

## MONOGRAFÍA



Ratones de laboratorio. (2014). Recuperado de:  
<https://pipetteworld.wordpress.com/tag/animales-de-laboratorio/>

**Nombres y Apellidos del estudiante:** Rodrigo Alessandro Salazar Díaz

**Código del candidato:** 049365 - 0038

**Año y sección:** 5to. "E"

**Asignatura:** Biología NS

**Título del trabajo:** Efectividad de suplementos alimenticios en la capacidad de memoria del *Mus musculus*.

**Profesora:** Paloma Krüger

### DECLARACIÓN DEL ESTUDIANTE

*El trabajo no se evaluará si la declaración no está firmada por el estudiante.*

**Bajo mi honor y responsabilidad, declaro que este trabajo ha sido realizado exclusivamente por mí, sin haber recibido ayuda no autorizada.**

**Cuando las palabras, ideas o gráficos usados no son míos, lo he hecho constar citando las fuentes (escritas u orales) en detalle, según el modelo del colegio.**

**Firma del estudiante:** ..... **Fecha:** / / 16

**ORGANIZACIÓN DEL BACHILLERATO INTERNACIONAL**

**PROGRAMA DEL DIPLOMA**

**COLEGIO SAN AGUSTÍN**

**MONOGRAFÍA EN Biología NS**

**Efectividad de suplementos alimenticios en la capacidad de memoria del *Mus musculus***

**Candidato: Rodrigo Salazar Díaz**

**Código de candidato: 049365 – 0038**

**Supervisora: Paloma Kruger**

**Número de palabras: 3934**

**Lima – Perú**

**2016**



**Esta Monografía debe referenciarse de la siguiente manera:**

Salazar, R. (2018). *Efectividad de suplementos alimenticios en la capacidad de memoria del Mus musculus*. (Trabajo de investigación. Monografía). Centro Educativo Particular San Agustín, Lima, Perú.

## RESUMEN

Esta monografía investiga la capacidad de memoria de los *Mus musculus*, evaluando qué suplemento alimenticio lo estimula mejor, establecer una dieta específica que la fortalezca, y así desarrollar futuros proyectos con sujetos más avanzados. Se justifica en que debido a una mala alimentación el coeficiente intelectual de muchos niños en el Perú no supera el Promedio, comprobado en los últimos resultados de las evaluaciones PISA (El Comercio, 2013, párr. 2). Aquí se evaluarán únicamente aspectos biológicos traídos de este contexto.

La experimentación establece 4 grupos experimentales y 1 control. Los primeros albergan tres *Mus musculus* que se alimentan de un suplemento diferente para cada grupo (Ácido Fólico, Flavonoides, Omega-3, Licopeno). El grupo control consume maíz molido, estableciendo el punto de comparación. Para evaluar la capacidad de memoria, se expuso a los especímenes a un laberinto, midiendo su capacidad para ubicarse y poder salir.

El capítulo 1 investiga las neuronas, la sinapsis, y su relación con la memoria. Allí encontramos a los neurotransmisores de acción lenta, que “dan lugar a acciones más duraderas, como los cambios a largo plazo en el número de receptores, modificaciones definitivas de los canales iónicos o cambios en el número de sinapsis” (Ruiz, 2002, párr. 1), estimulando la potenciación a largo plazo de las neuronas para mejorar las habilidades cognitivas. Además, se investiga los 4 alimentos que contribuyen con la capacidad de memoria.

El capítulo 2 explica el diseño experimental y análisis de resultados obtenidos, siendo el licopeno el suplemento más estimulante, seguido de flavonoides, omega-3 y ácido fólico.

Concluimos que el licopeno es el suplemento más estimulante debido a sus defensas contra los radicales libres, protegiendo al cerebro y desarrollando la capacidad de memoria. Además, se comprueba que mediante el consumo de un suplemento alimenticio se puede desarrollar esta habilidad en los *Mus musculus*.

## ÍNDICE

RESUMEN	
ÍNDICE	
INTRODUCCIÓN.....	01
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	
I.1. Sistema Nervioso.....	02
1. Sinapsis.....	04
2. Neurotransmisores.....	04
I.2. Memoria.....	05
1. Corto Plazo.....	05
2. Largo Plazo.....	06
3. Memoria y Aprendizaje.....	06
I.3. Alimentación del <i>Mus musculus</i> .....	06
1. Maíz.....	06
2. Nuez.....	06
3. Calabaza.....	06
4. Manzana.....	07
5. Tomate.....	07
CAPÍTULO II: ANÁLISIS DE RESULTADOS	
II.1. Objetivo General.....	08
II.2. Objetivos Específicos.....	08
II.3. Pregunta de Investigación.....	08
II.4. Hipótesis.....	08
II.5. Variables.....	08
II.6. Materiales.....	08
II.7. Instrumentos.....	09
II.8. Metodología.....	09
II.9. Procedimientos.....	09
II.10. Resultados.....	10
CONCLUSIONES.....	23
REFERENCIAS.....	25
ANEXO.....	27

## INTRODUCCIÓN

La monografía investiga el efecto de diferentes suplementos alimenticios en la capacidad de memoria. Para ello, se utiliza al *Mus musculus* como sujeto de prueba, formulando la siguiente pregunta: ¿Qué suplemento alimenticio será más estimulante en la capacidad de memoria del *Mus musculus*? La primera hipótesis indica que los suplementos alimenticios más efectivos en esta aptitud serán el ácido fólico y los flavonoides por encima del Omega-3 y el licopeno debido a sus funciones encefálicas de promover el desarrollo del cerebro y prevenirlo del envejecimiento o de agentes dañinos. Mientras, la segunda hipótesis indica que serán el ácido fólico y el Omega-3 por encima de los flavonoides y el licopeno debido a su participación en la síntesis de neurotransmisores específicos en las redes neuronales del cerebro. No obstante, la hipótesis nula indica que no hay relación entre los suplementos alimenticios y la memoria.

Se elige el tema debido a que se busca establecer una dieta específica para que mejore su capacidad de memoria en los jóvenes, evitando enfermedades neurológicas y promoviendo sus habilidades cognitivas. De esta forma, tendrán una mejor memoria que favorecerá a su aprendizaje. En este caso, se experimenta primero con *Mus musculus* para que más adelante, se realice con especímenes más complejos.

Existen muchos factores que promueven la memoria, dentro de los cuáles está una buena alimentación basada en suplementos que estimulen esta habilidad. De esta forma, se explorará sobre cómo se da este estímulo en el organismo de los especímenes y evaluar si esto garantiza que suplementos alimenticios serían los más estimulantes: si se debe a una actividad sináptica en las neuronas cerebrales o por otras funciones relacionadas con el cerebro.

Por lo tanto, para esta monografía se busca investigar que suplemento alimenticio entre los escogidos (Ácido fólico, Flavonoides, Licopeno y Omega-3) es más estimulante para la capacidad de memoria y a que se debería esta función. Se iniciará este experimento en *Mus musculus*, siendo más dóciles de manejar y especificados para esta clase de experimentos. De esta manera, se abren puertas a la investigación con otras especies como primates y después seres humanos.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### I.1. Sistema Nervioso

Es uno de los dos sistemas que se utilizan para la comunicación dentro del cuerpo de los seres vivos. Según Marieb (2008), “se comunica con las células del organismo mediante impulsos eléctricos, que son rápidos y específicos y generan respuestas casi instantáneas” (p. 228). Significa que todo pensamiento, emoción o acción es por efecto del funcionamiento de dicho sistema, específicamente mediante las neuronas.

