

ALTERACIONES EN LA CONDUCCIÓN SIMULADA DE VEHÍCULOS, IMPULSIVIDAD Y ATENCIÓN EN LA FASE ASCENDENTE Y DESCENDENTE DE LA INTOXICACIÓN POR ALCOHOL

ACUTE EFFECTS OF ALCOHOL ON SIMULATED DRIVING, IMPULSIVITY AND ATTENTION DURING THE
ASCENDING AND THE DESCENDING LIMB

Angelina Pilatti, Francisco B. Tuzinkievich y Ricardo M. Pautassi

*Instituto de Investigaciones Psicológicas, IIPsi-CONICET-UNC y Universidad Nacional de Córdoba
(Argentina)*

Objetivos. Se analizó el desarrollo de tolerancia aguda a los efectos del alcohol (dosis = 0.08%) sobre la capacidad de conducción de automotor – medida con un simulador -- y los efectos de esta dosis de alcohol sobre inhibición de respuesta en curso y procesos atencionales. **Metodología.** Los participantes (n = 56, edad= 22± 2.92 años) fueron distribuidos en un diseño factorial 2 (sexo [varón o mujer]) x 2 (tratamiento [alcohol o placebo]), con una medición pre-test y dos post-test. Cada medición post-test estuvo caracterizada por niveles similares de alcohol en aliento, correspondientes a la curva ascendente y descendente de la concentración de alcohol. **Resultados.** Análisis de varianza de medidas repetidas mostraron que quienes recibieron alcohol, comparados con quienes recibieron placebo, tuvieron más desvíos, excesos de velocidad y colisiones contra estructuras en ambos posts-test. Quienes recibieron alcohol exhibieron, al comparar las mediciones del post-test 2 con las del post-test 1, una cantidad similar de desvíos y colisiones contra estructuras, pero un aumento de excesos de velocidad. El alcohol afectó el proceso de atención en el post-test 1, pero no en el post-test 2. **Discusión.** El alcohol indujo, en las fases ascendente y descendente, deterioro en la capacidad de conducción, así como en atención e impulsividad. Se observó desarrollo de tolerancia aguda en los procesos atencionales. Estos resultados suman evidencia sobre los efectos negativos del alcohol en la conducción de vehículos y en procesos asociados a la conducción.

Palabras clave: administración aguda de alcohol, conducción de vehículos, atención, inhibición de respuesta

Aims. The study assessed the development of acute tolerance to the effects of alcohol (dose = 0.08%) on the ability to drive an automobile - measured with a driving simulator - and the effects of alcohol on inhibitory and attentional processes. **Methodology.** The participants (n = 56, age = 22 ± 2.92 years) were distributed in a 2 (sex [male or female]) x 2 (treatment [alcohol or placebo]) factorial design, with a pre-test and two post-test measurements. Each post-test was characterized by similar breath alcohol levels, corresponding to the ascending and descending limbs of the alcohol concentration curve. **Results.** Repeated measures Analysis of Variance showed that those who received alcohol, compared to those who received placebo, had more deviations, speeding and collisions with structures, in both post-tests. Those who received alcohol exhibited, when comparing post-test 2 vs. post-test 1, similar frequency of deviations and collisions, but a significant increase in speeding. Alcohol affected

Angelina Pilatti, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Psicología, Córdoba, Argentina. Instituto de Investigaciones Psicológicas, IIPsi-CONICET-UNC, correspondencia a apilatti@unc.edu.ar, <https://orcid.org/0000-0002-7277-0835>

Francisco Benjamin Tuzinkievich, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Psicología, Córdoba, Argentina.

Ricardo Marcos Pautassi, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Psicología, Córdoba, Argentina. Instituto de Investigación Médica M. y M. Ferreyra (INIMEC-CONICET-Universidad Nacional de Córdoba), Córdoba, Argentina, <https://orcid.org/0000-0003-1876-2321>

attentional performance in post-test 1, but not in post-test 2. Discussion. Alcohol induced, both in the ascending and descending limbs of the concentration curve, deficits in driving ability, as well as in attention and impulsivity processes. Acute tolerance was evident in regard to attentional processes. These results add evidence on the negative effects of alcohol on vehicle driving and on processes associated with driving.

Keywords: alcohol acute administration, simulated driving, attention, response inhibition.

El consumo de alcohol incrementa el riesgo de lesiones o muerte en los accidentes de tránsito (Hingson & Winter, 2003). No sorprende entonces que, en países como Argentina, entre el 33 y el 69% de los conductores con heridas fatales y entre el 8 y el 29% de los conductores con heridas no fatales había consumido alcohol previo al accidente (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2007; Ministerio de Salud de la Nación, 2011). A concentraciones de alcohol en sangre (CAS) bajas o moderadas (i.e., $\leq 0.02\%$ o $\leq 0.05\%$, respectivamente) se observan deterioros cognitivos, perceptuales y motores (Allen et al., 2009; Cheng, Lee, Lee & Tsai, 2010; Verster et al., 2009). Entre 0.05% y 0.08% el alcohol disminuye la atención, la percepción del riesgo asociado a las maniobras de conducción (e.g., corta distancia entre automóviles en movimiento) y el nivel de alerta, y aumenta los tiempos de reacción (Cheng et al., 2010; Fransson, Modig, Patel, Gomez & Magnusson, 2010; Hingson, Edwards, Heeren, & Rosenbloom, 2009; Leung & Starmer, 2005; Simons, et al., 2012). A $CAS \geq 0.08\%$ el deterioro es mucho más pronunciado (Veldstra et al., 2012) especialmente en la capacidad para mantener el carril (Mets et al., 2011; Simons et al., 2012; Veldstra et al., 2012). Por ejemplo, en un estudio (Yadav & Velaga, 2019) observaron, mediante un simulador de conducción, que una CAS de 0.03% estaba asociada a elevaciones en la velocidad, en tanto que una CAS de 0.05% se asociaba tanto a elevaciones en la velocidad como a déficits en el uso del volante. Una CAS de 0.08% alteraba el mantenimiento del carril y la autopercepción de la capacidad de conducción.

Los efectos del alcohol sobre la habilidad de conducción se han estudiado, en mayor medida, durante la fase ascendente de la curva de alcohol en sangre, esto es, desde que se empieza a consumir hasta que la CAS llega a su punto máximo (Weafer & Fillmore, 2012). La decisión de manejar luego de haber tomado alcohol, sin embargo, suele ocurrir al finalizar un episodio de consumo, durante la fase descendente de la CAS (McCarthy et al., 2012; Weafer & Fillmore, 2012). La mayoría de las personas detenidas en controles de alcoholemia o en situación de accidentes de tránsito se encuentran en la fase descendente de la curva (Levine & Smialek, 2000).

Algunos trabajos, interesados por los efectos durante la fase descendente de la CAS, enfatizaron el análisis de tolerancia aguda a la droga (Weafer & Fillmore, 2012). Esta implica una disminución del deterioro causado por el alcohol a una concentración de alcohol determinada durante la curva descendente de la CAS, comparado con el nivel de deterioro encontrado, a la misma concentración de alcohol, pero durante la fase o brazo ascendente de la curva (Mellanby, 1919). Estos procesos de tolerancia aguda podrían derivar en una evaluación errónea de las capacidades de conducción, llevando a la persona a pensar que se encuentra en condiciones para conducir sin riesgos, cuando no es así (Cromer, Cromer, Maruff & Snyder, 2010). Se encontró tolerancia aguda en los efectos del alcohol sobre la coordinación motora (Weafer & Fillmore, 2012), en el grado de intoxicación percibido (Amlung, Morris & McCarthy, 2014) y en la intención de conducir un vehículo luego de haber tomado alcohol (Amlung et al., 2014), pero no en el control inhibitorio (Weafer & Fillmore, 2012).

Este trabajo examinó, en hombres y mujeres argentinos de 18 a 30 años, el efecto agudo de una dosis de alcohol (que induce una concentración de alcohol en aliento [CAA] máxima de

0.08g/dl [0.08%]) sobre la habilidad de conducción de vehículos, la inhibición de respuesta en curso, atención, y la percepción subjetiva de la intoxicación. Estas variables fueron medidas mediante un simulador de conducción en momentos post-intoxicación caracterizados por CAA similares. Esto es, se midieron las variables durante las fases ascendente y descendente de la curva de concentración de alcohol, lo que permitió indagar el desarrollo de tolerancia aguda (Holland & Ferner, 2017). Dentro de nuestro conocimiento, no hay estudios realizados en Argentina sobre tema. Esto es preocupante, dado que en dicho país la prevalencia de alcoholemia por encima del límite legal es 58% mayor en aquellos entre 16 a 34 años que en el resto de los conductores. El grupo etario analizado también exhibe una elevada ocurrencia de consumo episódico elevado de alcohol (i.e., consumir 4-5 medidas de alcohol en una misma ocasión de consumo; Pilatti, Read & Pautassi, 2017), toma más riesgos en la conducción que grupos de mayor edad y exhibe la más alta prevalencia de fallecimientos en siniestros viales (Hingson et al., 2009; Leung & Starmer, 2005).

