

Efectos del café cafeinado sobre la memoria inmediata y la planificación visomotora en estudiantes universitarios

Resumen

Para evaluar los efectos del café cafeinado (150mg/130 ml) en la memoria inmediata y en la planificación visomotora en estudiantes universitarios, se utilizó una muestra de 109 estudiantes, de los cuales 54 conformaban el grupo de café descafeinado (control) y 55, el de café cafeinado. El diseño fue experimental pretest-posttest, con grupo control. Se evaluó la memoria inmediata, los aciertos, los errores de secuenciación, de atravesamientos y totales, así como la velocidad y la precisión mediante una prueba de planificación visomotora (TESEN). Luego, aleatoriamente y mediante el método doble-ciego, se les dio a beber a los participantes 130ml de café sin cafeína/con cafeína, (grupo control y experimental, respectivamente); después de 30 minutos, se evaluaron los mismos índices con diferentes pruebas. Los datos se analizaron mediante ANOVA de medidas repetidas, con un $\alpha = 0.05$. El café cafeinado (150mg/130 ml) incrementó la memoria inmediata y disminuyó los errores de atravesamiento, lo que muestra leves efectos ergogénicos del café con cafeína en los estudiantes de ambos sexos.

Palabras clave: café cafeinado, café descafeinado, memoria a corto plazo, prueba del TESEN

Abstract

To evaluate the effects of caffeinated coffee (150mg/130 ml) on immediate memory and visuomotor planning in university students, an experimental design pretest-posttest with a control group was used. The sample was constituted by 109 students -54 belonged to the decaffeinated coffee group (control) and 55 to the caffeinated coffee group-. Immediate memory, successes, sequencing, traversing and total mistakes, as well as speed and accuracy were evaluated by a test of visuomotor planning (TESEN). Then, randomly and using the double-blind method, participants drank 130ml of coffee without caffeine/with caffeine (control and experimental group, respectively). After 30 minutes, the same indexes were evaluated with different tests. Data were analyzed by repeated measures ANOVA with an $\alpha = 0.05$. Caffeinated coffee (150mg / 130ml) increased immediate memory and decreased traversing mistakes, showing its light ergogenic effects on students of both sexes.

Keywords: caffeinated coffee, decaffeinated coffee, short-term memory, TESEN test

María del Pilar Santacruz Ortega¹
Universidad Católica de Colombia.
 Martha Bohórquez Alonso²
Universidad de la Laguna, España
 José Julián López³
Universidad Nacional de Colombia
 Miguel Molina⁴
Universidad de la Laguna, España

Recibido: 7 de febrero de 2018

Aceptado: 20 de abril de 2018

1. Ph. D en psicología. Email: mpsantacruz@ucatolica.edu.co
2. Ph. D en ciencias biológicas, especialista en etología.
3. Ph. D en ciencias farmacéuticas. Universidad Nacional de Colombia
4. Ph. D en ciencias biológicas, especialista en etología.

Agradecimientos

Damos especiales agradecimientos al director del laboratorio de psicología de la Universidad Católica de Colombia, el doctor Carlos Garavito Ariza, por su invaluable colaboración en el desarrollo de la presente investigación.

Introducción

La cafeína es un alcaloide (1,3,7-trimetilxantina) que se encuentra principalmente en el café, y en más de 60 plantas como el té, el chocolate, la hierba mate o guaraná, la Kola y el yoco, por citar algunos. La gran cantidad de alimentos en los que se encuentra la cafeína hace de esta sustancia la droga de mayor consumo en el mundo (Chamorro & Iván, 2018).

Los efectos producidos por la cafeína se dan principalmente por el antagonismo de los receptores A1 y A2 de la adenosina, neurotransmisor inhibitorio de la actividad neuronal. Al inhibir la cafeína a los receptores A1 de la adenosina, se reducen los mecanismos inhibitorios de este neurotransmisor y se produce la liberación de los neurotransmisores excitatorios, como la noradrenalina, la dopamina, el glutamato, la acetilcolina y la serotonina; paralelamente, la cafeína ejerce efectos vasoconstrictores mediados por los receptores A2A de la adenosina (Koppeltaetter et al., 2010). De esta forma, los efectos estimulantes de la cafeína se producen por la combinación de respuestas neurales y vasculares (Cunha, 2008; Koppeltaetter et al., 2010; Liang & Kitts, 2014).

Por lo general, la cafeína se consume por vía oral, en bebidas como el café, el té, el chocolate, la hierba mate o guaraná, y las bebidas energizantes, además de dulces, postres etc. Por otra parte, dependiendo de factores como la clase de café, la preparación y el proceso de tostado, a la bebida de café se le adicionan otras sustancias, como *aminoácidos y compuestos nitrogenados, polisacáridos, proteínas, fenoles, azúcares, triglicéridos*, ácido linoleico, diterpenos (cafestol y kahweol), ácidos volátiles (fórmico y acético), los cuales contribuyen al aroma del café, y no volátiles (como los ácidos láctico, tartárico, pirúvico, cítrico), compuestos fenólicos (ácido clorogénico), vitaminas y minerales (Liang & Kitts, 2014).

Muchos de estos compuestos potencializan la capacidad excitatoria de la cafeína, así como sus efectos antioxidantes y antiinflamatorios.

La cafeína se absorbe rápidamente en el tracto gastrointestinal dentro de los 45 minutos siguientes a su ingestión, y las concentraciones más altas se alcanzan entre 15 y 120 minutos después. No obstante, esto varía dependiendo de la preparación y la administración (bebida, dulces, postres, si se consume sola o acompañada, entre otras). Una vez se absorbe, la cafeína se distribuye rápidamente a través de

todo el cuerpo y tiene un promedio de vida de cinco horas en el plasma, con un rango de 1.5 a 8 horas (Franco, 2009). Cuando la sustancia cruza la barrera hematoencefálica, sus niveles en el cerebro permanecen estables al menos durante una hora (Vanderveen et al., 2001).

Por otra parte, la cafeína tiene efectos beneficiosos en el sistema nervioso, cardiovascular, respiratorio, renal y muscular (ver revisión de Santacruz, Rodríguez & Jiménez, 2007). Las propiedades estimulantes de esta sustancia se manifiestan en el incremento del estado de alerta, la energía física (Lamina, & Musa, 2009) y la mental. Esta última se refleja en el aumento de la atención, la concentración y la velocidad en el procesamiento de información, así como en la mejoría del estado de ánimo, el aprendizaje y la memoria. Además, el incremento en la concentración contribuye a un aumento del rendimiento físico y una mayor velocidad motora, así como a la prolongación de la resistencia a la fatiga (Aue, Arruda, Kass & Stanny, 2009; Haskell, Kennedy, Milne, Wesnes & Scholey, 2008; Koppeltaetter et al., 2010; Tucha, et al., 2006; Van Duinen, Lorist & Zijdewind, 2005; Vanderveen et al., 2001).

