se cuentan aquellas defunciones hasta 30 días pasado el momento del siniestro<sup>(17)</sup>.
- *Fuente 3*: estimación poblacional mensual nacional y departamental, usando la proyección más actualizada (2013) en base al último Censo de Población, Hogares y Viviendas<sup>(18)</sup>.

La fuente 1 fue analizada directamente. En la misma no se cuenta con el consumo mensual de vinos (más detalles en el Anexo 1). Con las fuentes 2 y 3 se creó una serie temporal de tasas de cantidad de siniestrados leves, graves y fatales mensual, separada por región (Interior y Montevideo) y vehículo en el cual se trasladaban las personas siniestradas. Esta separación surge de la percepción de la existencia de diferencias en la fiscalización y las características de los siniestros, algo también sugerido en la bibliografía consultada<sup>(8)</sup>. Se dejan fuera otros vehículos como las bicicletas o los vehículos pesados (camiones y ómnibus) porque para los primeros los datos mensuales son muy dispersos (varios valores mensuales son cero) generando así dificultades para construir las series, mientras que para los segundos hay indicios que la ley cero no tiene ningún tipo de incidencia<sup>(14)</sup>.

La tercera fuente de información fue crucial para contar con estimaciones de cantidad de habitantes en las dos regiones propuestas para cada mes del período considerado, construyéndose luego las tasas mensuales de heridos y fallecidos cada cien mil habitantes que se utilizaron en el resto del trabajo (más información en el Anexo 2).

### Métodos estadísticos

Para ambos grupos de series, el procedimiento se dividió en tres etapas. En primera instancia se observaron patrones en gráficos de series temporales para cada uno de los conjuntos de datos, para decidir si era necesario continuar o no con análisis más profundos. Aquellos que presentaban caídas en su tendencia -esto es,

el componente de progresión a largo plazo de la serie—eran considerados para profundizar su análisis; en el caso de las bebidas se avanzó con ambos conjuntos de datos. En la segunda etapa se calculó la diferencia de promedios entre el período previo y posterior para cada una de las series, buscando en cada caso diferencias significativas entre períodos, particularmente negativas (por ejemplo menor cantidad de personas cada 100.000 habitantes lesionadas o fallecidas en período posterior a la intervención o cambio respecto al período anterior). Se usó una prueba *t* de diferencia de medias con la variante propuesta por Welch para varianzas diferentes entre grupos de datos<sup>(19)</sup>. Se tomaron dos posibles momentos de intervención: la entrada en vigor de la ley (enero de 2016)<sup>(20)</sup> y el momento estimado de su puesta en práctica (enero de 2017)<sup>(21)</sup>. En la tercera y última etapa, particularmente para las series de siniestralidad vial, se trabajó con las series que mostraron diferencias significativas en cada caso, y para cada una de ellas se las modeló bajo el enfoque ARIMA, incluyendo variables escalón (*step*) que valen 1 desde un determinado momento y cero en el resto. Se usaron las fechas mencionadas anteriormente (enero de 2016 y enero de 2017) como momentos de cambio estructural en todos los casos. En caso de verificar que el parámetro de la variable escalón era significativo (se consideró así a todo valor  $p < 0,05$ ), el efecto queda confirmado.

El análisis de intervención en series temporales sirve para cuantificar el cambio en el valor medio de una serie de datos luego de introducir un nuevo procedimiento, nueva regulación o política que tiene la intención de cambiar de forma deliberada al comportamiento de esa serie. Se asume que la misma estructura ARIMA se cumple antes y después de la mencionada intervención<sup>(22)</sup>.

El enfoque ARIMA es una herramienta de modelización de series temporales de datos, a través de dos términos polinómicos: uno de autorregresión (esto es, un dato regresado sobre sí mismo) y el otro de medias móviles (o promedio de datos en una determinada ventana de tiempo). Una versión más general, denominada (S)ARIMA, permite incorporar en la modelización tanto la tendencia como la estacionalidad, limitantes del modelo ARIMA original. En ambos casos se requiere que los datos sean estacionarios, es decir que su variabilidad no cambie a lo largo del tiempo. En caso de no cumplir dichos supuestos, se pueden transformar los datos (por ejemplo diferenciación para estacionalizar, logaritmación para suavizar) para utilizar este enfoque. La expresión  $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)$  muestra los parámetros del modelo. El primer paréntesis ( $p, d, q$ ) refiere a los parámetros regulares del modelo (en general enteros positivos): diferenciación ( $d$ ), estructura de errores autorregresiva AR ( $p$ ) o de medias móviles MA