El uso de simuladores de conducción (i.e., kits que incluyen varios de los controles y mandos presentes en un automóvil y permiten realizar maniobras similares a las de este, y exponer las consecuencias de dichas maniobras en una pantalla; Irwin et al., 2017) es útil para analizar experimentalmente los efectos del alcohol sobre la conducción. Por ejemplo, un estudio reportó, mediante el uso de un simulador, que una CAA de 0.05% se asociaba a alteraciones en la capacidad para mantener el carril y violaciones de límite de velocidad (Brown & Lee, 2018). Otro trabajo, en tanto, observó una correlación positiva entre la CAA (rango: 0.5g/L a 0.9 g/L [0.05% a 0.09%]) y la conducción errática con cruces de carril constantes (Helland et al., 2013); interesantemente dicha correlación fue similar tanto cuando los sujetos fueron evaluados en una pista real como en un simulador de conducción.

La gran mayoría de los trabajos reseñados fueron realizados en países desarrollados económicamente, como EEUU. Si bien se pueden extraer conclusiones de estudios realizados en otros países, es notable que la reglamentación vigente indica que la edad mínima para manejar y comprar alcohol en Argentina es 18 años mientras que en EEUU es 16 años 21 años, respectivamente. El límite legal de alcohol en aliento para manejar en rutas nacionales es también diferente: 0.05% en Argentina y 0.08% en EEUU. Estas diferencias pueden derivar en variaciones respecto a la historia previa de consumo y conducción, o a la interacción entre estas variables. Este trabajo proporcionará información, sensible al contexto cultural argentino, útil para diseñar políticas públicas sobre consumo de alcohol y conducción de vehículos.

Los objetivos del presente trabajo fueron analizar los efectos de una dosis de alcohol equivalente a 0.6/0.7 g/kg (mujeres y hombres, respectivamente), sobre las habilidades de conducción, empleando un simulador de conducción, y sobre procesos cognitivos asociados. Un objetivo central fue analizar el posible desarrollo de tolerancia aguda a estos efectos. Así entonces, se compararon momentos de la fase ascendente y de la fase descendente de la curva de concentración de alcohol. Bajo esta hipótesis de tolerancia aguda, algunos de los déficits que se esperaban encontrar durante la fase ascendente de la intoxicación deberían recuperarse durante la fase descendente.

Método

Diseño de investigación

Se empleó un diseño experimental complejo, que implica más de una variable independiente (Montero & León, 2002). Específicamente, se utilizó un diseño factorial 2 (sexo) x 2 (tratamiento: alcohol, placebo) con mediciones intra-sujeto (Montero & León, 2002). La variable independiente manipulada fue el tratamiento, donde los participantes fueron asignados al azar a la condición de consumo de alcohol o placebo. Los participantes fueron evaluados una vez antes (pretest) y dos veces después del tratamiento.

Antes de ejecutar este diseño de investigación, se realizaron dos estudios piloto (con participantes diferentes a aquellos de la muestra final). La motivación subyacente fue determinar la correcta funcionalidad del simulador de conducción (estudio piloto 1 [n = 12], las características del simulador se describen en la sección de instrumentos), y determinar momentos de la curva ascendente y descendente de la CAA, caracterizados por CAA similares (estudio piloto 2 [n = 9]). El cumplir estos objetivos era imprescindible para poder llevar a cabo el diseño de investigación principal del trabajo. En el piloto 1, los participantes tuvieron cinco minutos para familiarizarse con los controles y el simulador. Luego, completaron dos veces el recorrido de la prueba de conducción con la ayuda del experimentador. Los resultados de estos estudios se detallan en la primera parte de la sección resultados.

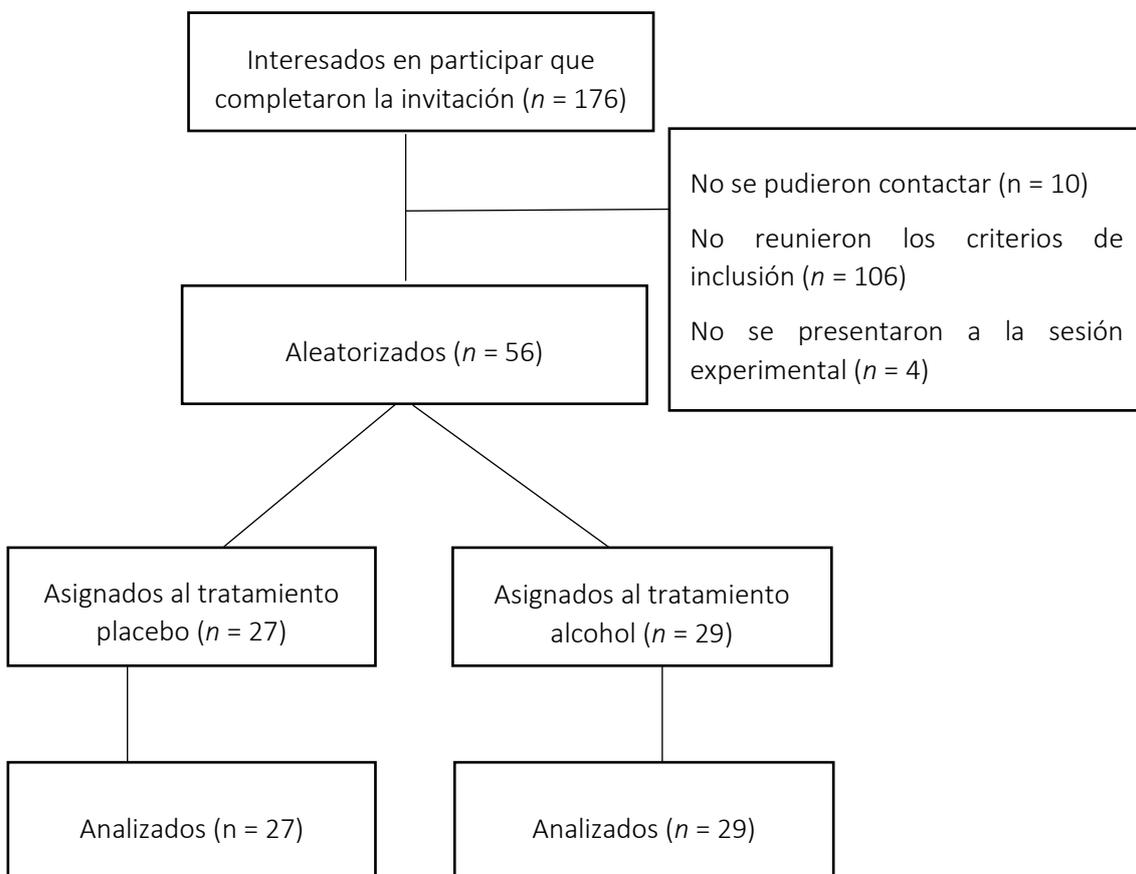


Figura 1. Diagrama de flujo del progreso de los participantes en las diferentes fases del estudio

Participantes

La muestra fue conformada mediante un muestreo en bola de nieve (Heckathorn, 1997; Watters, 1989). Se difundió una invitación (convocando a jóvenes de 18 a 30 años) a participar del estudio a través de redes sociales y listas de contactos de e-mail. Con aquellos potenciales participantes que manifestaron su interés de participar en el estudio se realizó un *screening* telefónico para determinar que cumplieran los siguientes criterios de inclusión: 1-poseer una historia reciente (i.e., últimos dos meses) de consumo de alcohol suficiente para producir una intoxicación equivalente a la de la dosis administrada durante el estudio (resultante en una concentración de alcohol en aliento = 0.08%), 2-no reportar afecciones psiquiátricas o alteraciones neurológicas, 3-reportar no estar, ni haber estado, bajo tratamiento para dejar de beber alcohol y 4-poseer permiso para conducir vigente emitido por la autoridad responsable (i.e., en Argentina son los municipios quienes emiten dichos carnets o registros). Con las mujeres se descartó la posibilidad de embarazo o de encontrarse en período de lactancia. Durante el *screening* telefónico se informó sobre la posibilidad de recibir una bebida con alcohol durante el experimento. La muestra final quedó conformada por 56 participantes (51.79% mujeres) que reportaron tomar una cantidad de alcohol similar o mayor a la utilizada en el estudio en los dos meses previos, además de poseer carnet de conducir vigente. La Figura 1 muestra el reparto de participantes entre los grupos.

Instrumentos

Escala de Percepción subjetiva del grado de intoxicación (EPSI) y del nivel de deterioro (EPSD) causado por la ingesta de alcohol. Siguiendo estudios previos (Amlung et al., 2014; Vera, Pilatti, Garimaldi, & Pautassi, 2018), los participantes indicaron cuán intoxicados se sentían y cuán deterioradas percibían sus habilidades de conducción de vehículos. En ambos casos, los participantes respondieron utilizando una escala con puntuaciones desde 0 (para nada) hasta 10 (extremadamente), donde un mayor puntaje indica la percepción de un mayor grado de intoxicación o deterioro.