Los efectos positivos de la cafeína en la cognición se fundamentan en la alta densidad de receptores de adenosina que se encuentran en algunas estructuras cerebrales. Tal es el caso del tálamo, región relacionada con el estado de alerta, la atención y la concentración (Koppeltaetter et al., 2010); la región frontopolar (área 10 de Brodman), vinculada con la planeación, la introspección, la memoria retrospectiva y prospectiva, la disociación de la atención y la resolución de problemas, especialmente de los que implican tareas simultáneas (Buriticá-Ramírez & Pimienta-Jiménez, 2007); la corteza medial y cingulada anterior, asociadas con la memoria de trabajo y la verbal, así como con algunas funciones ejecutivas; la corteza prefrontal dorsolateral y ventrolateral, estructuras que participan en la atención, la inhibición o el control de la interferencia, el monitoreo, la planeación y el control; y la corteza parietal y el cerebelo, regiones que participan activamente en la memoria de trabajo (Chamberlain, Muller, Robbins & Sahakian, 2006). Además, como se había anotado anteriormente, la cafeína interactúa con otros sistemas de neurotransmisores como los dopaminérgicos, adrenérgicos, colinérgicos y glutaminérgicos, los que comunican diferentes sitios cerebrales, incluida la corteza prefrontal (Chamberlain et al., 2006).

Numerosos estudios se enfocan en aclarar las dosis y el tiempo de duración de la habilidad de la cafeína para mantener o mejorar la ejecución cognoscitiva; esta información aumenta el conocimiento de los mecanismos de acción de esta sustancia. Vanderveen et al. (2001) determinaron que la cafeína, en dosis de 100–600 mg, produce resultados positivos en la ejecución cognoscitiva, incluso en situaciones de privación de sueño; además, conserva la velocidad de reacción y la concentración auditiva, que es fundamental para las operaciones militares. No obstante, el consumo de dosis menores no permitió determinar efectos significativos. Las dosis que contienen entre 200 y 600 mg de cafeína prolongan la resistencia física, e incluso la restauran en latitudes altas, mientras que una dosis de 250 mg incrementa los efectos subjetivos de bienestar y mejora las tareas cognoscitivas; sin embargo, las dosis mayores de 500 mg podrían causar malestar, tensión, ansiedad e intranquilidad (Vanderveen et al., 2001).

En este orden de ideas, Nehlig (2010) destaca que algunos estudios no encontraron efectos positivos de la cafeína en el aprendizaje y la memoria, aunque en ciertas ocasiones observaron efectos facilitadores o inhibidores de estos procesos. La cafeína facilita el aprendizaje de tareas simples y pasivas, así como el rendimiento en las tareas que implican memoria de trabajo en un grado limitado, pero dificulta el rendimiento en las tareas que dependen de ella. Además, esta sustancia parece mejorar más la memoria cuando el estado de alerta no es el mejor; es decir, incrementa el rendimiento en los sujetos fatigados (Koppelstaetter et al. 2010; Nehlig, 2010). Así mismo, Rogers, Heatherley, Mullings & Smith (2013) encontraron que la cafeína aumentaba el estado de alerta y la ejecución cognoscitiva. Por su parte, Nehlig (2010) resalta los beneficios de la cafeína en el tiempo de reacción, pero no en la memoria a largo plazo, lo que se opone al hallazgo de Borota et al. (2014), quienes encuentran que es muy efectiva para la consolidación de la memoria a largo plazo.

Con respecto a la vigilancia o el mantenimiento de la atención, que se refiere a la habilidad de mantener el foco de atención en tareas monótonas durante tiempos prolongados, las dosis bajas de cafeína (50mg) redujeron los errores en largos períodos, los que normalmente se incrementarían con el paso del tiempo, como sucedió con el grupo control (Foxe, Morie, Laud, Rowson, Bruin & Kelly, 2012). De la misma forma, Dodd, Kennedy, Riby & Haskell-Ramsay (2015) encontraron que la cafeína aumentó el mantenimiento de la atención, redujo el tiempo de

reacción y disminuyó los errores en la prueba stroop. Por otra parte, la cafeína mantiene el estado de alerta y mejora el procesamiento de información (Aue, Arruda, Kass & Stanny, 2009), además de que reduce el tiempo de reacción y el cansancio mental, e incrementa el procesamiento de información visual, la precisión y la memoria de trabajo numérica (Haskell et al., 2008).

Numerosos estudios longitudinales han mostrado que el consumo crónico de cafeína en el café previene o reduce el deterioro cognoscitivo relacionado con la edad en sujetos sanos (Arab et al., 2011; Corley et al., 2010; van Gelder et al., 2007; Vercambre et al., 2013), además de que disminuye el riesgo de adquirir la enfermedad de Parkinson (Sääksjärvi et al., 2008) y la diabetes tipo 2 (Salazar-Martínez et al., 2004). Sin embargo, aún existe controversia en lo que atañe a estos resultados (Koppelstaetter et al., 2010; Nehlig, 2010; Kwok, Leung & Schooling, 2016).

Como se vio anteriormente, la investigación acerca del impacto de la cafeína en la cognición arroja resultados variados. Algunos estudios encuentran efectos positivos, mientras que otros asocian el consumo de esta sustancia con un mal desempeño, o en su defecto, no encuentran efecto alguno. Una de las posibles razones es la presentación de la cafeína, ya que la gran mayoría de las investigaciones utiliza esta sustancia en forma de pastillas, grageas, goma de mascar, o incluso en polvo para mezclar con bebidas, refrescos o agua. Además, existe alta variabilidad en las dosis utilizadas, cuyo rango fluctúa desde 15 hasta 600 mg (James, 2014), así como en los instrumentos de medición de los índices cognoscitivos empleados (Borota et al., 2014; Koppelstaetter et al., 2010).

Si bien la bebida de café es la forma de consumo más frecuente de cafeína en el mundo, existen pocos estudios con respecto a los efectos que esta bebida trae consigo (Naidu et al., 2008). La mayoría de estas investigaciones son de tipo longitudinal y se enfocan en evaluar la cantidad de consumo de café cafeinado y su relación con distintas patologías, como el deterioro cognoscitivo, la diabetes mellitus tipo 2, la depresión, y la enfermedad de Alzheimer, o el Parkinson (Arab et al., 2011; Corley et al., 2010; Kwok, Leung & Schooling, 2016; Sääksjärvi et al., 2008; van Gelder et al., 2007; Vercambre et al., 2013).