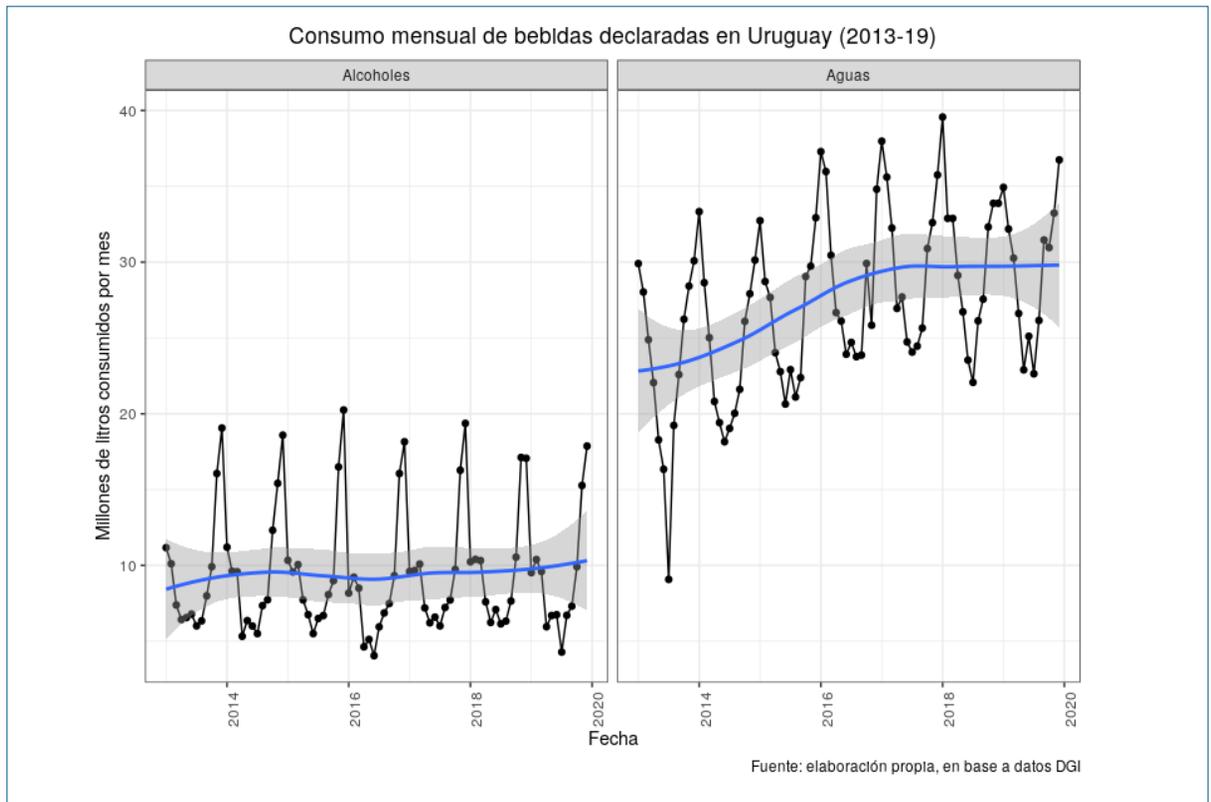
( $q$ ), mientras que el segundo refiere a la parte estacional del modelo: diferenciación ( $D$ ), y errores estacionales correspondientes (AR:  $P$ , MA:  $Q$ ) (23). Para decidir el modelo final se utiliza un procedimiento iterativo, el denominado método de Box Jenkins, que consta de tres pasos: identificación y selección del modelo más adecuado, estimación de los parámetros de ese modelo y chequeo de supuestos mediante diferentes pruebas de hipótesis. Se utilizaron para los dos primeros pasos la función `auto.arima` del paquete `forecast` del software estadístico R<sup>(24)</sup>. Esta función determina el mejor modelo ARIMA ajustado a cada serie, en base a una búsqueda exhaustiva automática<sup>(25)</sup>. Los parámetros se estiman por máxima verosimilitud y los modelos son seleccionados utilizando los criterios de Akaike (AICc) y Bayesiano (BIC)<sup>(26)</sup>. En el tercer paso se utilizaron distintos chequeos: autocorrelación total y parcial para detectar raíz unitaria, independencia (prueba Q de Ljung-Box) y normalidad (pruebas de Shapiro-Wilk y Jarque-Bera) de residuos, significancia de parámetros estimados (pruebas de Wald); todos ellos incluidos en los paquetes `forecast`, `tseries`<sup>(27)</sup> y `astsa`<sup>(28)</sup> de R.

## Resultados

### Evolución del consumo de alcohol 2013-2019

En la figura 1 se muestra la evolución del consumo de dos grupos de bebidas registradas: en la parte (a) bebidas alcohólicas, y en la parte (b) aguas y jugos. El grupo de bebidas analcohólicas se utiliza como “testigo” para determinar si ocurrió un efecto espurio (establecer causalidad cuando en realidad no existe) entre la puesta en marcha de la ley cero y el consumo de bebidas en general.

La figura 1(a) muestra picos en todos los años sobre el mes de diciembre, lo que indica un fuerte componente estacional del consumo de alcohol en nuestro país. La bebida que tiene más peso es la cerveza: aproximadamente 6 de cada 10 litros comercializados en Uruguay son de esta bebida. Sin embargo, al interior de cada año hay cambios: las bebidas de “consumo íntimo” (consumidas en el hogar, como por ejemplo muchas de las bebidas blancas) tienen un pico en los meses de otoño e invierno (mayo-agosto). Si se compara con el consumo de aguas y jugos, éste es entre 2 y 3 veces superior al de bebidas alcohólicas, también con picos estacionales pero en meses distintos (alcohol en diciembre, aguas en enero), seguramente más relacionado con la temperatura promedio en cada mes del año<sup>(30)</sup>. Se aprecia además para ambas bebidas que luego de la sanción de la ley no han tenido cambios significativos en su comportamiento (aguas y jugos parecen tener una meseta en su crecimiento a partir de 2018).



Fuente: elaboración propia, en base a datos DGI

**Figura 1.** Consumo mensual de (a) alcohol (excluido vinos) y (b) aguas y jugos, en millones de litros por mes. Se agrega curva de tendencia, estimada por método de regresión local LOESS (línea azul)<sup>(29)</sup>.

La tabla 1 confirma mediante las pruebas de diferencia de medias lo que insinuaba la figura 1: la ley cero no ha influido en el consumo de bebidas alcohólicas declaradas. Respecto a las bebidas analcohólicas, se muestran diferencias significativas en ambos momentos de intervención estudiados, aunque con una clara meseta en la tendencia a partir de 2018. Una posible lectura es que pudo haber un corrimiento de consumidores hacia bebidas no alcohólicas, pero debería estar acompañado de un descenso significativo en el consumo de bebidas alcohólicas, algo que claramente no ha ocurrido.