Prueba de capacidad de conducción. El desempeño en la conducción de vehículos se evaluó mediante un simulador de conducción con volante USB y pedales de freno y aceleración. Este equipo, ubicado sobre un escritorio, estaba conectado a una computadora equipada con un monitor con pantalla de cristal líquido de 19', situado a 55 centímetros del participante. Se empleó un software disponible comercialmente (Driving Simulator 2011, desarrollado por Lightrock Entertainment), configurado para que los cambios de marcha fueran automáticos. El software genera una situación de conducción real en una ciudad con presencia de peatones, tráfico y señalizaciones de tránsito. Los participantes debían cumplir un recorrido específico con la indicación de respetar las normas de tránsito. Se realizaron capturas de video de pantalla de cada recorrido que, posteriormente, fueron analizadas para evaluar el desempeño de los participantes. Siguiendo estudios previos (Meda et al., 2009; Price, Lewis, Boissoneault, Frazier, & Nixon, 2018), se consideraron las siguientes variables dependientes: (i) desvíos del carril (i.e., cantidad de veces que se pisan las líneas del medio y costado de la calle, en tres niveles de gravedad: desvíos de carril de baja [DCB], media [DCM] o alta [DCA] gravedad), (ii) colisiones (i.e., cantidad de colisiones contra a-estructuras, b-automóviles en movimiento y c-peatones) y (iii) exceso de la velocidad (i.e., cantidad de veces que se excedió el límite de velocidad establecido en las instrucciones, en tres niveles de exceso [bajo, medio y alto]). Los desvíos de carril se clasificaron como de severidad baja cuando se pisaba o traspasaba levemente las líneas centrales

del camino o cuando se pisaban la cuneta. Los desvíos de carril se clasificaron como de severidad media cuando se traspasaba las líneas centrales del camino hasta con la mitad del automóvil y/o se subía al cordón cuneta. Los desvíos de carril se clasificaron como de severidad alta cuando se traspasaban las líneas centrales con más de la mitad del automóvil o cuando el automóvil subía a la vereda. Los excesos de velocidad se analizaron separadamente para excesos por sobre 5, 10, 15 y 20 km/h, por sobre el nivel indicado.

Prueba de Atención. Se utilizó la *Navon Task* (Navon, 1977) que mide atención visual selectiva mediante la presentación de letras grandes, conformadas por letras pequeñas. Los estímulos responden a uno de estos dos patrones: a) consistentes (e.g. "S" grande constituida por "s" pequeñas); b) inconsistentes (e.g. "H" grande constituida por "s" pequeñas). La consigna es identificar, lo más rápido posible, cuál es la letra pequeña. Las variables dependientes son: (i) la cantidad de respuestas correctas y (ii) el tiempo utilizado para responder (i.e., tiempo de reacción [TR]). Estas variables a su vez se consideran por separado según hayan pertenecido a estímulos consistentes o inconsistentes.

Tarea de Inhibición de Respuesta en Curso. Se utilizó la *GoStop Impulsivity Paradigm* (Dougherty, Mathias & Marsh, 2003) que mide inhibición de la respuesta. La prueba implica la rápida presentación de una serie de números de 5 dígitos durante una sesión de 6 minutos. Los estímulos se muestran por 500 ms con un intervalo entre estímulos de 1500 ms. La mitad de los números son ensayos de objetivo (los estímulos coinciden entre sí) y la otra mitad son ensayos de relleno donde el número no coincide con el previo. Los participantes reciben la instrucción de apretar una tecla si el número coincide con el previo y si es del mismo color (negro). Cuando los números no coinciden o cuando el número sea coincidente, pero cambie de negro a rojo, se les solicita no responder. Durante la mitad de los ensayos objetivo, el segundo número coincide con el que apareció anteriormente, pero cambia de negro a rojo a diferentes latencias (50ms, 150ms, 250ms y 350ms). En estos ensayos, denominados de "detención", los participantes deben responder mientras que el número todavía está en el monitor, sin embargo, deben detener su respuesta si ese número cambia a rojo (la señal de detención). La medida dependiente principal es el porcentaje de respuestas inhibidas cuando se presenta la señal de detención para cada una de las cuatro latencias. Un mayor porcentaje de inhibición es indicador de menor impulsividad.

Procedimiento

Los participantes que cumplieron los criterios de inclusión fueron citados a la Facultad de Psicología (UNC, Argentina). Asimismo, se informó que todos los participantes que completaran el estudio obtendrían una recompensa monetaria equivalente a U\$D 3.5 (al momento en que se realizó el estudio) y, en función de su desempeño en las pruebas, participarían del sorteo de diversos premios menores. De esta manera, se buscó incentivar el buen desempeño en las pruebas durante todas las fases de evaluación (Rose, Jones, Clarke & Christiansen, 2014). Vale destacar que, más allá de los puntajes obtenidos, todos los participantes participaron del sorteo y recibieron la compensación monetaria. Se pidió a los participantes que no comieran, fumaran, o tomaran bebidas con alto contenido de caféina durante las 2-3 horas previas al estudio. Los participantes, que fueron evaluados individualmente en una sala experimental insonorizada, fueron informados nuevamente sobre la posibilidad de recibir una bebida con alcohol y sobre la cantidad y duración de las sesiones de evaluación. Luego se les solicitó el consentimiento informado y se volvió a chequear la posibilidad de embarazo.

Los participantes completaron dos sesiones de evaluación (pretest y post-test luego de tratamiento) que se realizaron en días diferentes con una separación mínima de un día y máxima de siete días. Al inicio de cada sesión se controló que la CAA de los participantes sea igual a 0.00%. Todas las mediciones de alcohol en aliento se realizaron con un alcoholímetro estandarizado (Breathalyzer ALCOSCAN AL-6000). Las pruebas siempre siguieron el siguiente orden: prueba de conducción, GoStop, y Navon.

En la primera sesión (i.e., pretest), se pesó a los participantes para calcular la dosis de alcohol (o su correspondiente volumen de placebo, la asignación de tratamiento fue aleatoria) a administrar durante la segunda sesión (i.e., tratamiento experimental) y se midió la CAA para asegurar que sea nula. En esta sesión los participantes completaron dos veces la prueba de conducción para familiarizarse con el recorrido y con los dispositivos de la prueba (i.e., comandos y pedales). Luego fueron evaluados en la prueba de conducción propiamente dicha, seguida de Go/Stop y Navon.

Al comienzo de la segunda sesión, se aseguró que la CAA sea igual a 0.00%. Luego se entregó al participante la bebida (alcohol o placebo) para que sea ingerida. Cada participante de la condición alcohol recibió una dosis de alcohol equivalente a 0.6/0.7 g/kg (mujeres y hombres, respectivamente), la cual tenía como objetivo inducir una CAA de 0.08%. La bebida alcohólica se preparó con etanol (Porta Hermanos, 96%) y, como vehículo, una mezcla de jugo de naranja y granadina (en proporción 1:5, etanol/vehículo). La bebida placebo reemplazaba el etanol por una bebida con quinina (i.e., agua tónica), e incluía una pequeña cantidad de alcohol (i.e., unas gotas de ron) en la parte superior de la bebida para mejorar su credibilidad. Se destinaron diez minutos para que el participante consumiera la bebida.

Ocho minutos luego de finalizado el consumo de alcohol o placebo se pidió al participante que se enjuagara la boca. Dos minutos después (i.e., a los 10 min post consumo) se midió la concentración de alcohol en aliento (CAA₁), y se realizó la toma de EPSI y EPSD. Seguidamente, comenzó la primera parte del post-test, en la que se evaluó el desempeño de los participantes durante la fase ascendente de la curva de concentración de alcohol. Esta etapa tuvo una duración de 40 minutos, aproximadamente. CAA, EPSI y EPSD fueron nuevamente evaluadas antes de las pruebas de GoStop y Navon.

Seguidamente, comenzó la segunda etapa del post-test (duración: 40 min), la cual registró el efecto del tratamiento durante la fase descendente de curva de alcohol. Nuevamente se evaluó el desempeño de los participantes en las diferentes pruebas y, antes de cada una de ellas, se midió CAA, EPSI y EPSD. Luego se informó al participante qué tipo de tratamiento había recibido y se indicó a quienes recibieron alcohol que permanecieran en la sala hasta exhibir una CAA inocua (0.02%; Jongen van der Sluiszen, Brown, & Vuurman, 2018). Antes de retirarse se les aconsejó no operar vehículos o maquinarias durante las 2 horas siguientes.