A pesar del alto consumo de café en el mundo, sus efectos potencialmente beneficiosos para la salud y la cognición son poco conocidos. Uno de los componentes principales de esta bebida es la cafeína, lo que ha hecho que la mayoría de

las investigaciones se dirijan a explorar los efectos de esta sustancia en diversas presentaciones y se ha prestado poca atención a las acciones del café (Adan & Serra-Grabulosa, 2010). Teniendo en cuenta que la mayoría de los usuarios obtienen la cafeína del café, es importante conocer si el café cafeinado proporciona el mismo beneficio ergogénico que la cafeína anhidra en diferentes presentaciones.

El café no solo es una fuente de cafeína, sino que contiene numerosos compuestos bioactivos que pueden modificar, complementar o sinergizar con la cafeína, para producir beneficios en el funcionamiento motor y la cognición (Shukitt-Hale, Miller, Chu, Lyle & Joseph, 2013). Por lo anterior, los efectos de la cafeína presente en el café podrían ser diferentes a los encontrados cuando se evalúa la cafeína por separado, en sus diferentes presentaciones (Adan & Serra-Grabulosa, 2010; Shukitt-Hale et al., 2013).

Por otra parte, resulta de suma importancia aclarar los efectos del café con todos sus componentes dada la popularidad de esta bebida, la cual está incluida en la dieta diaria de numerosas personas de todas las edades. Así bien, el estudio de los efectos del café cafeinado en estudiantes jóvenes es de gran interés, puesto que esta población, además de que presenta alto consumo de café en esta presentación, está sometida a largas jornadas que exigen mantenerse en vigilia y con un elevado nivel de concentración, para lograr un óptimo aprendizaje. Entonces, la presente investigación se dirige a evaluar los efectos de una taza de café con cafeína (150mg/130 ml), en una dosis de uso habitual, en la memoria a corto plazo y en la planificación visomotora en estudiantes universitarios de ambos sexos.

Método

Diseño

En este trabajo se utilizó un diseño experimental pretest- posttest con grupo control. Inicialmente, se midió en ambos grupos, y de forma individual, la memoria a corto plazo, los aciertos, los errores de secuencia, los de atravesamiento y los totales, así como la precisión, la ejecución, la velocidad y el tiempo de realización de una prueba de planificación visomotora; después, al grupo control se le dio café descafeinado (130 ml) y al experimental, café con cafeína (150mg/ml en 130 ml). Pasada media hora, se les hizo una segunda evaluación de los mismos índices cognoscitivos evaluados anteriormente.

Participantes

Inicialmente, se contó con 180 estudiantes de ambos sexos de las carreras de Psicología, Ingeniería, Arquitectura y Derecho, de la Universidad Católica de Colombia. Se seleccionaron aquellos participantes de quienes se obtuvieron datos completos; es decir, un total de 109 (28 hombres y 26 mujeres del grupo que tomó café descafeinado, y 26 hombres y 29 mujeres del grupo que consumió café con cafeína). La edad promedio de los participantes fue de $19,71 \pm 1,91$ años.

Sustancias

Para la preparación de la solución de cafeína, se partió de materia prima cafeína anhidra grado alimentario, de la cual se pesaron 1.73 gramos, los cuales se mezclaron con 200 mL de agua; posteriormente, se disolvió la cafeína, utilizando un homogeneizador ultrasónico Modelo 150VT, 115V/60Hz durante 5 minutos. Finalmente, se completó un volumen de 1500 mL con agua destilada.

La solución resultante contenía 150 mg/130 ml (volumen de una taza de café), se almacenó en una botella de PVC con cierre hermético, se protegió de la luz y se mantuvo a temperatura ambiente durante el desarrollo de las pruebas. Esta solución se preparó las veces que fuera necesario para completar el tamaño estimado de la muestra.

Para la preparación de la bebida cafeinada, se utilizó café descafeinado de una marca comercial, el cual se coló en una cafetera con agua que contenía la solución de cafeína 150mg/130 ml, la cual se denominaba café A, o bien en agua corriente para la preparación del café descafeinado, que se denominaba café B. La proporción fue de 15 mg de café descafeinado por taza de agua de 130ml. Cabe anotar que las personas que administraban el café no conocían la correspondencia de las letras con el café cafeinado o con el descafeinado.

Instrumentos

La memoria visual se midió mediante la presentación de 2 láminas con 32 figuras; estas debían ser observadas por los participantes durante 2 minutos y, posteriormente, ellos debían nombrar las figuras que recordaban. La planificación visomotora se evaluó mediante el Test de los Senderos (TESEN) desarrollado por Portellano, & Martínez-Arias (2014), el que, por medio de una tarea visomotora, evalúa diversos componentes de las funciones ejecutivas, tales

como la planificación, la memoria de trabajo, la flexibilidad mental, la alternancia, la atención sostenida, la capacidad para inhibir, la memoria prospectiva, la velocidad de procesamiento perceptivo y la fluidez de la respuesta motora. Estas medidas dan cuenta de la eficiencia o integridad del funcionamiento ejecutivo.

El test consta de cuatro condiciones o senderos, que presentan una dificultad creciente. En la presente investigación, se utilizaron los senderos 1 y 3. El 1 incluye 25 círculos en una hoja de papel, numerados de 1 a 25; la persona debe conectar con líneas los números en orden ascendente. El sendero 3 incluye en los círculos números del 1 al 21 con diferentes colores; la persona debe conectar los números con líneas, siguiendo un patrón ascendente y alternando los colores. En estas pruebas, se tiene en cuenta la frecuencia de los aciertos, los errores de secuencia, los atravesamientos y los totales, además de la velocidad o el tiempo de realización de la prueba y la precisión.

Procedimiento

Inicialmente, se realizó una convocatoria a los estudiantes mayores de edad de la Universidad Católica de Colombia para que participaran en la presente investigación. De los que acudieron, se incluyó a quienes no presentaran alguna condición patológica, física o mental, evidente; se les explicaron las condiciones generales del estudio y se les informó que debían cumplir con el requisito de no haber consumido cafeína en ninguna presentación al menos dos horas antes de participar en el experimento.