### Siniestralidad por grupos de usuarios

La figura 2 muestra por su parte las diferentes tasas mensuales de personas siniestradas cada cien mil habitantes para conductores y pasajeros de automóviles (Au) y motocicletas (Mo), y peatones (Pe), separadas por resultado fatal (FI), con heridas graves (HG) o leves (HL), para cada una de las dos regiones definidas: Interior (Int) y Montevideo (Mvd). Nótese la diferencia en las magnitudes: si bien la escala de medición es la misma (tasas por cada 100.000 habitantes), las cantidades de fallecidos y heridos son diferentes, siendo las tasas aproximadamente entre 2 y 10 veces mayores

según se pasa a niveles de gravedad mayor (por ejemplo la cantidad de heridos graves en auto cada 100.000 habitantes es aproximadamente 2 veces mayor a la de fallecidos, como se aprecia en los ejes verticales).

Si se realiza una lectura por tipo de vehículo involucrado, las tendencias muestran prácticamente sin cambios los distintos tipos de resultado para los pasajeros de automóviles en el Interior del país, mientras que Montevideo aparenta una leve caída solo para los siniestrados graves desde 2016. Para el caso de quienes viajaban en motocicletas, es mucho más claro el descenso de todas las tasas para todos los resultados y en ambas regiones consideradas. Finalmente, los peatones muestran cambios importantes sólo para el caso de los heridos (tanto leves como graves) en ambas regiones.

Se decide a partir de este punto centrar el análisis en los grupos de vehículos considerados (autos y motos), ya que claramente la ley cero no ha sido la principal causante del descenso de los peatones heridos (éste comienza desde que se tienen datos); seguramente sean otros temas de fondo que, con los datos disponibles, no se pueden determinar con certeza.

Como se aprecia en la tabla 2, las diferencias en el caso de los siniestrados en automóviles no son signifi-

**Tabla 1.** Consumo registrado de alcohol y aguas, período 2013-2019.

Serie	Diferencias 2013-15 vs 2016-19				Diferencias 2013-16 vs 2017-19			
	$m_{2016}$	$\Delta\%$	$t$	$ p >t$	$m_{2017}$	$\Delta\%$	$t$	$ p >t$
Alcoholes	-0,308	-3,21 %	0,345	0,731	0,159	1,69 %	-0,18	0,857
Aguas	5,05	20,66 %	-4,476	<0,001***	4,3	16,88 %	-3,83	<0,001***

$m_i$  es la diferencia de promedios entre el período pre y postintervención, señalado éste por el año  $i$ ,  $i = 2016, 2017$ . Umbrales para p-valores señalados con \*, \*\* o \*\*\* para  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$  y  $p < 0,001$  respectivamente.

**Tabla 2.** Diferencias de medias para los períodos de intervención considerados.

Serie	Diferencias 2013-15 vs 2016-19				Diferencias 2013-16 vs 2017-19			
	$d_{2016}$	$\Delta\%$	$t$	$ p >t$	$d_{2017}$	$\Delta\%$	$t$	$ p >t$
IAF	0,029	6,25%	-0,652	0,516	0,049	10,50%	-1,078	0,284
IAG	0,094	7,37%	-0,047	0,298	0,047	3,50%	-0,489	0,627
IAL	1,185	11,84%	-2,506	0,014*	1,36	13,48%	-2,726	0,008**
IMF	-0,154	-20,10%	3,389	0,001**	-0,113	-15,57%	2,327	0,023
IMG	-0,732	-10,49%	3,489	<0,001***	-0,653	-9,55%	3,228	0,002**
IML	-4,706	-10,70%	4,366	<0,001***	-9,161	-9,16%	3,918	<0,001***
MAF	-0,013	-11,87%	0,639	0,524	-0,001	-1,33%	0,065	0,948
MAG	-0,108	-11,40%	1,785	0,079	-0,129	-13,76%	2,236	0,028
MAL	-0,369	-2,94%	0,888	0,377	-0,36	-2,88%	0,912	0,365
MMF	-0,193	-37,50%	4,95	<0,001***	-0,161	-33,92%	3,959	<0,001***
MMG	-1,072	-21,49%	5,907	<0,001***	-1,091	-22,52%	5,474	<0,001***
MML	-4,05	-15,77%	6,794	<0,001***	-3,192	-12,90%	5,373	<0,001***

Serie hace referencia a la combinación Región (Interior, Montevideo), Vehículo (Automóvil, Motocicleta), Resultado (Fallecido, herido Grave, herido Leve).  $d_i$  es la diferencia de promedios entre el período pre y post intervención, señalado éste por el año  $i$ ,  $i = 2016, 2017$ . Umbrales para p-valores señalados con \*, \*\* o \*\*\* para  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$  y  $p < 0,001$  respectivamente

cativas entre los períodos pre y postvigencia de la ley cero, pero sí lo son para quienes viajaban en motos al momento del siniestro. Por tanto, de las 12 comparaciones posibles sólo 6 de ellas muestran caídas estadísticamente significativas, todas ellas relacionadas a conductores y pasajeros de motos.