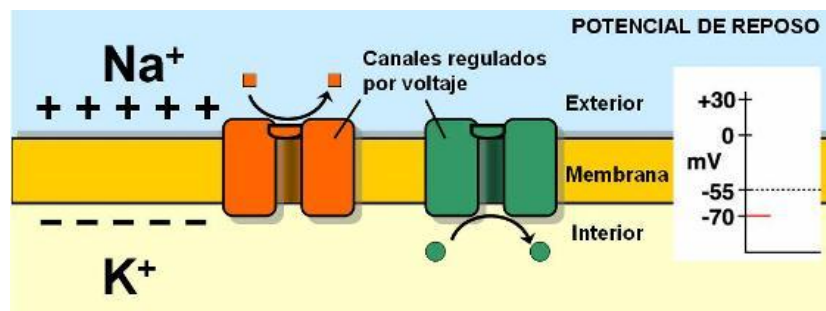
Estas células conforman el sistema nervioso y, al mismo tiempo, contribuyen con la comunicación interna mediante impulsos nerviosos (señales eléctricas). De acuerdo con Marieb (2008), se especializan “en la transmisión de mensajes (impulsos nerviosos) de una parte del organismo a otra” (p. 232).

A pesar de la diversidad de neuronas que existen, hay características comunes en todas ellas. Según Allot, Mindorff y Azcue (2015), estas tienen un cuerpo celular (soma) con citoplasma y núcleo y “cuentan con unos alargamientos estrechos llamados fibras nerviosas, a lo largo de los cuáles se transmiten los impulsos nerviosos” (p. 346). Estas son de dos tipos: dendritas, fibras cortas y ramificadas que transmiten los mensajes o señales eléctricas entre las neuronas; y el axón, fibras muy alargadas que generan impulsos nerviosos desde el soma y que contiene las vainas de mielina; en cuanto a las neuronas del Sistema Nervioso Central encontramos los oligodendrocitos.

Las neuronas cumplen las funciones de recibir y procesar información, transportar la señal eléctrica y transmitir el mensaje a otras células como músculos, glándulas u otras neuronas (Audesirk, Audesirk y Byers, 2012, p. 734). Se quiere explorar con mayor detalle cómo se producen las funciones mencionadas.

En primer lugar, las dendritas de una neurona son las que reciben la información del ambiente o de otras neuronas. Cabe recalcar que estos filamentos según Audesirk, Audesirk y Byers (2012) “responden a compuestos químicos conocidos como neurotransmisores, liberados por otras neuronas” (p. 734), cuya función se explicará más adelante. Después, el soma procesa las señales eléctricas recibidas de las dendritas y las acumula. Si el conjunto de señales es lo bastante positiva, se producirá en el axón lo que se conoce como el potencial de acción:

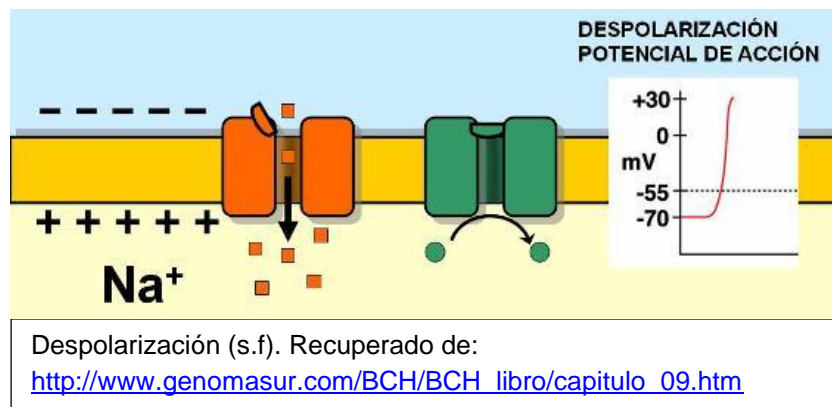
- Primero se debe conocer las condiciones eléctricas de la membrana en reposo: La cara externa del axón tiene un polo positivo y la cara interna un polo negativo. Además, el principal ión extracelular es el  $\text{Na}^+$  y el intracelular es el  $\text{K}^+$ .



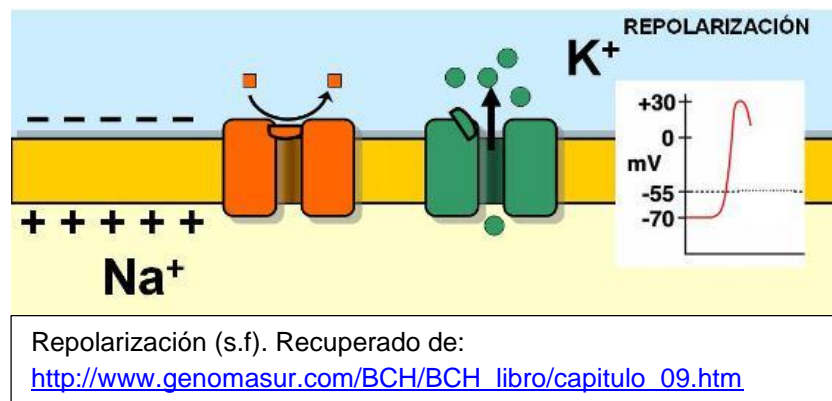
Potencial de Reposo (s.f). Recuperado de:

[http://www.genomasur.com/BCH/BCH\\_libro/capitulo\\_09.htm](http://www.genomasur.com/BCH/BCH_libro/capitulo_09.htm)

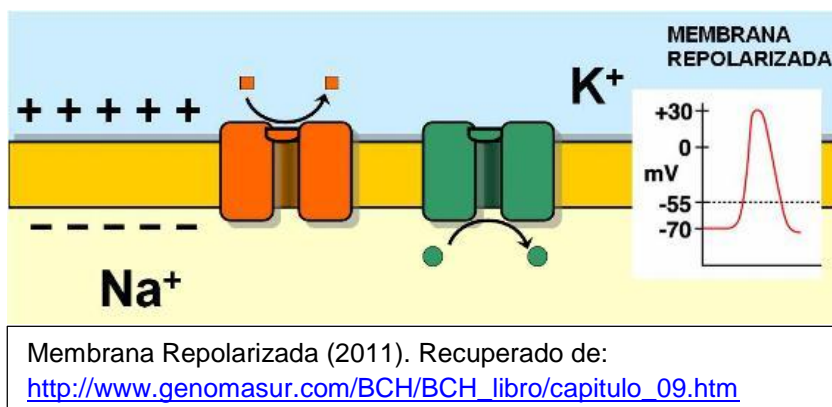
- La despolarización es el cambio de polaridad de un tramo de la membrana; es decir, el exterior más negativo y el interior más positivo. Al mismo tiempo, el  $\text{Na}^+$  se difunde dentro del axón. Este estímulo se vuelve más intenso y revierte totalmente la polaridad, iniciando el potencial de acción.



- El potencial de acción se propaga a lo largo de toda la membrana. Agrego que, al tener el axón los nódulos de Ranvier, este potencial se propaga dando saltos sobre ellos hasta llegar a la terminal axónica.
- Inicia la repolarización con la difusión de  $\text{K}^+$  hacia el exterior y, al mismo tiempo, la polaridad de la membrana cambia a su estado original. Luego, al igual que la despolarización, este se propaga por toda la membrana.



- Las concentraciones iónicas iniciales se restablecen a causa de las bombas de la membrana sodio-potasio. Esta última expulsa tres iones de sodio por cada dos iones de potasio hasta que el axón vuelve a su potencial de reposo (Marieb, 2008, p. 238).

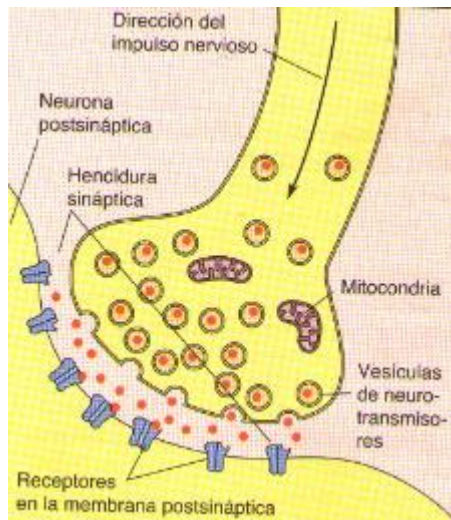




## 1. Sinapsis

Son las conexiones entre las neuronas mediante las dendritas del terminal axónico. Aquí es donde una neurona del sistema nervioso transmite la señal eléctrica a otro nervio o a un músculo (neuronas motoras). Según Allot, Mindorff y Azcue (2015), “para enviar señales a través de la sinapsis se utilizan sustancias químicas llamadas neurotransmisores” (p. 352). Mientras tanto, la neurona presináptica y la postsináptica están ligeramente separadas por una zona líquida que lleva el nombre de hendidura sináptica.