Se seleccionó a 180 estudiantes (90 mujeres y 90 hombres), a quienes se les pidió llenar un consentimiento informado, para comenzar con el estudio. Inicialmente, y de forma individual, en uno de los cubículos del Laboratorio de Psicología de la Universidad Católica de Colombia (LAPSUCC), se le pedía al estudiante que se sentara frente a la pantalla del computador a una distancia aproximada de 80 centímetros, y se proyectaba una lámina con treinta y dos (32) figuras, las cuales tenían que observar y memorizar durante dos minutos consecutivos. Inmediatamente después, se les preguntaba a los participantes las figuras que recordaban y se registraban. Seguidamente, se les aplicaba el test del sendero 1 del TESEN; posteriormente, se les daba, de forma doble-ciego, una taza de 130 ml de café con cafeína o descafeinado, según correspondiese a la aleatorización de cada participante a uno u otro grupo.

La administración del café se alternaba durante cada día de experimentación; es decir, el primer día se le daba al primer participante una taza del café A; al segundo, una taza del café B; al tercero, una taza del café A, y así sucesivamente. Al siguiente día, se comenzaba dándole al primer participante una taza del café B; al segundo, una taza del café A; y se seguía alternando. La recolección de datos se hizo de lunes a viernes de 9:00 a.m. a 1:00 p.m., y de 3:00 p.m. a 6:00 p.m., durante cinco semanas consecutivas.

Las personas que servían la bebida desconocían la correspondencia de las letras con el café cafeinado o el descafeinado; además, se les ofrecía el café a los participantes de la misma forma en que acostumbraban tomarlo; es decir, con o sin azúcar, frío, caliente, o tibio.

Después de 30 minutos de haberse tomado el café, se les volvía a medir individualmente del mismo modo que en la línea de base. Esta vez, se utilizaba una lámina con 32 figuras diferentes a las anteriores, proyectadas en la pantalla del computador y mediante el sendero 3 del TESEN.

Para la realización del presente estudio, se tuvieron en cuenta las condiciones éticas señaladas en la Resolución 8430, del Ministerio de Salud de la República de Colombia (1993), por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. De igual forma, se contemplaron las condiciones estipuladas por el Código de la APA (2010), y las de la Ley 1090 de 2006, capítulo VII, de la República de Colombia (2006). Además, se contó con la aprobación por parte del comité de Ética de la U.C.C. La presente investigación se cataloga como de riesgo mínimo dado que el café con cafeína es una sustancia segura, que incluso está presente en la dieta diaria de la población.

Los datos se analizaron por medio del MANOVA de medidas repetidas, para comparar los diversos factores: el factor intra-grupo (medición pre- postest) y los factores inter-grupos (café cafeinado /café descafeinado y sexo), con un $\alpha \leq 0.05$.

Resultados

En las tablas 1 y 2, se resumen los resultados globales de las comparaciones realizadas, mediante el ANOVA de medidas repetidas, de la memoria a corto plazo, o número de figuras recordadas, y de los diferentes índices obtenidos con el TESEN en la prueba de planificación visomotora.

Tabla 1
Resultados de la memoria de las figuras

Factores	F	Sig	Interacciones	F	Sig	gl
Grupo	0.855	0.357	Grupo x Pre-postest	4.025	0.047	1, 105
Pre-Postest	2.171	0.144	Grupo x Sexo	0.135	0.714	
Sexo	0.811	0.370	Pre-postest x Sexo	0.343	0.560	
			Grupo x Pre-postest x Sexo	0.002	0.964	

En cuanto a la memoria a corto plazo, se encontró que la interacción grupo y pretest-postest fue significativa.

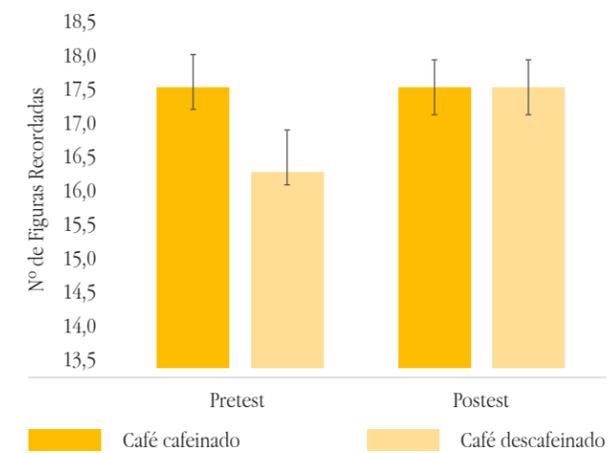


Figura 1. Media \pm Error estándar (ES) del número de figuras recordadas en el grupo de ambos sexos antes y después de tomar café descafeinado o café cafeinado

La memoria fue mayor en el pre-test en el grupo control, mientras que, en el postest, el grupo que tomó café cafeinado incrementó significativamente el número de figuras recordadas, en comparación al pretest; por el contrario, el grupo que tomó café descafeinado mostró un leve decremento, en comparación con los niveles obtenidos en la línea de base o pretest (ver figura 1).

En los índices analizados mediante el TESEN, como los aciertos, la precisión y la velocidad en la realización de la prueba, no se encontraron diferencias significativas entre los factores, ni en sus interacciones con los grupos (ver tabla 2).

Se encontraron diferencias entre el pretest y el postest únicamente en lo que respecta a la velocidad y la precisión; sin embargo, este factor solo no es importante porque no indica nada relacionado con el objetivo del presente estudio. En la tabla 3, se presentan los resultados de las comparaciones de los errores de secuencia, de atravesamiento y los totales.

Tabla 2
Resultados de los aciertos, precisión y velocidad en la realización de la prueba del TESEN

Factores e Interacciones	Aciertos		Precisión		Velocidad		gl
	F	Sig	F	Sig	F	Sig	
Grupo	0.004	0.948	0.894	0.346	0.002	0.965	1, 105
Pre-Postest	0.083	0.774	51317.8	0.000	193.37	0.000	
Sexo	0.048	0.828	0.277	0.600	0.118	0.732	
Grupo x Pre-postest	0.201	0.655	1.548	0.216	1.828	0.179	
Grupo x Sexo	0.814	0.369	2.439	0.121	0.006	0.937	
Pre-postest x Sexo	0.000	0.987	0.416	0.520	0.092	0.763	
Grupo x Pre-postest x Sexo	0.056	0.813	3.213	0.076	0.923	0.339	

Tabla 3
Resultados de los errores de secuencia, de atravesamiento y totales en la realización del TESEN

Factores e Interacciones	Errores de secuencia		Errores de atravesamiento		Errores totales		
	F	Sig	F	Sig	F	Sig	gl
Grupo	0.336	0.564	6.790	0.010	2.946	0.089	1, 105
Pre -Posttest	11.046	0.001	17.11	0.000	16.762	0.000	
Sexo	0.383	0.538	0.510	0.477	0.524	0.471	
Grupo x Pre-posttest	0.774	0.381	5.726	0.018	1.584	0.211	
Grupo x Sexo	0.137	0.712	0.028	0.867	0.168	0.683	
Pre-posttest x Sexo	0.282	0.597	0.714	0.400	0.006	0.938	
Grupo x Pre-posttest x Sexo	0.098	0.755	0.807	0.371	0.101	0.751	

En las tres clases de errores, se encontraron diferencias significativas entre el pretest y el posttest; sin embargo, esto no corresponde a los objetivos, como se había anotado anteriormente.