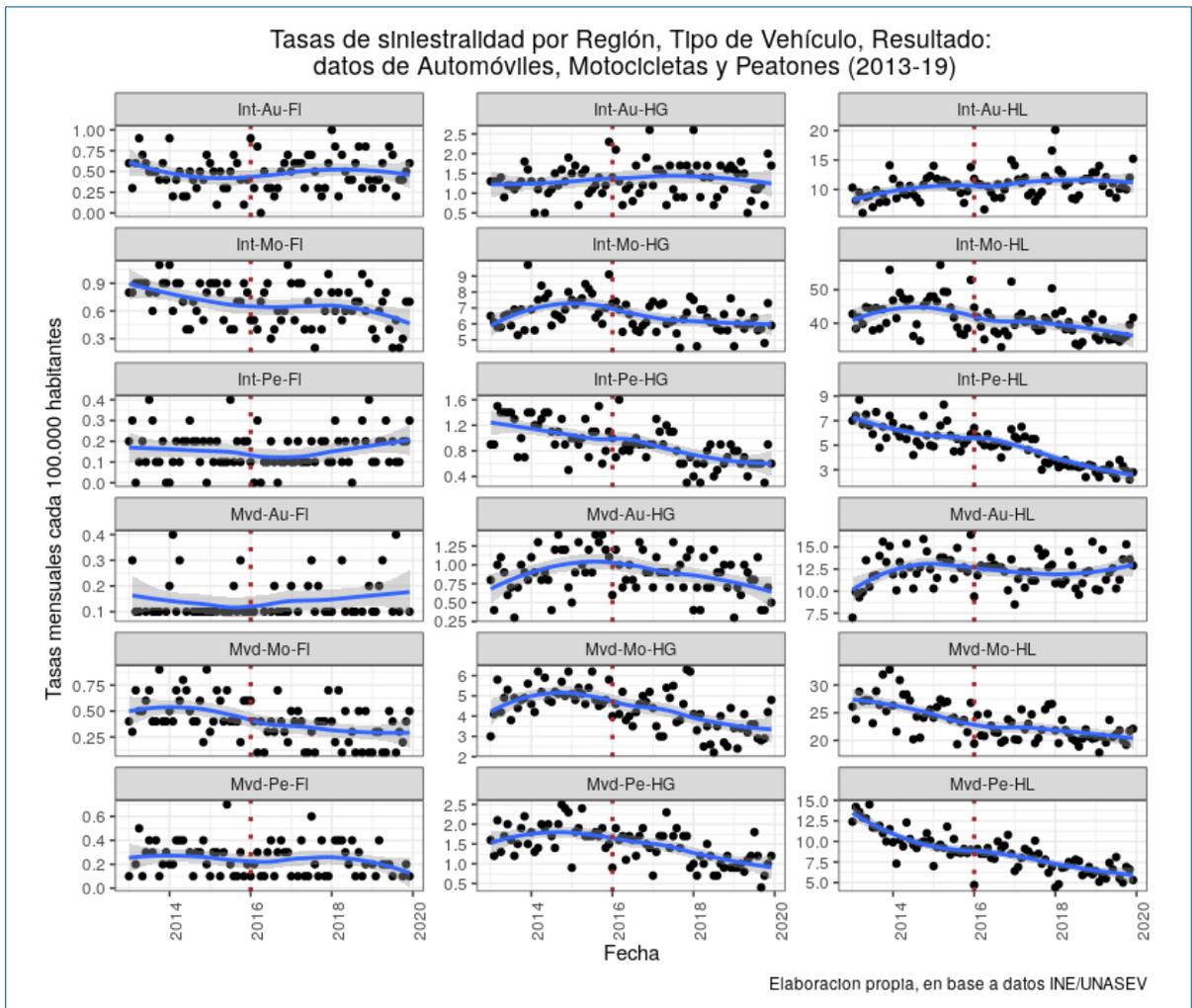
La tabla 3 muestra por su parte los resultados de los modelos ARIMA para cada una de las series de siniestrados en moto separados por región y gravedad. En cada columna figuran las distintas combinaciones de región, vehículo y resultado. En las filas se leen los valores de ajuste del modelo ARIMA, así como los coeficientes de las intervenciones. Al ser los datos en cada caso diferentes, las únicas comparaciones válidas son entre filas de una misma columna.

Si se comparan la calidad del ajuste de los modelos a los datos, los que presentan menores valores en los indicadores AICc y BIC son aquellos que incluyen la variable de intervención desde enero de 2016. Esto es

un claro indicio de que se mejora la información que explica cada modelo si se incluyen estos términos, lo cual indica que los efectos comienzan una vez sancionada la ley, descartando así el otro momento de intervención establecido (enero de 2017).

Observando los coeficientes de estas variables de intervención, se deducen caídas importantes para los fallecidos en moto en ambas regiones: el índice cae 0,15 cada 100.000 habitantes en el Interior (una caída de 20% respecto al índice previo a la ley) y 0,19 cada 100.000 habitantes en Montevideo (más de 37% de caída), lo cual se traduce en aproximadamente 36 y 20 vidas salvadas por año en cada región.

Las caídas respecto a los heridos graves en motocicletas también fueron importantes, aunque un poco más leves que para los fallecidos: en Montevideo este índice cae un poco más de 1 cada 100.000 mensual (-21,5%) y en el Interior un poco por debajo de 1 cada 100.000 (-0,956, o -10,5%).



**Figura 2.** Comparación de tasas de siniestralidad mensual según región, tipo del vehículo y resultado, período 2013-19. Marcada con línea punteada: sanción de Ley 19360 (2016). Referencia de cada gráfico: Regiones: Interior (Int), Montevideo (Mvd). Forma de movilidad al momento del siniestro: en Automóvil (Au), Motocicleta (Mo), Peatón (Pe). Resultado: Herido Leve (HL), Herido Grave (HG), Fallecido (FI). Se agrega curva de tendencia (línea azul), estimada por método de regresión local LOESS<sup>(29)</sup>.

## Discusión

El consumo de alcohol en Uruguay no ha presentado cambios significativos (ni en incremento ni en decremento), echando por tierra una posible crisis del sector debida en parte a la ley cero. Si bien se sugiere la reducción de consumo de alcohol por distintos medios (limitación a su acceso, control de publicidad, impuestos específicos, etc.) como forma efectiva de reducir la siniestralidad vial<sup>(14)</sup>, en el caso de Uruguay hay indicios de un posible cambio de comportamiento social: con más vehículos registrados y un consumo similar de bebidas alcohólicas, la cantidad de siniestros y proporciones de lesionados descienden de forma significativa desde la sanción de la ley (para algunos grupos el descenso comienza incluso antes).