Entonces, la transmisión inicia cuando el potencial de acción de la neurona presináptica llega a la sinapsis y produce lo siguiente:



Transmisión Sináptica.  
(2010). Recuperado de:  
[http://apuntesanatomia.com/  
sistema-nervioso/index.html](http://apuntesanatomia.com/sistema-nervioso/index.html)

- Las vesículas (que contienen los neurotransmisores) del terminal axónico se fusionan con la membrana presináptica debido a la difusión interna de  $Ca^{+2}$  a través de canales membranales.
- Estas se abren y liberan los neurotransmisores a la hendidura sináptica mediante exocitosis. Después, cada uno se une a un receptor de la membrana postsináptica.
- Los canales de sodio de la membrana postsináptica se abren debido a la unión de los neurotransmisores a los receptores de esta neurona, permitiendo el paso a dichos iones dentro de la neurona postsináptica hasta que alcance el potencial umbral.
- El neurotransmisor se descompone y se elimina mediante la hendidura sináptica, provocando que los canales se cierren nuevamente.

## 2. Neurotransmisores

La evidencia biológica más cercana de los procesos cognitivos la encontramos en uno de los tipos de neurotransmisores que se reparten cuando ocurre la sinapsis: los neurotransmisores de acción lenta. Según Ruiz (2002), estas biomoléculas “dan lugar a acciones más duraderas, como los cambios a largo plazo en el número de receptores, modificaciones definitivas de los canales iónicos o cambios en el número de sinapsis” (párr. 1). Dichas acciones explican diferentes procesos del organismo como el crecimiento, la conducta y la cognición.

Existen neurotransmisores que se propagan a lo largo de las neuronas de la red nerviosa del cerebro, nombrados “neuropéptidos” (p. 27) según Velasco y Álvarez (1988). Así, se justifica la relación entre los dos procesos cognitivos y las funciones sinápticas en las redes del cerebro.

La síntesis de los neurotransmisores puede deberse a la alimentación de sustancias nutritivas que efectúen esta función. Algunas de ellas serían las siguientes:

- Ácido fólico ( $C_{19}H_{19}N_7O_6$ ):

Sustancia que ayuda a crear células nuevas en nuestro organismo. Tal como menciona Herbada (2012), “es una vitamina hidrosoluble necesaria para la formación de proteínas estructurales y hemoglobina” (p. 2), la cual encontramos en legumbres, vegetales y algunas frutas.

Esta sustancia al trabajar con la vitamina B12 y una variante de la metionina, según Mercado (2011), contribuye “en la manufactura de neurotransmisores en el cerebro y en la síntesis de ADN” (párr. 5). Es decir, el ácido fólico ayuda a la transmisión de información a través de las neuronas cerebrales, potenciando la memoria. Esta vitamina también previene daños cerebrales y nerviosos si se consume con moderación (Bevilacqua, s.f, párr. 11).

- Omega-3:

Ácido graso que sirve para aportar fluidez y permeabilidad a membranas celulares. De acuerdo con el portal “Aceites Omega-9” (s.f), “son un tipo de grasa poliinsaturada considerado esencial porque el cuerpo no puede producirlos” (párr. 1). Por este motivo, tiene que ser consumido a través de pescados, frutos secos y aceites vegetales.

En cuanto a la memoria, el omega-3 ayuda a mejorar las funciones cognitivas de nuestro cerebro. Como se ha mencionado, este ácido graso le da a específicas membranas celulares la propiedad de la permeabilidad. Siendo así, se deduce que el omega-3, según el portal “omegafort” (2014), actúa “sobre la transmisión de órdenes de la información en el sistema nervioso” (párr. 9). Esto se debe a que en el conjunto de membranas celulares que reciben la propiedad mencionada se encuentran tejidos neuronales como el cerebro, la retina y las sinapsis de las redes neuronales.

Además, el ácido graso Omega-3 está involucrado junto a otras sustancias en la síntesis de varios neurotransmisores como la serotonina, responsable del humor y el sueño; y la dopamina, responsable del pensamiento, del movimiento, del placer y, por consiguiente, la memoria y el aprendizaje (Cann, 2012, párr. 3).

## I.2. Memoria

Es uno de los procesos vitales en las funciones centrales del cerebro. Según Allot, Mindorff y Azcue (2015), la memoria “es el proceso de codificación y almacenamiento de la información y de acceso a esta” (p. 579). Es decir, transforma información de tal forma que se pueda almacenar en el cerebro. Investigaciones recientes aseguran que las experiencias generan la formación de nuevas sinapsis entre neuronas, las cuales se pierden para refinar la memoria de la experiencia. De esta forma, se podrá recordar dicha experiencia solo cuando el momento lo amerite.

### 1. Corto plazo

Se caracteriza por almacenar memoria de manera limitada y consciente. De acuerdo con el portal “neurowikia” (s.f), menciona que “por un lado, es capaz de mantener una información en la mente no estando dicha información presente. Por otro lado, puede manipular esa información permitiendo intervenir en otros procesos cognitivos superiores” (párr. 21). Sin embargo, como se ha mencionado, este tipo de memoria

solo es temporal; permitiendo al organismo razonar, comprender y resolver problemas; mas no almacenar grandes cantidades de conocimiento.

## 2. Largo plazo

Este, a diferencia del anterior, almacena información de manera ilimitada e inconsciente; pero también se vuelve consciente cuando la recuperamos. Continuando con el portal “profesor en línea” (s.f), la memoria a largo plazo se da por “un reforzamiento permanente de la sinapsis gracias a la activación de ciertos genes y a la síntesis de las proteínas correspondientes.” (párr. 11). Por lo tanto, este tipo de memoria es la explicación que exista un conocimiento general para cada uno de nosotros. No solamente de lo que nos rodea, sino también de nuestras experiencias de vida desde que nacemos.

## 3. Memoria y Aprendizaje

El aprendizaje también cumple una parte vital en la manera de conocer las cosas y aprender de nuestros errores. De acuerdo con Allot, Mindorff y Azcue (2015), este proceso cognitivo “consiste en la adquisición de habilidades o conocimiento” (p. 579). Se entiende que la memoria y el aprendizaje dependen uno del otro; es decir, no hay aprendizaje sin memoria y viceversa.

### I.3. Alimentación del *Mus musculus*

Para esta investigación, los alimentos que se presentan formarán los grupos experimentales y control. Agrego que la asimilación de los suplementos que contiene cada alimento se da entre 1 a 4 días en el *Mus musculus*, según el Departamento de Nutrición de la Facultad de Zootecnia en la Universidad Nacional Agraria La Molina (2016).

#### 1. Maíz

Cereal de color anaranjado perteneciente a la familia de las *Poaceae* y que crece a partir de tallos muy largos. Según Aron (s.f), gran parte de su contenido (82%) es carbohidrato, “pero también es una *buena fuente de fibra dietética, tiamina y ácido fólico*, propiedades que suman salud” (párr. 3). Por lo tanto, es un buen alimento para mantener una dieta equilibrada y sana.

#### 2. Nuez

Fruto seco de color marrón con una pared endurecida que crece en los árboles de nogal. Contienen vitaminas B6 y E y los ácidos grasos Omega-3 y Omega-6; con los que puede regular algunos neurotransmisores; mejorar el rendimiento intelectual del organismo y es uno de los mejores alimentos para el cerebro (López, 2013, p. 16). Siendo un fruto seco compuesto de altas cantidades de Omega-3, es muy probable que contenga las mismas propiedades que aporta dicho ácido graso.