En lo que respecta a los errores de atravesamiento, se determinaron diferencias significativas entre los grupos control y experimental, así como en la interacción grupo y pretest- posttest (ver figura 2).

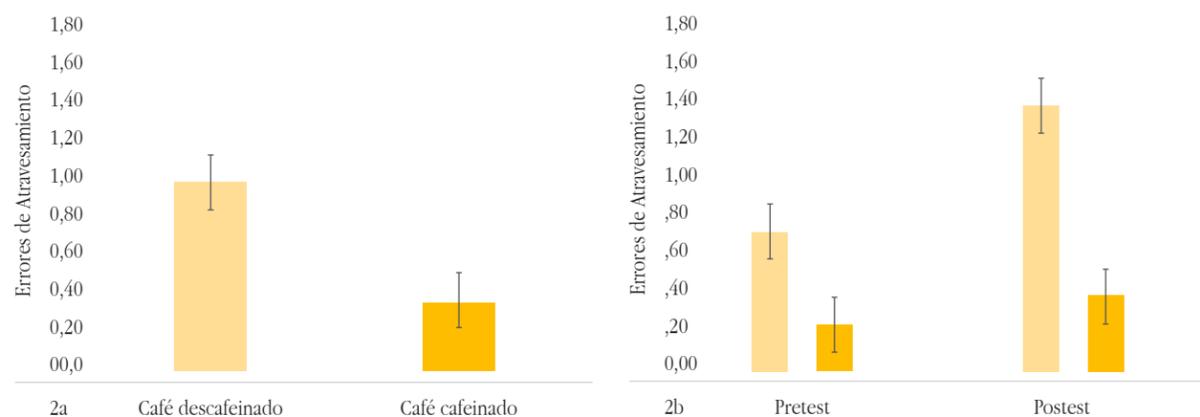


Figura 2. Media ± ES de los errores de atravesamiento entre los grupos de ambos sexos, el que tomó café descafeinado y el que tomó café cafeinado (2a), y entre estos grupos en el pretest y el posttest (2b)

Por otra parte, se encontró un índice significativamente menor de errores de atravesamiento en el grupo experimental, o sea el que tomó café cafeinado, en comparación con el grupo que consumió café descafeinado (Figura 2a). Respecto a la interacción del grupo con el pretest- posttest, se encontró que los dos grupos presentaron mayor número de errores después de tomar café; sin embargo, el grupo que consumió la bebida descafeinada mostró significativamente más errores de atravesamiento que el que tomó café cafeinado, como se puede apreciar en la Figura 2b.

Discusión

El objetivo del presente estudio fue determinar los efectos de una taza de café cafeinado (150mg/130ml) en la memoria a corto plazo y en la planificación visomotora, evaluada mediante los aciertos, la precisión, los errores (de secuencia, de atravesamiento y los totales) y la velocidad en una prueba de coordinación visomotora.

Se encontró que el café cafeinado (150mg/130ml) mejoró la memoria a corto plazo, puesto que después de

consumirlo, se observó un incremento significativo del número de figuras recordadas, en comparación con las que se recordaron en el pretest. No obstante, este incremento no se observó en el grupo que tomó café descafeinado (130ml), en donde incluso se presentó una reducción leve, aunque no significativa, del número de figuras recordadas en el posttest, en comparación con el pretest.

La evaluación de la memoria a corto plazo en el pretest, o sea antes de tomar el café cafeinado/descafeinado, fue superior en el grupo control, en comparación con el experimental (el que posteriormente tomaría café cafeinado). Estas diferencias encontradas en la línea de base se debieron completamente al azar puesto que después de la evaluación inicial, o sea del pretest, se aleatorizaba la pertenencia al grupo control o al experimental, sin tener conocimiento de los resultados de esta medición.

Este factor puede generar confusión, pues lo ideal sería que los dos grupos hubiesen obtenido niveles similares de memoria. Sin embargo, esto no impidió advertir los efectos del café cafeinado, debido a que, en el posttest, únicamente el grupo que tomó café en esta presentación incrementó de forma importante la memoria a corto plazo. De hecho, los participantes que tomaron esta bebida recordaron más figuras posteriormente, en comparación a lo que recordaron en el pretest. En cambio, no se apreció ninguna mejoría o aumento del número de figuras recordadas en los participantes que tomaron café descafeinado; es más, en el posttest, este grupo mostró menores niveles de recuerdo después de tomar este tipo de café.

Para futuras investigaciones, sería importante obtener los resultados del desempeño de cada uno de los participantes para poder aleatorizar a cada uno de los grupos. De este modo, se podría evitar la diferencia en el desempeño entre los grupos en el pretest, lo cual se observó en el presente experimento.

De acuerdo con los resultados del presente estudio, se puede afirmar que la administración aguda de café con cafeína (150mg/130ml) mejoró la memoria a corto plazo en los estudiantes de ambos sexos. Este incremento en la memoria podría atribuirse al aumento de la atención y de la resistencia a la fatiga, que son dos de los efectos conocidos de la cafeína. El grupo que tomó café descafeinado (grupo control) mostró una leve disminución del recuerdo de figuras, en comparación al pretest. Esta disminución de los niveles de memoria pudo deberse al cansancio, ya que el posttest tuvo lugar media hora después de tomar una taza de 130ml de café; durante este tiempo, los participantes debían esperar, sin hacer ninguna tarea previa a la segunda evaluación.

Así bien, el café cafeinado (150mg/130ml) incrementó la memoria a corto plazo y aumentó la resistencia a la fatiga o la vigilancia. Lo anterior concuerda con lo hallado en los estudios de Foxe et al. (2012), quienes encontraron que la cafeína mantuvo el foco de atención en tareas monótonas durante tiempos prolongados. Este hallazgo también confirma lo aportado por Haskell et al. (2008), quienes determinaron que la cafeína optimizó el procesamiento de la información visual, incrementó la memoria de trabajo numérica y redujo la fatiga mental; todos estos hallazgos se basaron en el reporte verbal de los participantes. En general, los hallazgos del presente estudio con respecto a la mejoría en la memoria de trabajo y el mantenimiento de la vigilancia, o concentración, se corroboran con diversas investigaciones (Koppelstaetter et al., 2010; Vanderveen et al., 2001; van Duinen, et al., 2005).