Los cambios introducidos en legislación sobre al-

cohol han ayudado a disminuir la siniestralidad pero de forma heterogénea: los siniestrados en moto presentan caídas sostenidas incluso poco antes de sancionarse la ley cero, mientras que para los siniestrados en autos los cambios no siguieron la misma tendencia. Se ha demostrado en este artículo que particularmente para los motociclistas la ley ha tenido un impacto importante, y esto es un hecho destacable en la salud pública de nuestro país. Se deduce también un mayor efecto entre fallecidos y heridos graves, de forma similar a otros trabajos consultados que utilizaron metodologías diferentes<sup>(12)</sup>. También aparece un efecto regional claro: la lesividad en motos bajó de forma más pronunciada en Montevideo que en el Interior del país, probablemente por motivos mencionados en otros trabajos<sup>(8)</sup>, como mayor control de autoridades y cobertura mediática.

**Tabla 3.** (a) Modelos ARIMA con estructura estadísticamente significativa; (b) estadísticos de ajuste (AICc,BIC) comparando el ARIMA original y los que contienen las intervenciones en enero de 2016 (I 2016 ) y enero de 2017 (I 2017 ); (c) valor del parámetro de intervención en 2016 y 2017.

		IMF	ARIMA(0,1,2)			
(a)	IMF		ARIMA(0,1,2)			
	IMG		ARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12]			
	MMF		ARIMA(0,1,1)			
	MMG		ARIMA(0,1,2)			
		(b)	IMF	IMG	MMF	MMG
Original	AICc	-14,07	224,42	-37,06	209,68	
	BIC	-2,76	231,37	-32,37	216,64	
(b)	I <sub>2016</sub>	AICc	-14,78	220,54	-41,34	208,18
		BIC	-5,62	229,7	-34,39	217,34
	I <sub>2017</sub>	AICc	-11,78	226,24	-35,35	210,68
		BIC	-2,62	235,4	-28,39	219,84
		(c)	IMF	IMG	MMF	MMG
(c)	I <sub>2016</sub>	I <sub>2016</sub>	-0,156	-1,007	-0,194	-0,956
		SE	0,056	0,373	0,039	0,468
		p	0,005	0,007	<0,001	0,041
	I <sub>2017</sub>	I <sub>2017</sub>	-0,045	0,308	0,067	-0,58
		SE	0,113	0,502	0,096	0,504
		p	0,689	0,54	0,488	0,25

Las series cumplen con la misma combinación que la tabla 2. En cada columna figuran las distintas combinaciones de región, vehículo y resultado. En las filas se leen los valores de ajuste del modelo ARIMA (b), así como los coeficientes de las intervenciones (c). Los modelos para las series IML y MML tienen componentes estructurales no significativos, por lo cual no son considerados.

Se observan particularmente “pulsos” (o efectos de corto plazo) en estas series: sus caídas son un poco más profundas al comienzo de la intervención (períodos inmediatamente posteriores a la sanción de la ley) y se atenúan con el tiempo; resta saber si el efecto será permanente. Otros grupos, como los vehículos cuyos conductores necesitan libretas profesionales aparentan no tener cambios; esto posiblemente se debe porque el CAS 0 regía para éstos antes de la nueva ley<sup>(14)</sup>. Los automóviles presentan una peculiaridad, teniendo incluso picos posteriores a la sanción de la ley. Una posible hipótesis tendría relación con el movimiento turístico estival, ya que muchos turistas de la región utilizan estos vehículos para su desplazamiento. Los peatones merecen un análisis aparte. Si bien las tasas de fallecidos no han cambiado en prácticamente todo el período considerado, con los heridos ocurre algo inesperado: una caída prácticamente lineal desde el comienzo (enero de 2013), en ambas regiones considera-

das y para heridos graves y leves. Esto necesariamente necesita una mirada más profunda para determinar los causantes de este comportamiento, desde los patrones de viaje de las personas hasta los posibles impactos de medidas puntuales, como pueden ser la disminución de velocidades máximas en tramos específicos de distintos tipos de vías, tanto urbanas como suburbanas e incluso rurales<sup>(31)</sup>.

Creemos entonces que el efecto de esta ley es el más importante de todos los posibles efectos medibles en este período para explicar el descenso de la siniestralidad. No obstante, y en base a diferentes estudios que muestran a la siniestralidad vial como un problema multifactorial, cuestiones como algunas medidas puntuales de mejora de fiscalización (por ejemplo la creación del Centro de Gestión de Movilidad en Montevideo o la unificación de varios cuerpos policiales en la Policía Nacional de Tránsito en el resto del país) podrían haber contribuido adicionalmente a esta caída estructural. Como fortalezas del trabajo citamos la comparación de consumo de alcohol y de siniestralidad en el mismo período. Contar con esta información de acceso público fue fundamental para derribar algunas percepciones previas. El consumo de alcohol registrado parece tener una tendencia de crecimiento nulo, en claro contraste con la caída por momentos sostenida en la siniestralidad vial.

Las limitaciones del trabajo recaen en tres elementos. Primero, las series de tiempo cortas: no se cuenta aún con suficiente información para tener mejor ajuste de los modelos propuestos, particularmente a sabiendas que la siniestralidad vial es un fenómeno claramente estacional en nuestro país, coincidente con análisis en países templados<sup>(32)</sup>. Segundo, los datos de siniestralidad utilizados no tienen registro del posible consumo de alcohol de las personas siniestradas, teniendo como consecuencia el no poder estudiar el efecto directo de la ley sobre aquellos que se accidentaron y tuvieron CAS positivo antes o después de los momentos de intervención señalados. Esto complementaría el análisis y fortalecería (o debilitaría) el argumento planteado. Tercero, si bien el subregistro del tipo de vehículo en que viajan los siniestrados ha disminuido considerablemente desde 2013, esto continúa siendo una limitante para describir con mayor detalle la realidad (el mismo se sitúa entorno de 5% anual). Como los datos utilizados llegaban hasta 2019, tampoco fue posible cuantificar el efecto de la pandemia por COVID-19 en la siniestralidad, el consumo de alcohol y su efecto combinado, donde ya existen varios trabajos a nivel internacional que dan cuenta de diferentes aspectos y resultados<sup>(33,34)</sup>.