#### 3. Calabaza

Baya de color anaranjado en la que se destaca la dureza de su cáscara. Además, al ser un fruto muy grande, crece en arbustos de calabacera. La calabaza nos nutre con las vitaminas A, B y B12 y también con sustancias como el ácido fólico (López, 2013, p. 19). De esta forma, la calabaza ayuda a prevenir el daño nervioso y cerebral y, como lo mencionó Mercado (2011), trabaja en la fabricación de neurotransmisores en

el cerebro y en la producción de ADN (párr. 5). Es por eso que este fruto está relacionado con la memoria y otros procesos cognitivos.

#### **4. Manzana**

Fruto del árbol llamado manzano, el cual pertenece a la familia de las Rosáceas. Esta contiene vitaminas C y E, fisetina y flavonoides que previenen radicales libres y enfermedades neurodegenerativas de nuestro organismo (López, 2013, p. 18). Sobre los flavonoides, podemos destacar a uno llamado epicatequina que según van Praag, Lucero, Yeo, Stecker, Heivand, Zhao, et al. (2007) “mejora la función cardiovascular y aumentan el flujo sanguíneo en el cerebro” (párr. 2), justificando sus anteriores beneficios. Prácticamente, esta sustancia se encuentra más relacionada con la prevención de la pérdida de memoria.

#### **5. Tomate**

Baya de colores roja, verde o amarilla que es concebido en huertos y cuya textura lo hace perfecto para salsas o zumos. En cuanto a su composición, podemos destacar la aparición de poderosos antioxidantes como el licopeno, el cual “previene enfermedades neurodegenerativas” (López, 2013, p. 20). En otras palabras, actúa en contra del daño de los radicales libres de las células del cerebro, evitando la demencia. En cuanto a la memoria, “se ha demostrado que las personas que consumen licopeno a diario tienen mejor memoria que aquellos que no lo hacen” (Bevilacqua, s.f, párr. 7). Sin embargo, solo menciona la eficiencia de dicha capacidad en esas personas más no el método biológico o neurológico con el que la estimula.

## CAPÍTULO II: ANÁLISIS DE RESULTADOS

### II.1. Objetivo General

- Evaluar cómo un suplemento alimenticio es más efectivo en la capacidad de memoria de los *Mus musculus*.

### II.2. Objetivos Específicos

- Comparar y contrastar los resultados obtenidos del experimento y asignarles un rango de acuerdo a su nivel de efectividad.
- Evaluar y justificar la efectividad de cada suplemento en la capacidad de memoria de los *Mus musculus*.

### II.3. Pregunta de Investigación

¿Qué suplemento alimenticio será más estimulante en la capacidad de memoria del *Mus musculus*?

### II.4. Hipótesis

H<sub>1</sub>: Los suplementos alimenticios más efectivos en la capacidad de memoria del *Mus musculus* serán el ácido fólico y los flavonoides por encima del Omega-3 y el licopeno debido a sus funciones encefálicas de promover el desarrollo del cerebro y prevenirlo del envejecimiento o de agentes dañinos.

H<sub>2</sub>: Los suplementos alimenticios más efectivos en la capacidad de memoria del *Mus musculus* serán el ácido fólico y el Omega-3 por encima de los flavonoides y el licopeno debido a su participación en la síntesis de neurotransmisores específicos en las redes neuronales del cerebro.

H<sub>0</sub>: No hay relación entre los suplementos alimenticios y la memoria.

### II.5. Variables

VI: Alimentos con suplementos alimenticios (manzana, calabaza, nuez, maíz, tomate).

VD: Capacidad de memoria.

\*Indicador: Tiempo de resolución del laberinto.

VC: Condiciones de vida (espacio, agua, cantidad de alimento), Temperatura.

### II.6. Materiales

- 5 Botellas hidratadoras 150ml o menos
- 5 Cajas plásticas
- Carnada para ratones
- 100g de Maíz
- 100g de Manzana
- 100g de Nuez molida
- 100g de Semillas de calabaza
- 100g de Tomate deshidratado
- 1 Laberinto de madera
- 15 *Mus musculus* hembras con un mes de edad aproximadamente

- 1 Par de guantes de badana
- 15 Vasijas de alimento de cerámica
- Viruta para roedores

## II.7. Instrumentos

- 1 Balanza
- 1 Cronómetro
- 1 Cuchillo
- 1 Marcador indeleble
- 1 Mechero

## II.8. Metodología

G <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
G <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>4</sub>
G <sub>3</sub>	O <sub>5</sub>	X <sub>3</sub>	O <sub>6</sub>
G <sub>4</sub>	O <sub>7</sub>	X <sub>4</sub>	O <sub>8</sub>
G <sub>0</sub>	O <sub>9</sub>	---	O <sub>10</sub>

- a) **G1:** Grupo Exp. 1; **G2:** Grupo Exp. 2; **G3:** Grupo Exp. 3; **G4:** Grupo Exp. 4; **G0:** Grupo Control.
- b) **O1, O3, O5, O7, O9:** 3 *Mus musculus* hembras de la misma edad en cada grupo, temperatura ambiente, condiciones de vida iguales.
- c) **X1:** Alimentación de manzana (Xg) y agua; **X2:** Alimentación de calabaza (Xg) y agua; **X3:** Alimentación de nuez (Xg) y agua; **X4:** Alimentación de tomate (Xg) y agua; ---: Alimentación de maíz (Ausencia de Experimentación) y agua.
- d) **O2, O4, O6, O8, O10:** 3 *Mus musculus* hembras de la misma edad en cada grupo, temperatura ambiente, condiciones de vida iguales, efecto en capacidad de memoria.

## II.9. Procedimientos

### Experimentación Base: Aclimatación de los 15 *Mus musculus*.

1. Colocar 5 cajas plásticas medianas en un ambiente adecuado a elección del investigador para cada roedor.
2. Calentar un cuchillo con un mechero y usarlo para agujerar las cajas, proporcionando aire dentro de ellas. Calentar el cuchillo varias veces hasta que ya se hayan hecho todos los agujeros.
3. Crear otro agujero en cada caja de un tamaño con el que se pueda encajar los hidratadores. Llenarlos con agua hasta el tope e insertarlo.
4. Rellenar cantidades iguales de viruta para roedor en cada caja plástica.
5. Colocar tres *Mus musculus* hembras en cada caja. Empezar a alimentarlos con su alimento respectivo (G1: cáscara de manzana, G2: semillas de Calabaza sin cáscara picadas, G3: Nuez molida, G4: Tomate deshidratado, G5: Maíz molido), una vez al día durante tres días. Esto se realizará mediante tres vasijas de cerámica en cada caja y con 2 gramos de comida respectiva pesados en una balanza.
6. Marcar a cada *Mus musculus* tanto por su grupo experimental como por el número del mismo en cada grupo. Realizar esto con un marcador indeleble y en la zona baja de la cola.

**Experimentación N° 1: Test del laberinto en los *Mus musculus*.**

1. Al concluir el tiempo de aclimatación (3 días), manipular a cada *Mus musculus* desde la cola con una base debajo de este, llevarlo al laberinto cerrando una de las salidas y ubicar una carnada en la salida abierta para atraerlo. Usar guantes en todo momento.
2. Con un cronómetro, contar el tiempo que cada roedor demora en resolver el test. Anotar estos datos. Para cada roedor, repetir el laberinto tres veces. Además, tomar nota de los bloqueos con que choca y los retrocesos que realiza en el test.
3. Repetir los pasos anteriores en un total de 13 días (1 día de descanso cada tres días para evitar el estrés del roedor). Anotar los resultados obtenidos.