Por otra parte, en esta investigación, no se encontraron efectos diferenciales de la cafeína en la memoria en lo que respecta al sexo, ya que a las mujeres y a los hombres los afecta por igual, lo que se opone a otros estudios que establecen que la cafeína ejerce sus efectos únicamente en las mujeres (Arab et al., 2011) y, en otras ocasiones, en los hombres (Adan, Prat, Fabbri & Sánchez-Turet, 2008; Vanderveen et al., 2001; van Duinen et al., 2005).

Con relación a los índices obtenidos mediante el TESEN, únicamente se encontró influencia del café cafeinado (150mg/130ml) en los errores de atravesamiento, o sea en el número de círculos atravesados erróneamente en esta prueba de planificación visomotora. El grupo de ambos sexos que consumió café cafeinado presentó menor frecuencia de errores de este tipo, en comparación al grupo control, o al que tomó café descafeinado. Por lo tanto, se puede afirmar que el café con cafeína (150mg/130 ml) redujo los errores de atravesamiento, en comparación al grupo control, lo que demuestra un leve efecto de optimización de la ejecución cognoscitiva.

Aunque tanto el grupo control como el experimental (café descafeinado y café cafeinado, respectivamente) incrementaron estos errores después de tomar la taza de café, el aumento de errores de atravesamiento fue muy superior en el grupo que tomó café descafeinado. Entonces, se podría deducir que el café con cafeína (150mg/130ml) previno la presentación de los errores, incluso al desarrollar una prueba más compleja (sendero 3) que la realizada antes de tomar café (sendero 1).

La menor cantidad de errores presentados por este grupo se puede atribuir a los efectos de la cafeína en el incremento del procesamiento de la información visual y

la vigilancia, dado que después de media hora se mantiene aproximadamente el mismo número de errores que en la primera prueba, la cual era considerablemente más sencilla. Esto también se encuentra en los estudios de Haskell et al. (2008), en donde se halló que la cafeína mejoró el procesamiento de información visual y aumentó la precisión; en el de Foxe et al. (2012), que encontró que la cafeína atenúa los errores que ocurren con el paso del tiempo; y en los de Arab et al. (2011) y Rogers et al. (2013), quienes encontraron que la cafeína mejoraba el estado de alerta y la ejecución cognoscitiva. Así bien, una taza de café cafeinado (150mg/130ml) incrementa la habilidad de mantener el foco de atención durante al menos 30 minutos, a la vez que reduce errores que normalmente se incrementarían al transcurrir el tiempo. Por tal razón, se puede decir que el café cafeinado mantuvo el estado de alerta y la concentración, lo que ratifica lo encontrado en diversas investigaciones (Aue et al., 2009; Haskell et al., 2008; Koppelstaetter et al., 2010; Nehlig, 2010).

En la planificación visomotora, no se encontró evidencia de los efectos diferenciales del café cafeinado (150mg/130ml) en función del sexo, lo que sugiere la falta de significancia en la interacción grupo y sexo en los errores de atravesamiento.

Aunque se encontraron diferencias significativas en los errores de atravesamiento entre los grupos de café descafeinado y café cafeinado, como también en la interacción grupo y pretest – postest, estas diferencias no se reflejaron en los errores totales, en ninguno de los factores, ni en las interacciones.

El café cafeinado (150mg/130ml) no afectó a ninguno de los otros índices obtenidos en el TESEN: los aciertos, la precisión, la velocidad, los errores de secuencia y los totales. De hecho, el grupo control y el experimental presentaron niveles similares de ejecución en todos los factores e interacciones. La precisión es un puntaje transformado puesto que toma los aciertos, menos los errores, dividido en los aciertos y multiplicado por 100, y como no se encontraron efectos fuertes de la cafeína en los aciertos, los errores, ni tampoco en la velocidad, es lógico que no se refleje un alto impacto de esta sustancia en la precisión medida con el TESEN.

Las únicas diferencias encontradas en estos índices fueron entre el pretest y el postest, pero estas se pueden explicar por la mayor complejidad de la prueba en el postest (sendero 3). Además, el paso del tiempo produce cansancio en los participantes, lo que deteriora el desempeño. Por tal razón, era de esperarse que se encontraran

variaciones significativas entre el pretest (la línea de base) y el postest. Tampoco se encontraron diferencias entre los sexos en ninguno de estos índices.

De esta forma, se observa que la administración aguda de café con cafeína (150mg/130ml) mejoró algunos índices de la ejecución cognoscitiva, como la memoria a corto plazo, y disminuyó los errores de atravesamientos, sin efectos diferenciales en función del sexo; es decir, mejoró por igual en las mujeres y los hombres que participaron en esta investigación.

La mejoría encontrada en los índices se atribuye a los efectos del café cafeinado (150mg/130ml) sobre el estado de alerta, la atención y el mantenimiento de la vigilancia. El curso normal de esta última muestra una disminución con el paso del tiempo, como sucedió en los participantes del grupo que bebió café descafeinado. La cafeína incrementa la vigilancia o el mantenimiento de la atención en períodos prolongados; es decir, previene el declive normal de la atención al transcurrir el tiempo, al igual que en los estudios de Aue et al. (2009), Foxe et al. (2012) y Haskell et al. (2008). Por otra parte, y contrario a lo que se ha encontrado en otras investigaciones, en donde los efectos de la cafeína se relacionan con el sexo (Arab et al., 2011; Nehlig, 2010; van Gelder et al., 2007), en el presente estudio, las mujeres y los hombres se vieron afectados por igual.

En esta investigación, se examinaron algunos índices de la función ejecutiva, como la memoria de trabajo, la atención y la búsqueda visual, la planificación, la flexibilidad mental, la alternancia, la resistencia a la interferencia y el control inhibitorio, mediante el TESEN (Portellano & Martínez-Arias, 2015). Esta prueba consta de cuatro senderos o ejercicios de complejidad creciente, los cuales permiten medir el funcionamiento ejecutivo.

Sin embargo, en este estudio, como ya se ha mencionado, no se aplicó el TESEN en su totalidad. Únicamente, se aplicaron el sendero 1, que es el más sencillo, y el 3, que es más complejo que el 1. Por consiguiente, no se puede decir que se haya evaluado el funcionamiento ejecutivo. Más bien, se puede señalar que, mediante la aplicación de estas pruebas, se logró advertir los efectos potenciadores del café cafeinado sobre algunos aspectos de la ejecución cognoscitiva; y estos resultados se relacionan directamente con los efectos ergogénicos de una taza de café con cafeína (150mg/130 ml), cantidad suficiente para incrementar el estado de alerta, la atención y la vigilancia. Esta cantidad de cafeína en el café es la dosis usual que se utiliza en nuestro medio, tanto en la preparación casera, como en la que se consigue normalmente en las cafeterías y restaurantes.