Aspectos éticos

El estudio se adecuó a los lineamientos éticos para la investigación con humanos señalados por la Asociación Psicológica Americana, la declaración de Helsinki y la Ley Nacional 25.326 de Protección de los Datos Personales. Específicamente, todos los participantes fueron informados respecto a la posibilidad de recibir una bebida alcohólica en el marco del estudio. Atendiendo a las recomendaciones éticas de investigaciones con administración de alcohol (National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism, 2011), sólo se admitieron como participantes a quienes

reportaron ser bebedores de alcohol y tener una historia reciente (i.e., últimos dos meses) de consumo de alcohol que se esperaba produzca una tasa de intoxicación equivalente a la de la dosis administrada (i.e., 56/70 gramos de alcohol [mujeres/varones] en una misma ocasión). Los participantes solo se retiraron de la sesión experimental luego de alcanzar una CAA segura (i.e., menor a 0.02%). Siguiendo un procedimiento similar al empleado en los centros de salud para realizar estudios de Rayos X, en las mujeres se descartó la posibilidad de embarazo o que se encontraran en periodo de lactancia. Todos los participantes dieron su consentimiento informado para participar del estudio y se destacó la naturaleza voluntaria de la participación y el manejo confidencial de los datos. Los participantes que completaron el estudio, sin importar cual fue el desempeño en las pruebas, recibieron una retribución monetaria menor (i.e., equivalente a u\$s 3.5, aproximadamente) y participaron del sorteo de diversos premios menores, como botellas para almacenar agua. El uso de incentivos es apropiado en muchas circunstancias que, al igual que en el presente trabajo (que implicó diferentes sesiones experimentales de 2 horas o más cada una), requieren de un gran compromiso por parte de los participantes en términos de tiempo o esfuerzo. En este trabajo se utilizaron incentivos de bajo valor económico como una manera de retribuir a los participantes por su tiempo. Los procedimientos y protocolos empleados fueron aprobados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (FONCyT, Argentina).

Análisis de Datos

En primer lugar, se realizaron análisis preliminares para examinar las características de la muestra en cada una de las condiciones experimentales. Asimismo, se examinó la concentración de alcohol en aliento a lo largo de la prueba y la efectividad del placebo. Luego, para alcanzar los objetivos propuestos, las variables dependientes de cada prueba fueron analizadas mediante ANOVAs de medidas repetidas (ANOVA de MR), con Tratamiento (alcohol, placebo) como factor entre grupos y Tiempo (i.e., cada una de las diferentes mediciones realizadas) como factor intra-grupos. Los ANOVAS que presentaron efectos principales o interacciones significativos fueron seguidos de la prueba *post hoc* de Tukey o de comparaciones planeadas. Siguiendo estudios previos (Fernández et al., 2020), la primera se empleó para los análisis de efectos principales simples, mientras que se utilizaron comparaciones planeadas para analizar los efectos principales o interacciones significativas que involucraran medidas repetidas.

Resultados

Estudios piloto y otros resultados preliminares

En el piloto 1 se observó que, luego de dos ensayos en el simulador, todos los participantes alcanzaban el objetivo propuesto (i.e., podían completar el recorrido sin ayuda) en, aproximadamente, diez minutos. En el piloto 2, los participantes consumieron -- en aproximadamente 10 minutos -- una bebida con alcohol preparada para inducir (según estudios previos de nuestro laboratorio, véase Caneto et al., 2018) una CAA de 0.08%. Al terminar de consumir la bebida se realizó una medición de alcohol en aliento, procedimiento que se repitió cada 10 minutos, por un total de 9 mediciones. Los resultados indicaron que la bebida inducía la CAA objetivo de 0.08%, tanto en hombres como en mujeres, y que dicha CAA se mantenía constante entre los minutos 10 a 80 post administración. Específicamente, un ANOVA de medidas repetidas exploró posibles diferencias entre las CAA a lo largo de las mediciones. El análisis arrojó un efecto principal significativo de Tiempo ($F_{8,56} = 13.03$; $p \leq .001$), y análisis *post hoc* indicaron la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones correspondientes a

los minutos 10 a 80 post administración. Se observaron diferencias significativas entre estas mediciones y las posteriores (minutos 90 y 100 post administración).

La muestra final empleada en el diseño factorial 2 (sexo) x 2 (tratamiento) quedó conformada por 56 participantes (51.79% mujeres [14 en condición placebo, 15 en condición alcohol], 48.21% hombres [13 en condición placebo, 14 en condición alcohol], rango de edad 18-30 años (con una Media de edad = 22.43, DT = 2.92 años [$M_{\text{mujeres-placebo}} = 21.64$, DT = 3.77; $M_{\text{mujeres-alcohol}} = 22.47$, DT = 2.62; $M_{\text{hombres-placebo}} = 22.46$, DT = 3.07; $M_{\text{hombres-alcohol}} = 23.14$, DT = 2.14]). Análisis preliminares indicaron que el sexo no afectó significativamente las variables bajo análisis (todos los $p > 0.05$), las cuales exhibieron normalidad y homogeneidad de varianza. Los participantes de la condición experimental exhibieron registros de alcohol en aliento correspondientes a la CAA objetivo ($M_{\text{CAA}_1} = 0.074$, DT = 0.001; $M_{\text{CAA}_2} = 0.077$, DT = 0.001; $M_{\text{CAA}_3} = 0.078$, DT = 0.001; $M_{\text{CAA}_4} = 0.080$, DT = 0.001; $M_{\text{CAA}_5} = 0.077$, DT = 0.001 y $M_{\text{CAA}_6} = 0.075$, DT = 0.001), resultado que fue similar en ambos sexos ($M_{\text{CAA}_{\text{global}}}$ a lo largo de la prueba: 0.076, DT = 0.002 y 0.078, DT = 0.002, en hombres y mujeres respectivamente). Los participantes que consumieron placebo exhibieron CAA = 0.00, pero reportaron, en todas las mediciones realizadas, sentir los efectos del alcohol ($M_1 = 2.33$, DT = 0.50; $M_2 = 1.81$, DT = 0.39; $M_3 = 1.41$, DT = 0.40; $M_4 = 1.56$, DT = 0.43; $M_5 = 1.04$, DT = 0.39 y $M_6 = 1.11$, DT = 0.39). Estos resultados sugieren que el tratamiento recibido fue efectivo tanto para alcanzar la CAA objetivo (condición alcohol) como en la efectividad del placebo.

Capacidad de conducción

Desvíos de carril

Los ANOVA de medidas repetidas ejecutados sobre los desvíos de carril indicaron interacciones significativas Tiempo x Tratamiento sobre la cantidad de desvíos de baja (DCB [$F_{2, 104} = 8.38$, $p \leq 0.001$]), media (DCM [$F_{2, 104} = 12.33$, $p \leq 0.001$]) o alta gravedad (DCA [$F_{2, 104} = 12.98$, $p \leq 0.001$]). Para cada tipo de desvío, las comparaciones planeadas mostraron que los participantes que habían consumido alcohol, comparados con el placebo, tuvieron una mayor cantidad de desvíos tanto en el primer como en el segundo post-test. No se observaron diferencias significativas entre la medición pretest y las mediciones post-test para el grupo placebo, ni en el pretest entre los grupos alcohol y placebo. Dentro del grupo alcohol, la cantidad de errores para el post-test 1 y el post-test 2 fue similar entre sí, y significativamente mayor que en el pretest. Estos resultados (ver Figura 2) indican alteraciones en la conducción inducidas por el alcohol, las cuales parecen ser similares en ambas fases (ascendente y descendente) de la CAA.

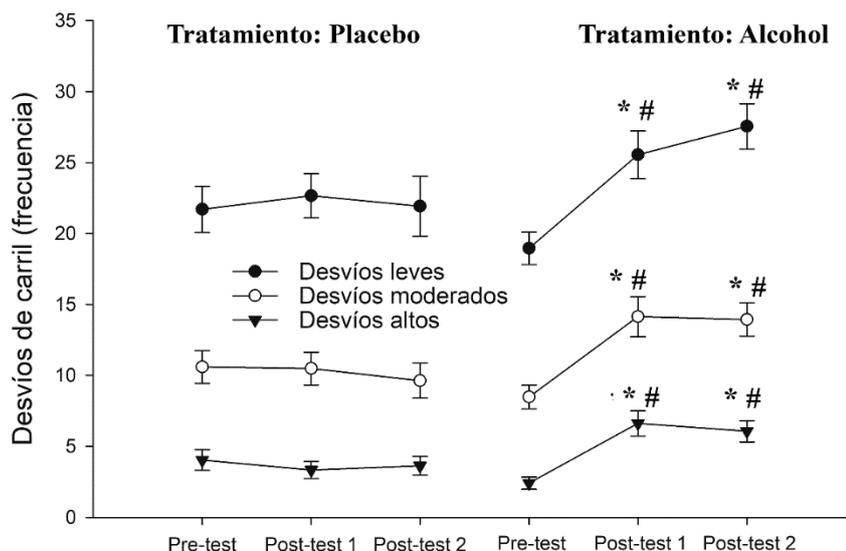


Figura 2. Desvíos de carril de intensidad leve, moderada y alta, registrados en participantes que consumieron alcohol (0.6/0.7 g/kg; para mujeres y varones, respectivamente) o placebo, durante el pre-test y en las dos mediciones post-test (correspondientes a las fases ascendente y descendente, respectivamente de la curva de alcohol en aliento, CAA). Las diferencias significativas entre participantes que habían consumido alcohol y participantes que habían consumido placebo se indican con el signo asterisco. Las diferencias significativas dentro del grupo alcohol, entre post-tests, se indican con el signo numeral. Los resultados se muestran como media \pm EEM, y están colapsados por sexo.