**II.10. Resultados**

**Datos Brutos.**

-DÍA 1

Mus musculus	Tiempo del Test (±0.005 s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	79.47	4	0
			1
			1
B	90.36	4	0
			1
			0
C	82.39	3	1
			0
			0

Mus musculus	Tiempo del Test (±0.005 s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	47.95	3	0
			0
			0
B	47.44	3	0
			0
			0
C	112.96	6	1
			2
			2

Mus musculus	Tiempo del Test (±0.005 s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	95.29	6	0
			3
			1
B	35.57	2	0
			0
			0
C	106.13	7	0
			2
			0

Mus musculus	Tiempo del Test (±0.005 s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	117.06	1	0
			1
			1
B	49.21	2	0
			0
			1
C	50.28	3	0
			0
			0

Tabla 5: Maíz			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	120.52	5	2
			0
			3
B	64.14	5	0
			1
			3
C	45.74	4	0
			0
			0

-DÍA 2

Tabla 6: Ácido Fólico			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	40.22	2	0
			1
			0
B	58.74	3	0
			0
			0
C	83.49	4	1
			2
			1

Tabla 7: Flavonoides			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	74.12	3	1
			2
			0
B	94.74	4	0
			1
			1
C	84.57	3	5
			5
			2

Tabla 8: Licopeno			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	90.28	5	2
			0
			2
B	286.83	9	0
			1
			12
C	40.54	2	0
			0
			0

Tabla 9: Omega-3			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	90.36	3	1
			2
			0
B	63.11	3	0
			1
			1
C	102.24	5	2
			3
			0



Tabla 10: Maíz			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	95.81	5	0
			1
			5
B	230.48	11	3
			8
			5
C	183.03	4	0
			4
			10

-DÍA 3

Tabla 11: Ácido Fólico			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	31.93	0	0
			0
			0
B	56.43	2	0
			1
			0
C	199.79	7	2
			5
			5

Tabla 12: Flavonoides			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	114.76	4	3
			2
			5
B	186.79	4	0
			2
			4
C	158.59	5	0
			1
			4

Tabla 13: Licopeno			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	155.00	4	1
			2
			3
B	144.45	4	0
			2
			4
C	83.92	2	0
			1
			1

Tabla 14: Omega-3			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	92.53	3	1
			1
			1
B	133.23	4	1
			2
			3
C	108.53	4	1
			3
			1

Tabla 15: Maíz			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	141.94	2	1
			3
			2
B	306.62	11	2
			7
			12
C	256.58	4	6
			5
			8

-DÍA 4

Tabla 16: Ácido Fólico			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	153.99	8	0
			5
			3
B	173.76	4	0
			2
			0
C	251.29	4	5
			2
			3

Tabla 17: Flavonoides			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	122.09	6	3
			2
			1
B	197.15	5	0
			2
			7
C	429.58	8	6
			3
			3

Tabla 18: Licopeno			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	117.72	3	2
			0
			1
B	84.70	4	0
			1
			1
C	81.00	4	1
			1
			1

Tabla 19: Omega-3			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	132.01	5	0
			3
			1
B	193.14	4	2
			6
			5
C	196.01	6	2
			6
			2

Tabla 20: Maíz			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	583.47	10	4
			5
			5
B	147.38	10	0
			2
			6
C	363.71	8	6
			0
			15

-DÍA 5

Tabla 21: Ácido Fólico			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	68.19	5	1
			1
			0
B	234.88	8	0
			3
			3
C	142.03	3	1
			1
			0

Tabla 22: Flavonoides			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	82.77	4	1
			1
			0
B	187.70	5	2
			3
			4
C	134.47	3	1
			0
			1

Tabla 23: Licopeno			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	198.73	5	2
			3
			1
B	34.13	1	0
			0
			0
C	66.89	2	1
			0
			1

Tabla 24: Omega-3			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	186.84	5	1
			1
			2
B	133.32	1	0
			4
			2
C	74.02	5	1
			1
			2

Tabla 25: Maíz			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	110.73	7	2
			4
			0
B	305.56	8	4
			3
			5
C	352.82	8	3
			4
			4

-DÍA 6

Tabla 26: Ácido Fólico			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	105.01	4	3
			1
			0
B	93.73	2	0
			2
			0
C	36.75	1	1
			1
			1

Tabla 27: Flavonoides			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	32.54	2	0
			1
			0
B	119.44	4	1
			1
			0
C	116.30	3	1
			0
			2

Tabla 28: Licopeno			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	155.77	6	2
			0
			0
B	44.43	2	0
			1
			2
C	35.66	2	0
			0
			0

Tabla 29: Omega-3			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	212.52	5	1
			1
			2
B	146.53	2	4
			1
			0
C	78.59	4	0
			1
			1

Tabla 30: Maíz			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	230.96	6	3
			4
			2
B	148.74	3	2
			1
			2
C	261.54	7	3
			3
			7

-DÍA 7

Tabla 31: Ácido Fólico			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	117.05	7	1
			3
			2
B	95.60	3	0
			0
			1
C	67.79	2	0
			2
			1

Tabla 32: Flavonoides			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	52.98	3	1
			0
			1
B	43.18	0	0
			0
			0
C	21.13	1	0
			0
			0

Tabla 33: Licopeno			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	68.13	2	0
			1
			1
B	49.84	2	1
			0
			0
C	50.66	2	1
			0
			0

Tabla 34: Omega-3			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	264.57	8	1
			5
			1
B	175.81	1	1
			1
			0
C	50.81	3	0
			2
			0

Tabla 35: Maíz			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	115.37	5	1
			0
			2
B	122.47	6	0
			4
			2
C	194.17	6	3
			2
			2

-DÍA 8

Tabla 36: Ácido Fólico			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	131.21	10	4
			2
			2
B	141.08	4	1
			2
			0
C	81.87	4	3
			0
			0

Tabla 37: Flavonoides			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	57.66	3	1
			1
			0
B	79.82	3	3
			0
			0
C	76.68	5	0
			2
			2

Tabla 38: Licopeno			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	100.52	4	1
			0
			2
B	23.99	0	0
			0
			0
C	36.34	1	1
			1
			1

Tabla 39: Omega-3			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	100.22	5	2
			1
			1
B	76.65	2	0
			1
			0
C	30.56	2	0
			0
			0

Tabla 40: Maíz			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	252.49	8	0
			3
			3
B	212.10	7	1
			4
			3
C	98.43	4	1
			1
			2

-DÍA 9

Tabla 41: Ácido Fólico			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	81.89	5	5
			0
			0
B	250.97	6	5
			0
			2
C	120.77	5	2
			4
			0

Tabla 42: Flavonoides			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	42.76	2	1
			1
			1
B	117.87	4	2
			0
			1
C	23.09	1	0
			1
			0

Tabla 43: Licopeno			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	59.49	1	2
			0
			0
B	73.14	3	1
			2
			2
C	69.34	3	2
			0
			0

Tabla 44: Omega-3			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	129.61	3	1
			2
			0
B	141.87	3	3
			2
			3
C	30.84	2	0
			0
			0

Tabla 45: Maíz			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	123.24	4	1
			2
			1
B	192.13	6	0
			2
			3
C	125.55	7	3
			0
			1

-DÍA 10

Tabla 46: Ácido Fólico			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	106.40	6	3
			1
			1
B	172.81	4	1
			4
			0
C	202.05	3	3
			0
			1

Tabla 47: Flavonoides			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	51.08	3	1
			1
			1
B	80.30	2	2
			0
			0
C	40.65	2	0
			1
			0

Tabla 48: Licopeno			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	19.36	1	0
			0
			0
B	18.31	0	0
			0
			0
C	48.60	2	1
			0
			0

Tabla 49: Omega-3			
Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	47.64	3	0
			1
			0
B	102.02	4	1
			1
			1
C	52.54	2	1
			0
			0