Con estas pruebas, se pudieron advertir los leves efectos ergogénicos de la cafeína (ya que se encontró mejoría en solo dos de los índices evaluados) en la memoria a corto plazo y en la disminución de los errores de atravesamiento, que se refieren a la coordinación visomotora; estos efectos se evidenciaron a corto plazo, de 30 a 40 minutos después de ingerir la cafeína. Cabe anotar que investigaciones previas (Brice & Smith, 2002; Cappelletti, Daria, Sani & Aromatario, 2015; Koppelstaetter et al., 2008; Nehlig, 2010) ya habían aludido a los efectos de esta sustancia en los índices del funcionamiento ejecutivo aquí mencionados. Específicamente, la cafeína incrementa la atención y disminuye el tiempo de reacción (Brice & Smith, 2002); aumenta el estado de alerta, mejora el estado de ánimo y reduce la fatiga (Adan et al., 2008); y aumenta las habilidades motoras y el desempeño físico (Rogers et al., 2013; Tucha et al., 2006).

Lo novedoso del presente estudio es la utilización de la cafeína en el café, en una dosis que es la usual en los colombianos (150mg/130ml), para evaluar sus efectos en algunos índices del funcionamiento ejecutivo. Aunque no se aplicaron los cuatro senderos del TESEN que evalúan de forma global el funcionamiento ejecutivo, los resultados arrojados por la presente investigación podrían señalar los efectos positivos de una taza de café en el estado de alerta, la atención, la vigilancia y la memoria a corto plazo, así como en la planeación y las habilidades motoras, dada la disminución de los errores de atravesamiento u optimización del trazo de las líneas en el sendero 3.

El TESEN permite evaluar de forma sencilla la capacidad de planificación mediante la realización de una tarea visomotora. A partir de esta, se pueden determinar algunos parámetros del funcionamiento ejecutivo, puesto que se pone en práctica la búsqueda visual y la velocidad del procesamiento, pero también se mide la flexibilidad cognoscitiva y el control inhibitorio (Portellano & Martínez-Arias, 2015). No obstante, sería importante que en futuras investigaciones se evalúen los efectos de la cafeína en el café en el funcionamiento ejecutivo, utilizando la prueba completa; o sea, aplicando los cuatro senderos del TESEN.

Además, otro aspecto que se debería explorar en el futuro sería la permanencia de los efectos de la administración aguda del café con cafeína (150mg/130 ml) en estos y otros índices de la ejecución cognoscitiva, como la memoria y la atención a mediano y a largo plazo.

Los diferentes estudios que buscan determinar los efectos del café con cafeína podrían permitir la recomendación de

incluir el café en la dieta diaria, para potencializar la ejecución cognoscitiva. Esto sería útil en casos como los de los estudiantes universitarios, quienes están sometidos a largas jornadas diarias, donde es necesaria la atención, la vigilancia, el control de la impulsividad y la resistencia a la interferencia que se podría presentar en su diario quehacer; todos estos procesos son de gran utilidad para optimizar el aprendizaje.

Conclusión

De acuerdo con lo anterior, se puede concluir que la administración aguda de cafeína en el café (150mg/130ml) incrementó la memoria a corto plazo y redujo los errores de atravesamiento. No obstante, los aciertos, la precisión, la velocidad, los errores de secuencia y los errores totales no se afectaron por el consumo de esta sustancia. Entonces, se puede inferir que una dosis aguda de café cafeinado puede producir leves efectos ergogénicos en estudiantes universitarios de ambos sexos.

Referencias

- Adan, A., Prat, G., Fabbri, M., & Sánchez-Turet, M. (2008). Early effects of caffeinated and decaffeinated coffee on subjective state, and gender differences. *Progress in Neuropsychopharmacol Biological Psychiatry*, 32(7), 1698–1703. doi: 10.1016/j.pnpbp.2008.07.005
- Adan, A., & Serra Grabulosa, J. M. (2010). Effects of caffeine and glucose, alone and combined, on cognitive performance. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 25(4), 310-317. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hup.1115>
- American Psychological Association. (2010). American Psychological Association ethical principles of psychologists and code of conduct. Recuperado de <https://www.apa.org/ethics/code/>
- Arab, L., Biggs, ML., O'Meara, ES., Longstreth, WT., Crane, PK., & Fitzpatrick, AL. (2011). Gender differences in tea, coffee, and cognitive decline in the elderly: the Cardiovascular Health Study. *Journal of Alzheimers Disease*, 27(3), 553-566. doi: 10.3233/JAD-2011-110431
- Aue, W.R., Arruda, J.E., Kass, S.J., & Stanny, C.J. (2009). Cyclic variations in sustained human performance. *Brain and Cognition*, 71, 336-344. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.07.002>