Excesos de velocidad

Los ANOVAs de MR sobre los excesos de velocidad de 5 km/h y 10 km/h arrojaron, separadamente, una interacción significativa Tiempo x Tratamiento ($F_{2, 104} = 4.68, p \leq .05$ y $F_{2, 104} = 3.72, p \leq .05$). En ambos casos, el grupo placebo no mostró diferencias entre las mediciones. En el grupo alcohol, la cantidad de excesos fue significativamente mayor en el primer y en el segundo post-test, comparado con el pretest. Asimismo, en este grupo la cantidad de excesos de velocidad en el primer post-test fue significativamente menor a la del segundo post-test (ver Figura 3). Esto sugiere, un efecto facilitador del tratamiento con alcohol sobre este tipo de excesos de velocidad, el cual se exacerba durante la fase descendente de la CAA. En cuanto a las categorías de exceso de velocidad de 15 y 20 km/h, los ANOVAs correspondientes no arrojaron efectos significativos o interacciones significativas (datos no mostrados).

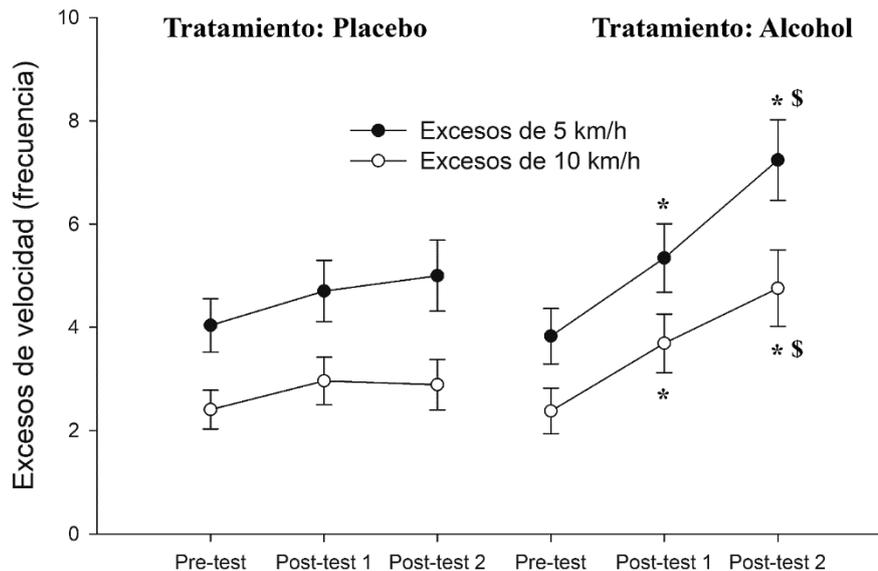


Figura 3. Excesos de velocidad de 5 o 10 km/h, registrados en participantes que consumieron alcohol (0.6/0.7 g/kg; para mujeres y varones, respectivamente) o placebo, durante el pre-test y en las dos mediciones post-test (correspondientes a las fases ascendente y descendente, respectivamente de la curva de alcohol en aliento, CAA). Las diferencias significativas dentro del grupo alcohol, en el primer y en el segundo post-test comparadas con el pre-test, se indican con el signo asterisco. En el grupo que consumió alcohol la cantidad de excesos de velocidad en el segundo post-test fue significativamente mayor a la del primer post-test, lo que se indica con el signo \$. Los resultados se muestran como media \pm EEM, y están colapsados por sexo.

Colisiones

Los ANOVAs para colisiones arrojaron un efecto principal del factor Tratamiento para las colisiones contra estructuras (CE) ($F_{1, 52} = 6.00, p \leq .01$). Asimismo, se encontraron interacciones significativas Tiempo x Tratamiento para las CE ($F_{2, 104} = 5.63, p \leq .001$) y para colisiones contra el tráfico (CT) ($F_{2, 104} = 7.98, p \leq .001$). Las comparaciones planeadas indicaron que los participantes que habían consumido alcohol, comparados con sus pares placebo, tuvieron una mayor cantidad de CE en el primer y segundo post-test. No se observaron diferencias significativas entre las mediciones pretest y las mediciones post-test para el grupo placebo. Dentro del grupo alcohol, la cantidad de CE fue significativamente inferior en el pretest en comparación al primer y segundo post-test. Esto sugiere, un efecto del tratamiento con alcohol sobre las CE, que fue similar en ambas fases de la CAA (Tabla 1).

Las comparaciones planeadas para las CT mostraron que aquellos que habían recibido alcohol, en comparación a sus pares placebo, tuvieron significativamente más colisiones en el primer post-test. No se observaron diferencias significativas entre la medición pretest y las mediciones post-test para el grupo placebo. Contrariamente, dentro del grupo alcohol, la cantidad de CT del primer post-test fue significativamente mayor al del pretest y el segundo post-test (Tabla 1). Esto indicaría el desarrollo de tolerancia aguda a los efectos deletéreos del alcohol sobre esta variable de la habilidad de conducción. Es importante recordar que los participantes completaron ambas evaluaciones del post-test bajo niveles de CAA similares. No se observaron colisiones contra peatones, por lo tanto, esta variable no fue tomada en cuenta para los análisis.

Inhibición de respuesta

El ANOVA sobre los tiempos de reacción a la señal de detención (*stop*) para la latencia de 250 ms. arrojó una triple interacción significativa Tiempo x Sexo x Tratamiento ($F_{2, 104} = 7.41$, $p \leq .001$). Las comparaciones planeadas indicaron que las mujeres de la condición alcohol tuvieron respuestas significativamente más lentas que sus pares hombres de la condición alcohol y que las mujeres de la condición placebo, en el segundo post-test (Tabla 1). Los ANOVAs para el resto de las latencias no arrojaron efectos significativos principales o interacciones significativas.

Tabla 1

Medias y error estándar correspondientes a infracciones en la conducción (colisiones y semáforo) y latencia de respuesta en prueba de inhibición de respuesta

	Mujeres		Hombres	
	Alcohol	Placebo	Alcohol	Placebo
Colisiones Estructura				
Pretest	.67±.36	1.21±.38	.64±.25	.54±.31
Post-test 1	1.53±.34	.57±.18	1.93±.56	.54±.18
Post-test 2	1.67±.55	.64±.31	1.57±.51	.54±.27
Colisiones Tránsito				
Pretest	.80±.24	1.00±.41	.36±.20	.69±.26
Post-test 1	1.40±.32	.93±.32	2.14±.65	.39±.14
Post-test 2	.53±.24	1.00±.33	1.29±.34	.54±.24
GoStop				
Pretest	382.59±10.66	389.53±15.56	401.33±15.03	390.25±15.48
Post-test 1	403.59±6.77	363.74±18.85	374.04±16.29	393.16±17.75
Post-test 2	423.75±16.37	350.98±17.28	361.13±13.82	378.71±24.96

Nota: Colisiones contra estructura y colisiones contra el tránsito = indicadores de capacidad de conducción de vehículos; GoStop = Tarea de Inhibición de respuesta en curso (un mayor porcentaje de inhibición es indicador de menor impulsividad).

Atención

Estímulos congruentes

El ANOVA de MR sobre los TR de los estímulos congruentes (ver Figura 4) mostró una interacción significativa Tiempo x Tratamiento ($F_{2, 104} = 5.86$, $p \leq .001$). Las comparaciones planeadas mostraron que, en comparación a sus pares placebo, los participantes que recibieron alcohol exhibieron mayores TR en el primer post-test. Dentro del grupo placebo se observó que los TR del segundo post-test fueron significativamente menores a los del pretest y el primer post-test. Por su parte, dentro del grupo alcohol, los TR para el primer post-test fueron significativamente mayores que en el pretest y en el segundo post-test. Esto sugiere que el tratamiento con alcohol altera los procesos atencionales, pero que este efecto disminuye durante la fase descendente de CAA, lo cual indicaría el desarrollo de tolerancia.

El ANOVA de MR sobre las respuestas correctas (datos no mostrados) a los estímulos congruentes mostró una interacción significativa Tiempo x Tratamiento ($F_{2,104} = 7.82, p \leq .001$). En las comparaciones planeadas no se observaron diferencias significativas para las cantidades de respuestas correctas entre los participantes del grupo placebo y aquellos del grupo experimental, en ninguna medición, ni entre la medición pretest y las mediciones post-test para el grupo placebo. Dentro del grupo alcohol, la cantidad de respuestas correctas del pretest fue significativamente mayor a la cantidad de respuestas correctas del primer y segundo post-test. Esto sugiere, un efecto deletéreo del tratamiento con alcohol, que fue similar en ambas fases de la CAA.

Estímulos incongruentes

El ANOVA de MR sobre los TR de los estímulos incongruentes (ver Figura 4) indicó un efecto principal de Sexo ($F_{1,52} = 4.16, p \leq .05$) y Tratamiento ($F_{1,52} = 4.1, p \leq .05$). Las mujeres tuvieron TR significativamente mayores que los hombres. Asimismo, los participantes que recibieron alcohol, en comparación a sus pares placebos, exhibieron TR significativamente mayores. No se encontraron interacciones significativas. El ANOVA sobre las respuestas correctas (datos no mostrados) indicó un efecto principal de Sexo ($F_{1,52} = 8.47, p \leq .01$) y una interacción significativa Tiempo x Tratamiento ($F_{2,104} = 7.92, p \leq .001$). Las mujeres, comparadas con los hombres, realizaron una cantidad significativamente menor de respuestas correctas. Las comparaciones planeadas indicaron que, dentro de la condición alcohol, la cantidad de correctas en el pretest fue significativamente mayor a las del primer y segundo post-test. La condición placebo no arrojó diferencias estadísticamente significativas. Esto sugiere un efecto deletéreo del alcohol que se mantuvo similar durante ambas fases.