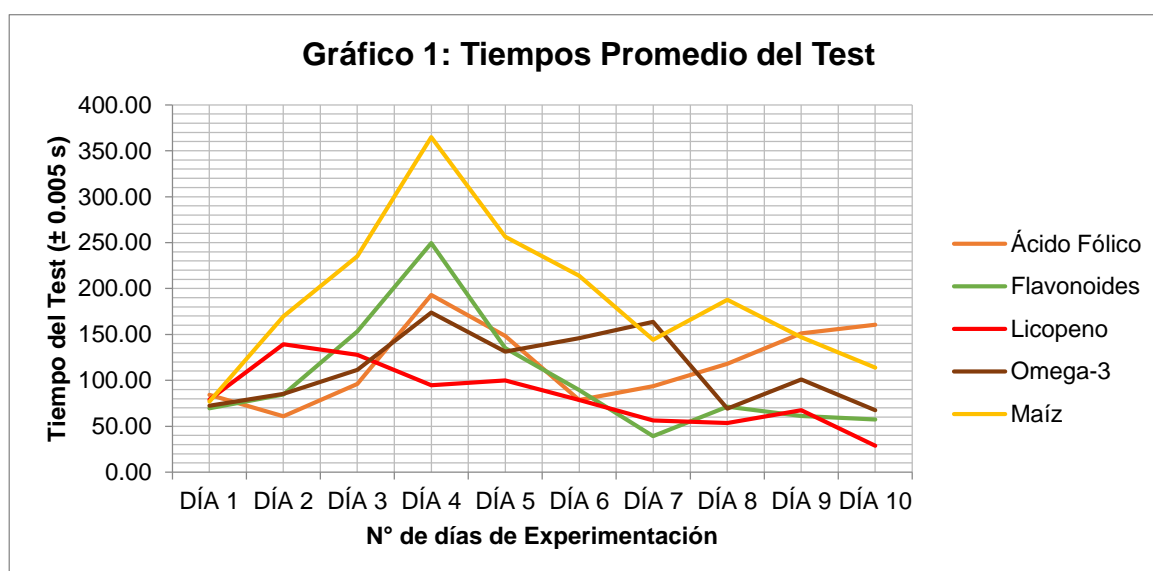


Mus musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	152.57	6	1
			1
			3
B	89.30	7	0
			3
			2
C	99.51	4	1
			0
			3

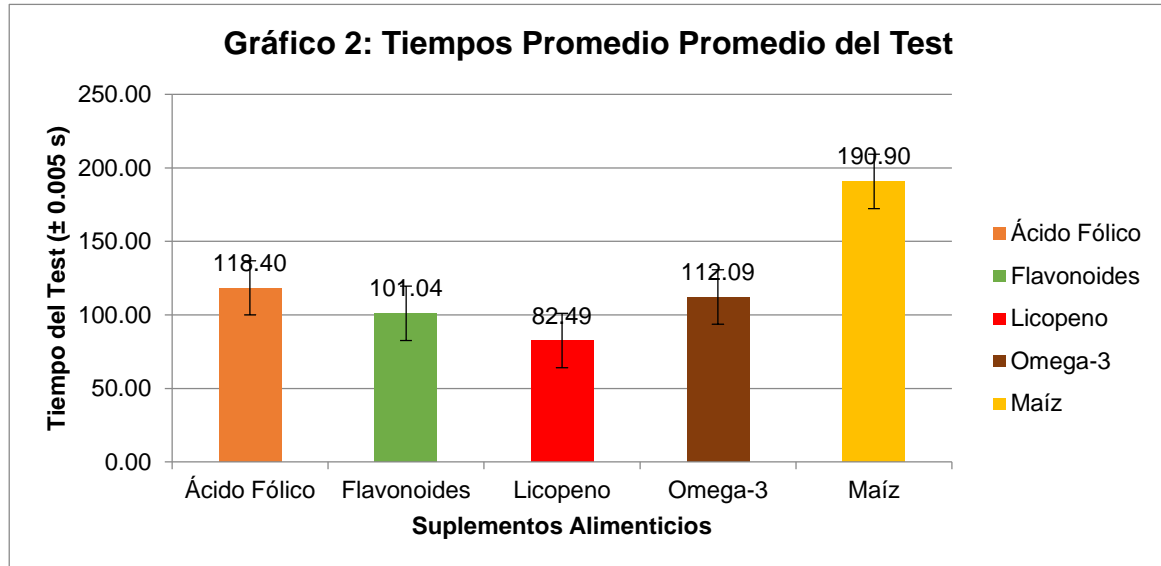
**Datos Procesados.**

-Tablas y Gráficos

Días de Experimentación	Suplementos Alimenticios				
	Ácido Fólico	Flavonoides	Lycopeno	Omega-3	Maíz
DÍA 1	84.08	69.45	79.00	72.18	76.80
DÍA 2	60.81	84.48	139.22	85.24	169.77
DÍA 3	96.05	153.38	127.79	111.43	235.05
DÍA 4	193.01	249.61	94.47	173.72	364.85
DÍA 5	148.37	134.98	99.92	131.39	256.37
DÍA 6	78.50	89.43	78.62	145.88	213.75
DÍA 7	93.48	39.10	56.21	163.73	144.00
DÍA 8	118.05	71.38	53.62	69.14	187.67
DÍA 9	151.21	61.24	67.32	100.77	146.97
DÍA 10	160.42	57.35	28.76	67.40	113.79



Suplementos alimenticios	Ácido Fólico	Flavonoides	Licopeno	Omega-3	Maíz
Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	118.40	101.04	82.49	112.09	190.90



-Test-student

*Esta prueba se aplica para evaluar la diferencia significativa entre los grupos experimentales y el grupo control, siendo un resultado positivo si esta es menor a 0.05.*

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales			Ácido Fólico - Maíz
	Variable 1	Variable 2	
Media	118.39811	190.90322	
Varianza	1834.9352	6729.8754	
Observaciones	10	10	
Diferencia hipotética de las medias	0		
Grados de libertad	14		
Estadístico t	-2.477478		
P(T<=t) una cola	0.0132991	<0.05	Si hay df significativa
Valor crítico de t (una cola)	1.7613101		
P(T<=t) dos colas	0.0265982	<0.05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.1447867		

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales			Flavonoides - Maíz	
	Variable 1	Variable 2		
Media	101.039	190.90322		
Varianza	3953.3098	6729.8754		
Observaciones	10	10		
Diferencia hipotética de las medias	0			
Grados de libertad	17			
Estadístico t	-2.749391			
P(T<=t) una cola	0.0068427	<0.05	Si hay df significativa	
Valor crítico de t (una cola)	1.7396067			
P(T<=t) dos colas	0.0136855	<0.05		
Valor crítico de t (dos colas)	2.1098156			

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales			Licopeno - Maíz	
	Variable 1	Variable 2		
Media	82.491444	190.90322		
Varianza	1154.0035	6729.8754		
Observaciones	10	10		
Diferencia hipotética de las medias	0			
Grados de libertad	12			
Estadístico t	-3.861059			
P(T<=t) una cola	0.0011321	<0.05	Si hay df significativa	
Valor crítico de t (una cola)	1.7822876			
P(T<=t) dos colas	0.0022643	<0.05		
Valor crítico de t (dos colas)	2.1788128			

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales			Omega-3 - Maíz	
	Variable 1	Variable 2		
Media	112.08911	190.90322		
Varianza	1584.753	6729.8754		
Observaciones	10	10		
Diferencia hipotética de las medias	0			
Grados de libertad	13			
Estadístico t	-2.73327			
P(T<=t) una cola	0.0085374	<0.05	Si hay df significativa	
Valor crítico de t (una cola)	1.7709334			
P(T<=t) dos colas	0.0170748	<0.05		
Valor crítico de t (dos colas)	2.1603687			

## CONCLUSIONES

Concluimos que las hipótesis planteadas no fueron correctas, debido a que el suplemento más estimulante en la capacidad de memoria de los *Mus musculus* (de acuerdo con los datos) es el licopeno, seguido de los Flavonoides, el Omega-3, el Ácido Fólico y el grupo control. Sin embargo, esto no afirma la veracidad de la hipótesis nula, debido a que los suplementos mencionados sí guardan relación con la capacidad de memoria. Esto se evidencia en las tendencias menores que cada grupo experimental alcanzó en relación al grupo control.