- Borota, D., Murray, E., Keceli, G., Chang, A., Watabe, J.M. Ly, M., ... Yassa M. A. (2014). Post-study caffeine administration enhances memory consolidation in humans. *Natural Neuroscience*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1038/nn.3623>.
- Brice, C.F., & Smith, A.P. (2002). Effects of caffeine on mood and performance: a study of realistic consumption. *Psychopharmacology*, 164, 188-192. doi: 10.1007/s00213-002-1175-2
- Buriticá-Ramírez, E., & Pimienta-Jiménez, H. J. (2007). Corteza frontopolar humana: área 10. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 39(1),127-142. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80539110>
- Cappelletti, S., Daria, P., Sani, G., & Aromatario, M. (2015). Caffeine: Cognitive and Physical Performance Enhancer or Psychoactive Drug? *Current Neuropharmacology*, 13(4), 71–88. doi: 10.2174/1570159X13666141210215655.
- Chamberlain, S.R., Muller, U., Robbins, T.W., & Sahakian, B.J. (2006). Neuropharmacological modulation of cognition. *Current opinion neurology*, 19, 607-612. doi: 10.1097/01.wco.0000247613.28859.77
- Corley, J., Jia, X., Kyle, J., Gow, A., Brett, C., Starr, J., ... Deary, I. J. (2010). Caffeine consumption and cognitive function at age 70: the Lothian Birth Cohort 1936 study. *Psychosomatic Medicine*, 72(2), 206-214. doi:10.1097/PSY.0b13e3181c92a9c
- Cunha, R. A. (2008). Cafeína, receptores de adenosina, memoria y enfermedad de Alzheimer. *Medicina clínica*, 131(20), 790-795. doi:10.1016/S0025-7753(08)75506-4
- Dodd, F. L., Kennedy, D. O., Riby L. M., & Haskell-Ramsay, C. F. (2015). A double-blind, placebo-controlled study evaluating the effects of caffeine and L-theanine both alone and in combination on cerebral blood flow, cognition and mood. *Psychopharmacology*, 232, 2563–2576. doi: 10.1007/s00213-015-3895-0
- Foxe, J.J., Morie, K.P., Laud, P.J., Rowson, M.J., Bruin, E.A., & Kelly, S.P. (2012). Assessing the effects of caffeine and theanine on the maintenance of vigilance during a sustained attention task. *Neuropharmacology*, 62, 2320-2327. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2012.01.020>
- Franco, R. (2009). Café y salud mental. *Atención primaria*, 41(10), 578-581.
- Haskell, C.F., Kennedy, D.O., Milne, A.L., Wesnes, K.A., & Scholey, A.B. (2008). The effects of L-theanine, caffeine and their combination on cognition and mood. *Biological Psychology*, 77, 113-122. doi: DOI: 10.1016/j.biopsycho.2007.09.008
- James, J. E. (2014). Caffeine and cognitive performance: persistent methodological challenges in caffeine research. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 124, 117-122. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2014.05.019>
- Koppelstaetter, F., Poeppel, T. D., Siedentopf, C. M., Ischebeck, A., Kolbitsch, C., Mottaghy, F. M., & Krause, B. J. (2010). Caffeine and cognition in functional magnetic resonance imaging. *Journal of Alzheimer's disease*, 20(1), 71-84. doi: 10.3233/JAD-2010-1417
- Koppelstaetter, F., Poeppel, T.D., Siedentopf, C.M., Ischebeck, A., Verius, M., Haala, I., ...Krause, B.J (2008). Does caffeine modulate verbal working memory processes? An fMRI study. *Neuroimage*. 1, 39(1), 492-9. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.08.037>
- Kwok, M. K., Leung, G. M., & Schooling, C. M. (2016). Habitual coffee consumption and risk of type 2 diabetes, ischemic heart disease, depression and Alzheimer's disease: A mendelian randomization study. *Scientific Reports (Nature Publisher Group)*, 6, 36500. doi: 10.1038/srep36500
- Lamina, S., & Musa, D. (2009). Ergogenic effect of varied doses of coffee-caffeine on maximal aerobic power of young African subjects. *African Health Sciences*, 9(4), 270–274. Recuperado de <https://www.ajol.info/index.php/ahs/article/view/52152>
- Liang, N., & Kitts, D. D. (2014). Antioxidant property of coffee components: assessment of methods that define mechanisms of action. *Molecules*, 19(11), 19180-19208. doi:10.3390/molecules191119180
- Ministerio de Salud de la Republica de Colombia (1993). *Resolución 8430 de 1993*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
- Naidu, M.M., Sulochanamma, G., Sampathu, S.R., & Srinivas, P. (2008). Studies on extraction and antioxidant potential of green coffee. *Food Chemistry*, 107, 377-84. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.056>
- Nehlig, A. (2010). Is caffeine a cognitive enhancer? *Journal of Alzheimer's disease*, 20 (1), 85-24. doi: 10.3233/JAD-2010-091315.
- República de Colombia (2006). Ley 1090 de 2006. Recuperado de www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1090_2006.html
- Portellano, J.A., Martínez-Arias, R. (2014). *TESEN: Test de los Senderos*. 1 ed. Madrid, España: TEA Ediciones.
- Rogers, P.J., Heatherley, S.V., Mullings, E.L., & Smith, J.E. (2013). Faster but not smarter: effects of caffeine and caffeine withdrawal on alertness and performance. *Psychopharmacology*, 226(2), 229-40. doi: 10.1007/s00213-012-2889-4.
- Sääksjärvi, K., Knekt, P., Rissanen, H., Laaksonen M. A., Reunanen, A., & Männistö, S. (2008). Prospective study of coffee consumption and risk of Parkinson's disease. *European journal of clinical nutrition*, 62(7), 908. doi:10.1038/sj.ejcn.1602788
- Salazar-Martínez, E., Willett, W. C., Ascherio, A., Manson, J. E., Leitzman, M. F., Stampfer, M.J., & Jo, F.B. (2004). Coffee consumption and risk for type 2 diabetes mellitus. *Annals of Internal Medicine*, 140(1), 1-8. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/222239095?accountid=45660>
- Santacruz, M. P., Rodríguez, C. A. y Jiménez, M. L. (2007). Efectos de la cafeína en algunos aspectos de la salud y de la cognición. *Revista Colombiana de Rehabilitación*, 6, 73-90. doi: <https://doi.org/10.30788/RevColReh.v6.n1.2007.122>
- Shukitt-Hale, B., Miller, M. G., Chu, Y. F., Lyle, B. J., & Joseph, J. A. (2013). Coffee, but not caffeine, has positive effects on cognition and psychomotor behavior in aging. *Age*, 35(6), 2183-2192. doi: 10.1007/s11357-012-9509-4
- Tucha, O., Walitza, S., Mecklinger, L., Stasik, D., Sontag, T.A., & Lange, K.W. (2006). The effect of caffeine on handwriting movements in skilled writers. *Human Movement Science*, 25, 523–535. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.humov.2006.06.001>
- Van Duinen, H., Lorist, M.M., & Zijdwind, I. (2005) The effect of caffeine on cognitive task performance and motor fatigue. *Psychopharmacology*, 180, 539-547. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2006.06.001>
- van Gelder, B.M., Buijsse, B., Tijhuis, M., Kalmijn, S., Giampaoli, S., Nissinen, A., & Kromhout, D. (2007). Coffee consumption is inversely associated with cognitive decline in elderly European men: The FINE study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(2), 226-32. doi:10.1038/sj.ejcn.1602495
- Vanderveen, J. E., Armstrong, L. E., Butterfield, G. E., Chenoweth, W. L., Dwyer, J. T., Fernstrom, J. D., & Sternberg, E. M. (2001). *Caffeine for the sustainment of mental task performance: formulations for military operations*. Recuperado de <https://doi.org/10.17226/10219>.
- Vercambre, M. N., Berr, C., Ritchie, K., & Kang, J. H. (2013). Caffeine and cognitive decline in elderly women at high vascular risk. *Journal of Alzheimer's Disease*, 35(2), 413-421. doi: 10.3233/JAD-122371