Este trabajo es un aporte adicional al sinfín de investigaciones que han surgido en la región en los últimos años, además de mostrar peculiarmente la realidad

del Uruguay en períodos donde algunos sectores siguen convencidos de la ineficacia de la legislación discutida en este artículo. Es menester continuar con este camino de mejora en la calidad y la información disponible sobre siniestralidad vial, para profundizar en investigaciones que proporcionen información fundamental para toda la sociedad.

## Conclusiones

Este trabajo busca ser un aporte más para demostrar con evidencia científica que el consumo de alcohol no sufrió modificaciones importantes a pesar de la ley cero, al mismo tiempo que se deduce un cambio estructural en el comportamiento de los conductores de vehículos respecto al consumo de alcohol antes y durante el manejo. Sin lugar a dudas, los motociclistas (tanto conductores como pasajeros) han sido los más beneficiados con esta legislación, dada la cantidad de vidas salvadas desde la sanción de la ley. Queda por responder el porqué de la importante y persistente caída en la cantidad de peatones heridos en todo el país desde muchísimo antes que la sanción de la ley cero.

Continuar con la mejora en la calidad y cantidad de la información disponible es clave para conocer éste y otros detalles sobre estos complejos fenómenos.

## Agradecimientos

A la Representación de OPS/OMS en Uruguay por el apoyo para desarrollar algunos tramos del proceso de investigación. Al Dr. Fernando Machado por su buena disposición. Al enólogo Lingg Cardozo por las diferentes sugerencias vertidas y la información facilitada.

## Summary

**Introduction:** law 19360 of “Zero blood alcohol concentration” was passed to prevent and reduce road accidents by modifying the tolerance to blood alcohol concentration for drivers. It lowered it from 0.3 g/l to 0.0 g/l and results proved the reduction of fatal crashes in the short term.

**Objective:** to analyze the impact of the new law on the official alcohol sales and on drivers by type of vehicle and region.

**Method:** inferential study, impact of intervention. Time-series analyses for different sources were performed to find out whether there were meaningful changes using the ARIMA model, comparing figures corresponding to the periods before and after Law 19360 was passed.

**Resultados:** declared consumption of alcohol did not evidence important modifications despite the zero law, whereas the number of dead motorcyclists and severely wounded significantly dropped after Law 19360 was passed.

**Conclusions:** motorcyclists are those who benefit the most with the law, since a great number of deaths were saved. Data suggest there might be a change in the behaviour of vehicle drivers in regards to alcohol consumption before and after driving. The steady improvement of information available for citizens is essential to better understand these phenomena.

## Resumo

**Introdução:** visando a prevenção e redução dos acidentes de trânsito, foi promulgada a Lei 19360 “de tolerância zero ao álcool”, que modifica a tolerância ao álcool no sangue para motoristas, baixando-a de 0,3 g/l para 0,0 g/l, com resultados comprovados de redução de sinistros fatais no curto prazo.

**Objetivo:** analisar o impacto do referido regulamento na venda declarada de álcool e nos usuários das estradas afetados por tipo de veículo e região.

**Metodologia:** estudo inferencial, de impacto da intervenção. Séries temporais de diferentes fontes foram analisadas para medir se houve mudanças significativas nestes por meio de modelagem ARIMA, comparando antes e depois da promulgação da Lei 19360.

**Resultados:** o consumo declarado de álcool não sofreu modificações importantes apesar da lei de tolerância zero ao álcool, enquanto o número de motociclistas falecidos e gravemente feridos caiu significativamente após a promulgação da Lei 19.360

**Conclusões:** os motociclistas são os que mais se beneficiam com essa legislação, com muitas vidas salvas. Os dados sugerem uma possível mudança no comportamento dos condutores de veículos em relação ao consumo de álcool antes e durante a condução. O aprimoramento contínuo das informações disponibilizadas ao público é fundamental para um melhor entendimento desses fenômenos.

## Bibliografía

1. Pan American Health Organization. Regional status report on alcohol and health in the Americas. Washington, DC: PAHO, 2020.
2. Lanzilotta B, coord. Estudio sobre los costos económicos del consumo problemático de alcohol en Uruguay. Informe final, diciembre 2017. Montevideo: CINVE, 2017.
3. Paolillo E, Scasso A, Torres F, Barrios G, Tavares G, Ahmed Z, et al. Siniestros de tránsito, los grupos relacionados por el diagnóstico y los costos hospitalarios. Características clínicas y costos de 740 pacientes hospitalizados por siniestros de tránsito en el trienio 2012-2014 en la Asistencial Médica Departamental de Maldonado. Rev Méd Urug 2016; 32(1):25-35.
4. Moskowitz H, Fiorentino, D. A review of the literature on the effects of low doses of alcohol on driving-related skills. Final report. Washington, DC: NHTSA, 2000.
5. Observatorio Social Metropolitano de Tránsito. Observatorio