Ratificamos que el licopeno sería el suplemento con mayor efecto en la capacidad de memoria de los *Mus musculus*, demostrando cuan menor es su tendencia en comparación a los demás suplementos y siendo su tiempo promedio de resolución del test  $82.49 \pm 0.005$  segundos. Además, en el test-student evaluamos que su diferencia significativa con el grupo control (Maíz) es mucho menor que 0.05, comparándolo con otros grupos; siendo 0.0011321. El licopeno es un potente antioxidante que se encuentra en los tomates, y protege a las células cerebrales contra el daño de los radicales libres que se producen en el desarrollo de la demencia (GeoSalud, s.f, párr. 14). Por ello, su consumo sería importante para desarrollar la memoria, seguido de los flavonoides ( $101.04 \pm 0.005$  segundos), que también tienen estas cualidades.

Químicamente, los radicales libres son átomos o moléculas separadas homolíticamente de su compuesto, normalmente formado por un átomo de oxígeno. Tienen la capacidad de dañar las estructuras y funciones de membranas celulares y el ADN proteico. En el caso de las neuronas, disminuye el impulso nervioso, los reflejos y, en consecuencia, la memoria y el aprendizaje (Licata, s.f, párr. 7). Además, disminuye la irrigación sanguínea del cerebro.

Entonces, ¿por qué evitar los radicales libres resulta más eficaz que otros métodos? El marco teórico explica que la memoria puede desarrollarse a través de la transmisión de neurotransmisores de acción lenta, favoreciendo la transmisión sináptica y la plasticidad de las neuronas. No obstante, los suplementos encargados de estos factores no demostraron ser tan estimulantes. A esto, se deduce que si bien estimular más la memoria a nivel de la sinapsis es efectivo, también es necesario proteger dicho estímulo de cualquier agente como los radicales libres. Por ese motivo, los resultados favorecieron al licopeno. Cabe destacar que no solo porque este sea más estimulante, los demás suplementos no lo sean; ya que también demostraron un desarrollo cognitivo durante el experimento.

Tras el análisis de los tiempos promedio, los demás alimentos y el maíz tuvieron datos directamente proporcionales hasta el día 4. Después, los grupos resolvieron el test en un menor tiempo. En el caso del tomate, este fenómeno ocurrió en el día 2, demostrando que el licopeno se asimiló más rápido, según el marco teórico, y también cuán rápido se desarrolló la memoria en los 3 *Mus musculus* de ese grupo. Este fenómeno demostraría además la teoría del condicionamiento operante: en el experimento, revelaría el aprendizaje de la asociación comportamiento-consecuencia. Y, como en el trabajo de Skinner, “el aprendizaje del animal de esta asociación sería reforzada por la comida” (Law, Halkiopoulou y Bryan-Zaykov, 2010, p. 27). Este tema abriría puertas a otras investigaciones biológicas sobre el aprendizaje y la relevancia de este fenómeno en la mentalidad del ser humano.

Las limitaciones también están presentes en este experimento: ocasionalmente, los *Mus musculus* botaban partes de su comida, quitando precisión en cuanto a la cantidad de alimento que consumía cada espécimen; durante su recorrido en el



laberinto, ciertos *Mus musculus* rascaban el papel que cubría el suelo del mismo en algunos segundos, aumentando en cierta medida el tiempo de resolución; y no se realizó una primera lectura para cada grupo antes de someterlos a los suplementos. Además, para el día décimo, se tuvo que esperar mucho tiempo para volver a la dieta experimental, alterando hasta cierto punto el décimo dato de cada grupo experimental.

Para ello, recomendamos triturar más cada comida para que la especie logre consumirla en su totalidad; evitar “tapetes” en el laberinto para otras experimentaciones; programar bien los días de experimentación para evitar el incidente mencionado. Como mejora en esta investigación, se podría analizar las demás vitaminas adicionales que conforman los alimentos de los grupos, que posiblemente aporten en la habilidad cognitiva del *Mus musculus*.

## REFERENCIAS

- Allot, A., Mindorff, D., Azcue, J. (2015). *IB Biología Libro Del Alumno: Programa Del Diploma Del IB Oxford*. Reino Unido: Oxford University Press.
- Audesirk, T., Audesirk, G., Byers, B. (2012). *Biología: la vida en la tierra con fisiología*. México: Pearson Educación Velasco, A., Álvarez, F. (1988). *Compendio de psiconeurofarmacología*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Fuentes, F., Mendoza, R., Rosales, A., Cisneros, R. Centro Nacional de Productos Biológicos (2008). *Guía de Manejo y Cuidado de Animales de Laboratorio: Ratón*. Lima: Ministerio de Salud e Instituto Nacional de la Salud.
- Herbada, L. (2012). *Ácido Fólico*. Madrid: Nowevolution Editorial.
- Jara, W. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria (2009). *Fisiología animal: Guía de Prácticas de Laboratorio*. Lima: Universidad Alas Peruanas.
- Law, A.; Halkiopoulou, C.; Bryan-Zaykov, C. (2010). *Psychology: developed specifically for the IB Diploma*. Inglaterra: Pearson Education.
- Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Nutrición de la Facultad de Zootecnia (2016). *Nutrición del ratón*. Lima: Autor.
- Marieb, E. (2008). *Anatomía y Fisiología Humana*. España: Pearson Educación.
- Aceites Omega-9. (s.f). Recuperado de: <http://www.omega-9oils.com/la/arg/es/omega369.htm>
- Anatomía Humana. (2010). Recuperado de: <http://apuntesanatomia.com/sistema-nervioso/index.html>
- Aron (s.f). Propiedades del Maíz y sus nutrientes. Recuperado de: <http://alimentacionpara.com/embarazo/n/5326/propiedades-del-maiz-y-sus-nutrientes.html>
- Bevilacqua, R. (s.f). 10 súper alimentos que potencian tu capacidad cerebral. Recuperado de: <http://www.upsocl.com/inspiracion/esta-publicidad-de-loteria-de-la-navidad-te-hara-soltar-un-par-de-lagrimas/>
- Cann, K. (2012). Dieta, El Estrés y Tus Neurotransmisores. Recuperado de: <http://robbwolf.com/2012/08/03/dieta-el-estres-tus-neurotransmisores/>
- Evaluación PISA: el ránking completo en el que el Perú quedó último. (martes 3 de diciembre del 2013). Recuperado de: <http://elcomercio.pe/sociedad/lima/evaluacion-pisa-ranking-completo-que-peru-queda-ultimo-noticia-1667838>
- GenomaSur. (s.f). Recuperado de: [http://www.genomasur.com/BCH/BCH\\_libro/capitulo\\_09.htm](http://www.genomasur.com/BCH/BCH_libro/capitulo_09.htm)
- GeoSalud. (s.f). Recuperado de: [www.geosalud.com/Nutricion/alimentos-para-el-cerebro-y-la-memoria.html](http://www.geosalud.com/Nutricion/alimentos-para-el-cerebro-y-la-memoria.html)
- Licata, M. (s.f). Zonadiet. Recuperado de: <http://www.zonadiet.com/alimentacion/antioxidantes-naturales.htm>
- López, P. (2013). Cómo mejorar la concentración y el desarrollo intelectual a través de los alimentos. Recuperado de: <http://www.lfb.es/uploads/Accueil/Nutrición%20Liceo%202.pdf>
- Mercado, G. (2011). Técnicas para memoria. Recuperado de: <https://tecnicasparamemoria.wordpress.com/2011/09/23/el-acido-folico-te-ayuda-a-memorizar-mejor/>
- Neurowikia. (s.f). Recuperado de: <http://www.neurowikia.es/content/bases-neurobiologicas-de-la-memoria-y-amnesias>
- Omegafort. (2014). Recuperado de: <http://www.omegafort.es/beneficios-para-la-salud/desarrollo-cognitivo/>
- Profesor en Línea (s.f). Recuperado de: <http://www.profesorenlinea.cl/FilosofiaSicologia/Memoria.html>