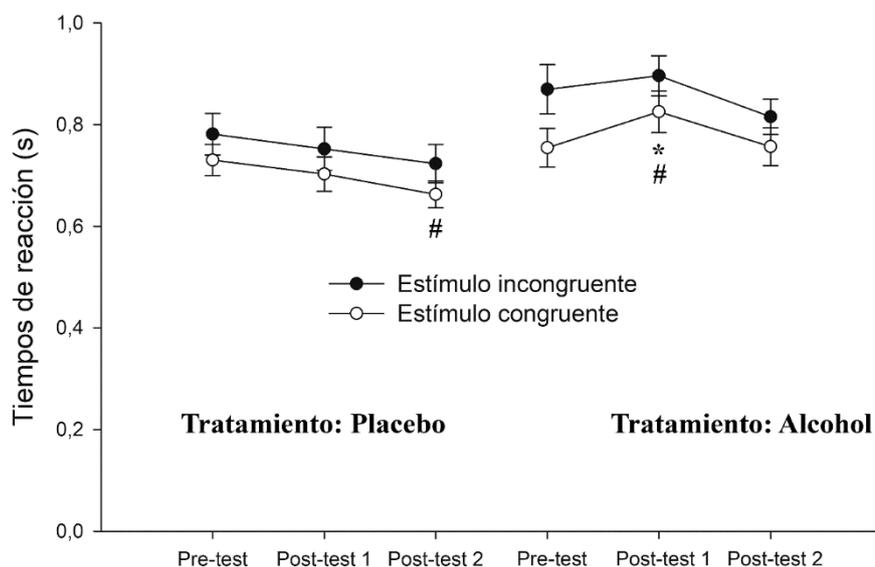


Figura 4. Tiempos de reacción (s) frente a estímulos congruentes e incongruentes en la prueba de Navon, registrados en participantes que consumieron alcohol (0.6/0.7 g/kg; para mujeres y varones, respectivamente) o placebo, durante el pre-test y en las dos mediciones post-test (correspondientes a las fases ascendente y descendente, respectivamente de la curva de alcohol en aliento, CAA). En el grupo placebo se observó que los tiempos de reacción hacia estímulos congruentes del segundo post-test fueron

significativamente menores a los del pretest y el primer post-test; y dentro del grupo alcohol se encontró que los tiempos de reacción para el primer post-test fueron significativamente mayores que en el pretest y que en el segundo post-test. Estas diferencias se indican con el signo numeral. En comparación a sus pares placebo, los participantes que recibieron alcohol exhibieron tiempos de reacción significativamente más elevados hacia los estímulos congruentes, en el primer post-test. Esta diferencia se indica con el signo asterisco. Los resultados se muestran como media \pm EEM, y están colapsados por sexo.

Percepción subjetiva de intoxicación y de deterioro en la capacidad de conducción (datos no mostrados)

Se encontró un efecto principal del tratamiento ($F_{1, 52}= 79.30, p\leq.001$), Tiempo ($F_{5, 260}=17.43; p\leq.001$) y Tratamiento x Sexo ($F_{1, 52}=6.45; p\leq.05$) sobre la percepción subjetiva de intoxicación. El análisis *post hoc* reveló que quienes consumieron alcohol puntuaron significativamente más alto en esta variable que sus pares placebo, un efecto particularmente conspicuo en mujeres. Así también, se observó un descenso significativo en la percepción subjetiva de intoxicación a lo largo de las mediciones.

El ANOVA de MR sobre la percepción de deterioro en la capacidad de conducción mostró un efecto principal significativo de Tratamiento ($F_{1, 52}= 41.67; p\leq .001$) y una interacción significativa Sexo x Tratamiento ($F_{1, 52}= 6.62; p\leq.05$). Los análisis *post hoc* indicaron que los participantes que consumieron alcohol exhibieron puntajes significativamente superiores a sus pares placebos, un efecto que se vio exacerbado en mujeres.

Discusión

Este trabajo evidenció que una dosis aguda de alcohol (correspondiente a una CAA 0.08 g/dl [0.08%]) afecta la conducción de vehículos y procesos relacionados a la conducción (control inhibitorio, atención y percepción subjetiva del grado de intoxicación), en una población -- jóvenes argentinos -- donde hasta el momento escasean estudios experimentales sobre estas variables y su afectación por el alcohol. Un objetivo central implicaba analizar el desarrollo de tolerancia aguda a estos efectos. Para ello se compararon momentos de la fase ascendente (post-test 1) y de la fase descendente (post-test 2) de la curva de concentración de alcohol, caracterizados por CAA similares. La gran mayoría de los déficits hallados en el post-test 1 (i.e., fase ascendente) no mostraron señales de recuperación durante la fase de descenso, e incluso algunos déficits (e.g., excesos de velocidad) se exacerbaron en dicha fase.

Los efectos deletéreos del alcohol sobre la habilidad de conducción de vehículos fueron consistentes con resultados previos (Chamberlain & Salomon, 2002; Martin et al., 2013; Ogden & Moskowitz, 2004), muchos de ellos obtenidos mediante simuladores similares al empleado en este trabajo (Yadav & Velaga, 2019). Uno de los efectos más notables fue el incremento inducido por el alcohol en todas las frecuencias de desvíos (i.e., baja, media y alta), el cual persistió en ambos momentos de la CAA. Este deterioro es congruente con lo reportado tanto en estudios que evaluaron el efecto del alcohol en la fase ascendente (Huemer & Vollrath, 2010; Mets et al., 2011; Veldstra et al., 2012) como con aquellos que lo evaluaron en ambas fases (Tremblay et al., 2015; Weafer & Fillmore, 2012). En síntesis, estos resultados suman evidencia sobre la presencia y persistencia de déficits para mantener el carril cuando se maneja bajo los efectos del alcohol. Respecto a los excesos de velocidad, se encontraron alteraciones significativas asociadas al consumo de alcohol para los excesos leves, aunque no así para los excesos medios o altos. Notablemente, el efecto del alcohol fue más marcado durante la fase descendente de la CAA que

durante la fase ascendente. Estos resultados, similares a los reportados por Tremblay et al. (2015), corresponden a lo que se denomina error prolongado agudo (Schweizer & Vogel-Sprott, 2008).

El alcohol aumentó las colisiones contra estructuras, y esto se mantuvo similar en ambas fases de la CAA. Es posible que el incremento en la cantidad de colisiones contra objetos estáticos esté relacionado con la pérdida de control del vehículo. Puntualmente, es esperable que mayores cantidades de desvíos faciliten este tipo de colisiones ya que los objetos estáticos (e.g., postes de luz, carteles, automóviles estacionados, etc.) se encontraban en los márgenes del camino. Para las colisiones contra el tránsito, sin embargo, se observó una recuperación en el deterioro inducido por alcohol durante la fase descendente (i.e., desarrollo de tolerancia). Es posible que esta diferencia se deba a que la maniobra utilizada para evitar una colisión contra un vehículo en movimiento haya generado una colisión contra alguna estructura inmóvil. Esta es quizá una de las variables dependientes de mayor relevancia del presente trabajo. Estudios epidemiológicos (Blomberg, Peck, Moskowitz, Burns & Fiorentino, 2009; Kalsi, Selander, & Tervo, 2018; Petković, Palić, & Samojlik, 2016) han encontrado relaciones significativas entre niveles de alcohol en sangre y el riesgo de colisionar. En cuanto a los estudios experimentales, los presentes hallazgos coinciden con estudios previos que, sin diferenciar por tipo de colisión, evidenciaron un efecto agudo del alcohol sobre la cantidad de colisiones (Tremblay et al., 2015).

A diferencia de numerosos trabajos (Fillmore, 2007; Fillmore & Blackburn, 2002; Fillmore & Weafer 2004; Marcinski & Fillmore 2003; McCarthy et al., 2012), en este trabajo el alcohol no alteró la capacidad para inhibir una conducta en curso. Es posible que las variaciones metodológicas entre estudios, que incluyen desde diferentes pruebas para medir esta variable a diferencias en la presentación, configuración y duración de las pruebas, expliquen esta discrepancia. Por ejemplo, Dougherty et al. (2008) utilizaron la misma prueba empleada en este trabajo, pero con una mayor duración, y encontraron un incremento de respuestas impulsivas bajo los efectos del alcohol. La mayor duración de la prueba podría haber favorecido la expresión de déficits asociados al alcohol. A diferencia de otros estudios (Fillmore & Weafer, 2004; Marcinski & Fillmore, 2003), aquí se observó un incremento inducido por alcohol en los tiempos de reacción, y sólo en las mujeres.