- Uruguayo de Drogas. Incidencia del alcohol en los siniestros de tránsito en el Uruguay: generación de un sistema de información permanente. Informe final. Montevideo: Junta Nacional de Drogas, 2007.
6. Cherpitel C, Borges G, Giesbrecht N, Monteiro M, Stockwell, T. Prevención de los traumatismos relacionados con el alcohol en las Américas: de los datos probatorios a la acción política. Washington, DC: OPS, 2014.
  7. Delgado E, Trostchansky J, Mion M, Ketzoian C, Barindelli A, Machado F. Consumo de alcohol, relación con el trauma y su severidad. *Rev Méd Urug* 2019; 35(2):128-36.
  8. Andreuccetti G, Carvalho H, Cherpitel C, Ye Y, Ponce J, Kahn T, et al. Reducing the legal blood alcohol concentration limit for driving in developing countries: a time for change? Results and implications derived from a time-series analysis (2001-10) conducted in Brazil. *Addiction* 2011; 106(12):2124-31. doi: 10.1111/j.1360-0443.2011.03521.x.
  9. Uruguay. Presidencia de la República. Creación y evolución histórica de la UNASEV. Montevideo: UNASEV, 2007. Disponible en: <https://www.gub.uy/unidad-nacional-seguridad-vial/institucional/creacion-evolucion-historica> [Consulta: 20 noviembre 2021].
  10. Ley 19360. Modificase el art. 45 de la Ley 18.191, de 14 de noviembre de 2007 por el que se reduce la concentración de alcohol en sangre en conductores. Montevideo: IMPO, 2015. Disponible en: <http://www.impo.com.uy/bases/leyes-originales/19360-2015> [Consulta: 10 abril 2021].
  11. Cifra. Uruguayos a favor de tolerancia cero de alcohol en conductores y más impuestos a bebidas alcohólicas. Montevideo: Cifra, 2017. Disponible en: <https://www.cifra.com.uy/index.php/2017/09/05/uruguayos-a-favor-de-tolerancia-cero-de-alcohol-en-conductores-y-mas-impuestos-a-bebidas-alcoholicas/> [Consulta: 30 enero 2021].
  12. Davenport S, Robbins M, Cerdá M, Rivera-Aguirre A, Kilmner B. Assessment of the impact of implementation of a zero blood alcohol concentration law in Uruguay on moderate/severe injury and fatal crashes: a quasi-experimental study. *Addiction* 2021; 116(5):1054-62. doi: 10.1111/add.15231.
  13. Marichal N. Blancos preparan proyecto para habilitar hasta 0.3 de alcohol al manejar y socios lo consideran. *El Observador*. Montevideo, 18 de enero de 2021. Disponible en: <https://www.elobservador.com.uy/nota/blancos-preparan-proyecto-para-habilitar-hasta-0-3-de-alcohol-al-manejar-y-socios-lo-consideran-20211185026> [Consulta: 19 marzo 2021].
  14. Organización Panamericana de la Salud. Fundación Gonzalo Rodríguez. Cero alcohol en el tránsito, menos riesgos. Washington, DC: OPS, 2021.
  15. Dirección General Impositiva. Volúmenes físicos de bienes gravados por el IMESI - Series mensuales. Montevideo: DGI, 2021. Disponible en: <https://www.dgi.gub.uy/wdgi/page?2,principal,ampliacion-DatosSeresEstadisticas,O,es,0,PAG;CONC;849;5;D;volumenes-fisicos-de-bienes-gravados-por-el-imesi-series-mensuales;1;PAG;> [Consulta: 12 febrero 2021].
  16. Shield K, Rehm M, Patra J, Sornpaisarn B, Rehm J. Global and country specific adult per capita consumption of alcohol, 2008. *SUCHT* 2011; 57(2):99-117.
  17. Uruguay. Unidad Nacional de Seguridad Vial. Portal geográfico ciudadano. Montevideo: UNASEV, 2021. Disponible en: <https://aplicacionesunasev.presidencia.gub.uy/mapas/> [Consulta: 3 junio 2021].
  18. Uruguay. Instituto Nacional de Estadística. Estimaciones y proyecciones de la población de Uruguay: metodología y resultados. Revisión 2013. Montevideo: INE, 2014.
  19. Vegas Lozano E. El problema de Behrens-Fisher en la investigación biomédica: análisis crítico de un estudio clínico mediante simulación. *QÜESTIÓ* 1997; 21(1-2):293-316.
  20. Alcohol cero rige a partir de 2016. *El País*. Montevideo, 29 de diciembre de 2015. Disponible en: <https://www.elpais.com.uy/informacion/alcohol-cero-rige-partir.html>. [Consulta: 18 marzo 2021].
  21. Ley de alcohol cero: ¿qué dicen las estadísticas y cómo lo evalúa la UNASEV? *El Observador*. Montevideo, 26 de noviembre de 2018. Disponible en: <https://www.elobservador.com.uy/nota/ley-de-alcohol-cero-que-dicen-las-estadisticas-y-como-lo-evalua-la-unasev--20181126161320>. [Consulta: 19 marzo 2021].
  22. Gilmour S, Degenhardt L, Hall W, Day C. Using intervention time series analyses to assess the effects of imperfectly identifiable natural events: a general method and example. *BMC Med Res Methodol* 2006; 6:16. doi: 10.1186/1471-2288-6-16.
  23. Douglas Hamilton J. *Time Series Analysis*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1994.
  24. The R Project for Statistical Computing. R: a language and environment for statistical computing Version 3.6.3. Vienna: R Core Team, R Foundation for Statistical Computing, 2020. Disponible en: <https://www.R-project.org/> [Consulta: 19 marzo 2021].
  25. Ham S, Kim S, Lee N, Kim P, Eom I, Lee B, et al. Comparison of data analysis procedures for real-time nanoparticle sampling data using classical regression and ARIMA models. *J Appl Stat* 2017; 44(4):685-99. doi: 10.1080/02664763.2016.1182132.
  26. Hyndman R, Athanasopoulos G, Bergmeir C, Caceres G, Chhay L, O'Hara-Wild M, et al. forecast: forecasting functions for time series and linear models [R package]. Versión 8.11, 2020. Disponible en: <http://pkg.robjhyndman.com/forecast> [Consulta: 19 marzo 2021].
  27. Trapletti A, Hornik K. Time series analysis and computational finance. Versión 0.10-47, 2019. Disponible en: <https://CRAN.R-project.org/package=tseries> [Consulta: 19 marzo 2021].
  28. Stoffer D. Package 'astsa'. Versión 1.14, 2020. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/astsa/astsa.pdf> [Consulta: 19 marzo 2021].
  29. Cleveland W, Loader C. Smoothing by local regression: principles and methods. En: Härdle W, Schimek M, eds. *Statistical theory and computational aspects of smoothing*. Proceedings of the COMPSTAT '94 Satellite Meeting held in Semmering, Austria, 27-28 August 1994. Heidelberg: Physica-Verlag HD, 1996:10-49. doi: 10.1007/978-3-642-48425-4\_2.
  30. Instituto Uruguayo de Meteorología. Tendencias climáticas estacionales diciembre-enero-febrero 2019. Montevideo: INUMET, 2019. Disponible en: <https://www.inumet.gub.uy/clima/tendencias-climaticas/tendencias-climaticas-esta>