Se observaron evidencias de tolerancia aguda a los efectos del alcohol en la *Navon Task*. En detalle, en el grupo alcohol las respuestas correctas disminuyeron de manera significativa en la fase de ascenso y se mantuvieron así en la fase de descenso de la CAA. Asimismo, las respuestas a estímulos incongruentes mostraron una disminución en la cantidad de respuestas correctas, aunque sin mostrar diferencias en los tiempos de respuesta. De esta forma, se puede observar que la recuperación de la capacidad para responder rápidamente a los estímulos presentados no está directamente relacionada a la capacidad para hacerlo correctamente. Estos resultados se corresponden a lo hallado en estudios anteriores (Fillmore, Dixon & Schweizer, 2000; Fillmore, Marcinski & Bowman, 2005; Pihl, Paylan, Gentes-Hawn & Hoaken, 2003; Schweizer et al., 2006), que en conjunto indican claramente que el deterioro inducido por el alcohol en la rapidez y precisión, evaluadas mediante este tipo de pruebas, no se recuperan de la misma forma durante la fase de descenso del alcohol en sangre, en consonancia con lo propuesto por otros autores (Schweizer & Vogel-Sprott, 2008).

Los resultados de este estudio deben ser tenidos en cuenta dentro de ciertas limitaciones: el diseño que se utilizó, aunque adecuado para examinar desarrollo de tolerancia, es susceptible

de sesgos por un efecto de aprendizaje. De existir un aprendizaje, debería expresarse en todos los participantes, lo cual descartaría un sesgo ocasionado por este tipo de diseño. Otra limitación fue que no se tuvieron en cuenta factores como la lateralidad de los participantes, su nivel socioeconómico, ni su nivel educativo. Por otro lado, el procedimiento de formación de la muestra y el hecho de que el 75% de los participantes eran estudiantes (universitarios o terciarios), limitan la posibilidad de generalizar estos resultados al resto de los conductores argentinos.

A pesar de las limitaciones, el estudio aportó información sobre las interacciones alcohol y habilidades de conducción, en una población donde hasta el momento no se habían realizado estudios similares, y con un riesgo elevado de verse envuelta en accidentes de tráfico relacionados al alcohol (OMS, 2013). Importadamente, este estudio utilizó un diseño que permitió medir efectos en el momento en el que la mayoría de las personas que beben y conducen toman la decisión de manejar (e.g. durante la fase de descenso de alcohol). El alcohol indujo, tanto en la fase ascendente como en la descendente, deterioro en la capacidad de conducción, así como en atención e impulsividad. Se observó, asimismo, tolerancia aguda a los efectos del alcohol sobre los procesos atencionales. Estos hallazgos destacan lo incompatible que resulta la ingesta de alcohol con la conducción de vehículos (Petković et al., 2010) y respaldan la aplicación de leyes que bajen los límites permitidos de alcohol en sangre, incluso las leyes de tolerancia cero, al volante. Estas políticas y otras similares (aumento de la edad mínima legal para acceder al alcohol; McCartt, Hellinga & Kirley, 2010) ya han mostrado tener efectos benéficos en otros países, reduciendo la cantidad de heridos y fallecidos (Fell & Voas, 2014).

Referencias

- Allen, A. J., Meda, S. A., Skudlarski, P., Calhoun, V. D., Astur, R., Ruopp, K. C., & Pearlson, G. D. (2009). Effects of alcohol on performance on a distraction task during simulated driving. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research, 33*, 617-625. doi:10.1111/j.1530-0277.2008.00876.x
- Amlung, M. T., Morris, D. H., & McCarthy, D. M. (2014). Effects of acute alcohol tolerance on perceptions of danger and willingness to drive after drinking. *Psychopharmacology, 231*, 4271-4279. doi: 10.1007/s00213-014-3579-1.
- Blomberg, R. D., Peck, R. C., Moskowitz, H., Burns, M., & Fiorentino, D. (2009). The Long Beach/Fort Lauderdale relative risk study. *Journal of Safety Research, 40*, 285-292. doi: 10.1016/j.jsr.2009.07.002.
- Brown, T. L., Lee, J. D., & Fiorentino, D. (2018). Effects of alcohol at 0.05% blood alcohol concentration (BAC) on low speed urban driving. *Traffic Injury Prevention 19(sup2)*, S175-S177. doi:10.1080/15389588.2018.1532220
- Caneto, F., Pautassi, R. M., & Pilatti, A. (2018). Ethanol-induced autonomic responses and risk-taking increase in young adults with a positive family history of alcohol problems. *Addictive Behaviors, 76*, 174-181. doi:10.1016/j.addbeh.2017.08.008
- Chamberlain, E., & Solomon, R. (2002). The case for a 0.05% criminal law blood alcohol concentration limit for driving. *Injury Prevention, 8* (Suppl 3), iii1. doi:10.1136/ip.8.suppl_3.iii1.

- Cheng, S. Y., Lee, H. Y., Lee, J. C., & Tsai, S. Y. (2010). Comparing the effects of light alcohol consumption on human response to auditory and visual stimuli. *Perceptual and Motor Skills, 111*, 589-607. doi:10.2466/13.15.18.22.PMS.111.5.589-607
- Cromer, J. R., Cromer, J. A., Maruff, P., & Snyder, P. J. (2010). Perception of alcohol intoxication shows acute tolerance while executive functions remain impaired. *Experimental and Clinical Psychopharmacology, 18*, 329-339. doi:10.1037/a0019591
- Dougherty, D. M., Marsh-Richard, D. M., Hatzis, E. S., Nouvion, S. O., & Mathias, C. W. (2008). A test of alcohol dose effects on multiple behavioral measures of impulsivity. *Drug and Alcohol Dependence, 96*, 111-120. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2008.02.002
- Dougherty, D. M., Mathias, C. W. & Marsh, D. M. (2003). GoStop Impulsivity Paradigm (Version 1.0) [Manual]. Neurobehavioral Research Laboratory and Clinic, University of Texas Health Science Center at Houston, Houston, TX.
- Fell, J. C., & Voas, R. B. (2014). The effectiveness of a 0.05 blood alcohol concentration (BAC) limit for driving in the United States. *Addiction, 109*, 869–874. doi:10.1111/add.12365
- Fernández, M. S., Bellia, F., Ferreyra, A., Chiner, F., Jiménez-García, A. M., D'Addario, C., & Pautassi, R. M. (2020). Short-term selection for high and low ethanol intake during adolescence exerts lingering effects in stress-induced ethanol drinking and yields an anxiety-prone phenotype. *Behavioural Brain Research, 380*, 112445. doi:10.1016/j.bbr.2019.112445
- Fillmore, M. T., & Blackburn, J. (2002). Compensating for alcohol-induced impairment: alcohol expectancies and behavioral disinhibition. *Journal of Studies on Alcohol and Drugs, 63*, 237-246. doi:10.15288/jsa.2002.63.237
- Fillmore, M. T., & Weafer, J. (2004). Alcohol impairment of behavior in men and women. *Addiction, 99*, 1237-1246. doi:10.1111/j.1360-0443.2004.00805.x
- Fillmore, M. T., Dixon, M. J., & Schweizer, T. A. (2000). Differential effects of alcohol on responses to negatively and positively primed stimuli. *Journal of Studies on Alcohol, 61*, 872-880. doi:10.15288/jsa.2000.61.872
- Fillmore, M. T., Marczinski, C. A., & Bowman, A. M. (2005). Acute tolerance to alcohol effects on inhibitory and activational mechanisms of behavioral control. *Journal of Studies on Alcohol, 66*, 663-672. doi:10.15288/jsa.2005.66.663
- Fillmore, M. T. (2007). Acute alcohol-induced impairment of cognitive functions: Past and present findings. *International Journal on Disability and Human Development, 6*, 115-126. doi:10.1515/IJDHD.2007.6.2.115
- Fransson, P. A., Modig, F., Patel, M., Gomez, S., & Magnusson, M. (2010). Oculomotor deficits caused by 0.06% and 0.10% blood alcohol concentrations and relationship to subjective perception of drunkenness. *Clinical Neurophysiology, 121*, 2134-2142. doi:10.1016/j.clinph.2010.05.003