- cionales-diciembre-enero-febrero-2019 [Consulta: 12 Mar 2021].
31. Kouabenan D, Guyot J. Study of the causes of pedestrian accidents by severity. *J Psychol Afr* 2005; 14(2):119-26. doi: 10.4314/jpa.v14i2.30620.
  32. Karacasu M, Er A, Bilgiç S, Barut H. Variations in traffic accidents on seasonal, monthly, daily and hourly basis: Eskisehir case. *Procedia Soc Behav Sci* 2011; 20(1):767-75. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.08.085.
  33. Inada H, Ashraf L, Campbell S. COVID-19 lockdown and fatal motor vehicle collisions due to speed-related traffic violations in Japan: a time-series study. *Inj Prev* 2021; 27(1):98-100. doi: 10.1136/injuryprev-2020-043947.
  34. Saladié Ò, Bustamante E, Gutiérrez A. COVID-19 lockdown and reduction of traffic accidents in Tarragona province, Spain. *Transp Res Interdiscip Perspect* 2020; 8:100218. doi: 10.1016/j.trip.2020.100218.
  35. Ley 18462. Regulación de la estructura y el funcionamiento del INAVI. Montevideo: IMPO, 2009. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/18462-2009>. [Consulta: 10 abril 2021].
  36. Portal InfoNegocios. A poco de terminar el año, el mercado interno de vinos (nacional) superó los 50 millones de litros. Montevideo, 11 de noviembre de 2013. Disponible en: <https://infonegocios.biz/nota-principal/a-poco-de-terminar-el-ano-el-mercado-interno-de-vinos-nacional-supero-los-50-millones-de-litros> [Consulta: 19 abril 2021].
  37. El consumo de vino se disparó hasta 32% durante la pandemia. *El Observador*. Montevideo, 3 de octubre de 2020. Disponible en: <https://www.elobservador.com.uy/nota/el-consumo-de-vino-se-disparo-hasta-32-durante-la-pandemia-202010220250> [Consulta: 19 abril 2021].
  38. Cardozo L. Buscando a wally 2: los problemas del vino que esconde el debate por el cero alcohol. *Radio M24*. Montevideo, 3 de junio de 2020. Disponible en: <https://administrador.m24.com.uy/buscando-a-wally-2-los-problemas-del-vino-que-esconde-el-debate-por-el-cero-alcohol/> [Consulta: 19 marzo 2021].

#### Contribución de autores

Daniel Alessandrini, ORCID 0000-0002-2936-003X. Concepción, diseño, ejecución, análisis, interpretación de los resultados, redacción, revisión crítica.

Florencia Lambrosquini, ORCID 0000-0002-9825-218X. Concepción, diseño, ejecución, redacción, revisión.

### Anexo 1. Datos sobre vinos

El vino merece un comentario aparte. El INAVI es el encargado de recolectar y publicar cifras sobre producción y consumo de vino, regulado por la Ley 18462<sup>(35)</sup>. A pesar de solicitar reiteradas veces datos que son de disponibilidad pública, INAVI ignoró –por motivos que se desconocen– dichas solicitudes. En base a recortes de prensa y otras investigaciones, se pudo saber que el consumo de vino en Uruguay es segundo en importancia detrás de la cerveza, con una comercialización aproximada de entre 4,5 y 6,5 millones de litros mensuales<sup>(36)</sup>, que se estima similar a lo que ocurre con otras bebidas de consumo íntimo, es decir con picos altos durante el invierno (junio a agosto) y valles durante el verano (diciembre a febrero)<sup>(30)</sup>. La pandemia por COVID-19 trajo un aumento inédito de consumo de vino, justamente por ser una bebida de consumo íntimo<sup>(37)</sup>. La Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) publica solamente datos anuales, por tanto no fueron utilizados en este trabajo por no ser compatibles con el diseño de la investigación. Consultas a especialistas en el tema indican que en el sector vitivinícola hay una crisis profunda a nivel global que impacta directamente en Uruguay, y que hace dudar que la ley de cero tolerancia al alcohol sea una de sus causas<sup>(38)</sup>.

### Anexo 2. Construcción de poblaciones departamentales por mes

Para construir los datos finalmente utilizados, se generaron proyecciones *mensuales* de población para cada Departamento, tomando como base el documento “Estimaciones y proyecciones de la población de Uruguay: metodología y resultados. Revisión 2013”<sup>(18)</sup>. En el mismo se asume que la tasa de crecimiento mensual de cada departamento es compuesta, y ésta se calcula a partir de las tasas estimadas anuales de crecimiento poblacional (al 30 de junio de cada año), corregidas por el documento mencionado:  $i_M = (i_A + 1)^{1/12} - 1$ .