- Heckathorn, D. D. (1997). Respondent -driven sampling: a new approach to the study of hidden populations. *Social Problems, 44*, 174-179.
- Helland, A., Jenssen, G. D., Lervåg, L. E., Westin, A. A., Moen, T., Sakshaug, K., Lydersen, S., Mørland, J., & Slørdal, L. (2013). Comparison of driving simulator performance with real driving after alcohol intake: a randomised, single blind, placebo-controlled, cross-over trial. *Accident Analysis & Prevention, 53*, 9-16. doi:10.1016/j.aap.2012.12.042
- Hingson, R. W., & Winter, M. (2003). Epidemiology and consequences of drinking and driving. *Alcohol Research and Health, 27*(1), 63-78.
- Hingson, R. W., Edwards, E. M., Heeren, T., & Rosenbloom, D. (2009). Age of drinking onset and injuries, motor vehicle crashes, and physical fights after drinking and when not drinking. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research, 33*, 783-790. doi:10.1111/j.1530-0277.2009.00896.x.
- Holland, M. G., & Ferner, R. E. (2017). A systematic review of the evidence for acute tolerance to alcohol - the "Mellanby effect". *Clinical Toxicology 55*(6), 545-556. doi:10.1080/15563650.2017.1296576
- Huemer, A. K., & Vollrath, M. (2010). Alcohol-related impairment in the Lane Change Task. *Accident Analysis & Prevention, 42*, 1983-1988. doi:10.1016/j.aap.2010.06.005
- Irwin, C., Iudakhina, E., Desbrow, B., & McCartney, D. (2017). Effects of acute alcohol consumption on measures of simulated driving: A systematic review and meta-analysis. *Accident Analysis & Prevention, 102*, 248-266. doi:10.1016/j.aap.2017.03.001
- Jongen, S., van der Sluiszen, N., Brown, D., & Vuurman, E. (2018). Single- and dual-task performance during on-the-road driving at a low and moderate dose of alcohol: A comparison between young novice and more experienced drivers. *Human Psychopharmacology, 33*, e2661. doi:10.1002/hup.2661
- Kalsi, J., Selander, T., & Tervo, T. (2018). Alcohol policy and fatal alcohol-related crashes in Finland 2000-2016. *Traffic Injury Prevention, 19*, 476-479. doi:10.1080/15389588.2018.1443325.
- Leung, S., & Starmer, G. (2005). Gap acceptance and risk-taking by young and mature drivers, both sober and alcohol-intoxicated, in a simulated driving task. *Accident Analysis & Prevention, 37*, 1056-1065. doi:10.1016/j.aap.2005.06.004
- Levine, B., & Smialek, J. E. (2000). Status of alcohol absorption in drinking drivers killed in traffic accidents. *Journal of Forensic Sciences, 45*, 3-6.
- Marczinski, C. A., & Fillmore, M. T. (2003). Preresponse cues reduce the impairing effects of alcohol on the execution and suppression of responses. *Experimental and Clinical Psychopharmacology, 11*, 110-117. doi:10.1037//1064-1297.11.1.110
- Martin, T. L., Solbeck, P. A., Mayers, D. J., Langille, R. M., Buczek, Y., & Pelletier, M. R. (2013). A Review of alcohol-impaired driving: the role of blood alcohol concentration and complexity of the driving task. *Journal of Forensic Sciences, 58*, 1238-1250. doi:10.1111/1556-4029.12227

- McCarthy, D. M., Niculete, M. E., Treloar, H. R., Morris, D. H., & Bartholow, B. D. (2012). Acute alcohol effects on impulsivity: associations with drinking and driving behavior. *Addiction, 107*, 2109-2114. doi:10.1111/j.1360-0443.2012.03974.x
- McCartt, A. T., Hellinga, L. A., & Kirley, B. B. (2010). The effects of minimum legal drinking age 21 laws on alcohol-related driving in the United States. *Journal of Safety Research, 41*, 173-181. doi:10.1016/j.jsr.2010.01.002.
- Meda, S. A., Calhoun, V. D., Astur, R. S., Turner, B. M., Ruopp, K., & Pearlson, G. D. (2009). Alcohol dose effects on brain circuits during simulated driving: an fMRI study. *Human Brain Mapping, 30*, 1257-1270. doi:10.1002/hbm.20591
- Mellanby, S. E. (1919). Alcohol: its absorption into and disappearance from the blood under different conditions. The University Press.
- Mets, M. A., Kuipers, E., Senerpont Domis, L. M., Leenders, M., Olivier, B., & Verster, J. C. (2011). Effects of alcohol on highway driving in the STISIM driving simulator. *Human Psychopharmacology, 26*, 434-439. doi:10.1002/hup.1226
- Ministerio de salud de la Nación (2011). Algunos datos sobre el consumo de alcohol en Argentina. Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Salud Mental y Adicciones.
- Montero, I., & León, O. G. (2007). A guide for naming research studies in Psychology. *International Journal of Clinical and Health Psychology, 7*, 847-862.
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology, 9*, 353-383.
- National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism (2011). Guidelines and Resources. Administering Alcohol in Human Studies. Available in <https://www.niaaa.nih.gov/research/guidelines-and-resources>.
- Observatorio Nacional de Seguridad Vial (2018). Situación de la seguridad vial de Argentina. Datos y análisis para un abordaje integral del problema. Ministerio de Transporte de Argentina.
- Ogden, E. J. D., & Moskowitz, H. (2004). Effects of alcohol and other drugs on driver performance. *Traffic Injury Prevention, 5*, 185-198. doi:10.1080/15389580490465201
- Organización Mundial de la Salud. (2007). Drinking and Driving: a road safety manual for decision makers and practitioners.
- Organización Mundial de la Salud. (2010). Global Status Report on Noncommunicable Diseases. Geneva: World Health Organization.
- Organización Mundial de la Salud. (2013). WHO global status report on road safety 2013: supporting a decade of action. World Health Organization.
- Organización Mundial de la Salud. (2014). Global Status Report on Noncommunicable Diseases. Geneva: World Health Organization.

- Petković, S., Palić, K., & Samojlik, I. (2016). Blood alcohol concentration in fatally injured drivers and the efficacy of alcohol policies of the new law on road traffic safety: A retrospective 10-year study in autonomous province of Vojvodina, Republic of Serbia. *Traffic Injury Prevention*, 17, 553-557. doi:10.1080/15389588.2015.1125479.
- Pihl, R. O., Paylan, S. S., Gentes-Hawn, A., & Hoaken, P. N. (2003). Alcohol affects executive cognitive functioning differentially on the ascending versus descending limb of the blood alcohol concentration curve. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 27, 773-779. doi:10.1097/01.ALC.0000065434.92204.A1
- Pilatti, A., Read, J. P., & Pautassi, R. M. (2017). ELSA 2016 Cohort: Alcohol, tobacco, and marijuana use and their association with age of drug use onset, risk perception, and social norms in Argentinean college freshmen. *Frontiers in Psychology*, 8, 1452. doi:10.3389/fpsyg.2017.01452
- Price, J. L., Lewis, B., Boissoneault, J., Frazier, I. R., & Nixon, S. J. (2018). Effects of acute alcohol and driving complexity in older and younger adults. *Psychopharmacology*, 235, 887-896. doi:10.1007/s00213-017-4806-3
- Rose, A. K., Jones, A., Clarke, N., & Christiansen, P. (2014). Alcohol-induced risk taking on the BART mediates alcohol priming. *Psychopharmacology*, 231, 2273-2280. doi:10.1007/s00213-013-3377-1
- Schweizer, T. A., & Vogel-Sprott, M. (2008). Alcohol-impaired speed and accuracy of cognitive functions: a review of acute tolerance and recovery of cognitive performance. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 16, 240-250. doi:10.1037/1064-1297.16.3.240
- Schweizer, T. A., Vogel-Sprott, M., Danckert, J., Roy, E. A., Skakum, A., & Broderick, C. E. (2006). Neuropsychological profile of acute alcohol intoxication during ascending and descending blood alcohol concentrations. *Neuropsychopharmacology*, 31, 1301-1309. doi:10.1038/sj.npp.1300941
- Simons, R., Martens, M., Ramaekers, J., Krul, A., Klöpping-Ketelaars, I., & Skopp, G. (2012). Effects of dexamphetamine with and without alcohol on simulated driving. *Psychopharmacology*, 222, 391-399. doi:10.1007/s00213-011-2549-0
- Tremblay, M., Gallant, F., Lavallière, M., Chiasson, M., Silvey, D., Behm, D., ... & Johnson, M. J. (2015). Driving performance on the descending limb of blood alcohol concentration (BAC) in undergraduate students: a pilot study. *Plos One*, 10, e0118348-e0118348. doi:10.1371/journal.pone.0118348
- Veldstra, J. L., Brookhuis, K. A., De Waard, D., Molmans, B. H., Verstraete, A. G., Skopp, G., & Jantos, R. (2012). Effects of alcohol (BAC 0.5‰) and ecstasy (MDMA 100 mg) on simulated driving performance and traffic safety. *Psychopharmacology*, 222, 377-390. doi:10.1007/s00213-011-2537-4

- Vera, B. V., Pilatti, A., Garimaldi, J. & Pautassi, R. M. (2018). Acute effects of alcohol intoxication on decision making and impulsivity in at-risk gamblers with or without problematic drinking. *Psychology & Neuroscience*, *11*, 252-265. doi:10.1037/pne0000133
- Verster, J. C., Wester, A. E., Goorden, M., Van Wieringen, J. P., Olivier, B., & Volkerts, E. R. (2009). Novice drivers' performance after different alcohol dosages and placebo in the divided attention steering simulator (DASS). *Psychopharmacology*, *204*, 127-133. doi:10.1007/s00213-008-1443-x
- Watters, J. B. P. (1989). Targeted sampling: options for the study of hidden populations. *Social Problems*, *36*, 416-430.
- Weafer, J., & Fillmore, M. T. (2012). Acute tolerance to alcohol impairment of behavioral and cognitive mechanisms related to driving: drinking and driving on the descending limb. *Psychopharmacology*, *220*, 697-706. doi:10.1007/s00213-011-2519-6
- Yadav, A. K. & Velaga N. R. (2019) Laboratory analysis of driving behavior and self-perceived physiological impairment at 0.03%, 0.05% and 0.08% blood alcohol concentrations. *Drug and Alcohol Dependence* *205*:107630. doi:10.1016/j.drugalcdep.2019.107630