- Ruiz, M. Liceo N°1 Javiera Carrera (2002). Acción de los neurotransmisores. Recuperado de: <http://liceo1.k12.cl/icore/viewcore/139051>
- van Praag H, Lucero MJ, Yeo GW, Stecker K, Heivand N, Zhao C, et al. (2007). Una dieta con flavonoides y el ejercicio físico estimulan la memoria en ratones En *Revista de Neurología*. Recuperado de: <http://www.revneurolog.com/sec/RSS/noticias.php?idNoticia=178>

ANEXO

-DÍA 1

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	33.89	2	0
	126.51	6	1
	78.01	3	1
B	90.55	4	0
	116.53	5	1
	64.01	2	0
C	124.33	5	1
	54.72	2	0
	68.13	3	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	33.05	2	0
	63.14	6	0
	47.65	2	0
B	71.09	3	0
	49.90	5	0
	21.32	1	0
C	59.31	3	1
	143.52	9	2
	136.04	5	2

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	42.06	3	0
	163.39	11	3
	80.42	3	1
B	33.20	2	0
	32.93	1	0
	40.58	2	0
C	45.92	1	0
	162.78	10	2
	109.69	9	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	34.06	0	0
	112.69	3	1
	204.44	0	1
B	42.63	2	0
	34.59	1	0
	70.40	4	1
C	80.28	4	0
	27.46	1	0
	43.10	3	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	50:24.0	4	2
	65.4	2	0
	246.24	10	3
B	42.22	3	0
	54.17	4	1
	96.03	7	3
C	57.21	5	0
	04:48.0	1	0
	52.33	5	0



-DÍA 2

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	19.65	0	0
	65.81	5	1
	35.20	1	0
B	42.47	1	0
	68.95	4	0
	64.79	4	0
C	51.85	3	1
	40.60	3	2
	158.01	5	1

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	61.80	4	1
	133.38	5	2
	27.17	1	0
B	39.73	2	0
	123.21	6	1
	121.29	4	1
C	28.75	6	5
	163.61	2	5
	61.36	0	2

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	69.75	4	2
	69.70	5	0
	131.39	5	2
B	56.39	2	0
	79.78	3	1
	724.32	23	12
C	41.26	4	0
	49.81	1	0
	30.54	2	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	77.70	3	1
	127.22	4	2
	66.16	1	0
B	38.32	2	0
	46.79	2	1
	104.21	4	1
C	171.68	10	2
	91.10	3	3
	43.94	3	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	34.86	1	0
	72.82	6	1
	179.74	8	5
B	170.52	8	3
	268.15	13	8
	252.76	12	5
C	48.72	5	0
	160.01	3	4
	340.35	5	10

-DÍA 3

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	31.06	0	0
	38.00	0	0
	26.74	1	0
B	63.70	2	0
	58.88	2	1
	46.71	1	0
C	168.58	6	2
	376.08	8	5
	54.70	6	5

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	112.85	5	3
	77.24	1	2
	154.18	7	5
B	43.57	0	0
	176.08	10	2
	340.72	2	4
C	26.27	0	0
	162.08	7	1
	287.43	8	4

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	67.73	2	1
	175.14	5	2
	222.13	5	3
B	93.81	3	0
	110.04	4	2
	229.51	6	4
C	45.52	1	0
	76.59	2	1
	129.64	4	1

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	67.77	4	1
	109.54	4	1
	100.28	0	1
B	105.08	3	1
	156.07	5	2
	138.54	4	3
C	64.17	4	1
	152.07	4	3
	109.36	3	1

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	49.29	0	1
	144.42	2	3
	232.12	3	2
B	120.25	9	2
	348.74	14	7
	450.87	9	12
C	200.09	3	6
	231.46	5	5
	338.20	4	8

-DÍA 4

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	51.63	2	0
	236.16	13	5
	174.17	10	3
B	62.58	1	0
	334.15	6	2
	124.54	4	0
C	504.37	6	5
	127.95	2	2
	121.55	3	3

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	180.37	10	3
	111.42	5	2
	74.47	3	1
B	60.24	1	0
	227.18	5	2
	304.03	8	7
C	244.38	8	6
	459.20	6	3
	585.16	9	3

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	139.82	4	2
	84.05	3	0
	129.28	1	1
B	85.53	5	0
	109.12	6	1
	59.45	0	1
C	120.09	8	1
	42.74	1	1
	80.17	2	1

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	79.79	3	0
	201.78	9	3
	114.46	3	1
B	169.36	8	2
	251.05	3	6
	159.01	2	5
C	134.28	3	2
	381.01	14	6
	72.73	0	2

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	296.83	6	4
	665.26	13	5
	788.31	12	5
B	24.87	1	0
	92.83	9	2
	324.45	20	6
C	302.10	11	6
	21.35	0	0
	767.69	14	15

-DÍA 5

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	79.72	5	1
	72.32	5	1
	52.54	4	0
B	40.06	1	0
	301.60	12	3
	362.98	10	3
C	266.46	6	1
	125.05	2	1
	34.58	1	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	80.54	6	1
	127.70	5	1
	40.08	1	0
B	115.04	6	2
	217.93	4	3
	230.13	4	4
C	188.80	4	1
	110.52	3	0
	104.10	2	1

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	185.85	3	2
	257.28	6	3
	153.06	5	1
B	47.82	3	0
	35.71	1	0
	18.86	0	0
C	75.63	3	1
	23.45	0	0
	101.60	4	1

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	151.38	6	1
	151.53	4	1
	257.62	6	2
B	36.47	0	0
	195.79	3	4
	167.71	1	2
C	73.33	7	1
	87.97	5	1
	60.75	3	2

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	112.89	10	2
	175.29	8	4
	44.02	2	0
B	227.05	11	4
	187.22	7	3
	502.42	7	5
C	190.43	9	3
	380.71	9	4
	487.33	7	4

-DÍA 6

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	152.92	4	3
	113.73	6	1
	48.37	2	0
B	41.50	1	0
	174.81	2	2
	64.88	2	0
C	34.26	2	1
	19.84	1	1
	56.16	0	1

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	31.58	3	0
	30.98	1	1
	35.05	1	0
B	145.23	5	1
	163.21	5	1
	49.89	1	0
C	129.67	5	1
	66.89	1	0
	152.34	4	2

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	309.05	13	2
	104.25	3	0
	54.00	1	0
B	35.35	3	0
	52.83	2	1
	45.10	2	2
C	43.00	3	0
	24.06	2	0
	39.91	2	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	203.51	7	1
	140.03	4	1
	294.01	5	2
B	261.24	5	4
	95.84	0	1
	82.52	0	0
C	40.45	3	0
	71.72	4	1
	123.61	4	1

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	186.22	5	3
	302.09	10	4
	204.57	3	2
B	117.42	3	2
	170.95	4	1
	157.86	1	2
C	166.86	6	3
	226.67	5	3
	391.10	10	7

-DÍA 7

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	58.66	4	1
	126.28	8	3
	166.21	8	2
B	55.45	4	0
	26.76	1	0
	204.59	5	1
C	26.46	1	0
	141.55	4	2
	35.36	1	1

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	55.23	3	1
	29.30	1	0
	74.42	4	1
B	45.08	0	0
	31.57	0	0
	52.89	0	0
C	40.98	3	0
	13.67	0	0
	8.75	0	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	49.24	2	0
	87.86	4	1
	67.30	0	1
B	57.13	2	1
	55.40	4	0
	37.00	1	0
C	76.98	3	1
	28.51	1	0
	46.48	2	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	192.81	6	1
	440.09	11	5
	160.81	6	1
B	118.51	2	1
	174.49	0	1
	234.42	1	0
C	32.52	1	0
	87.28	6	2
	32.62	2	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	168.72	6	1
	35.30	2	0
	142.10	6	2
B	78.30	4	0
	167.36	7	4
	121.74	6	2
C	183.65	5	3
	121.33	4	2
	277.53	10	2

-DÍA 8

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	147.95	11	4
	102.77	8	2
	142.91	10	2
B	128.47	4	1
	270.90	8	2
	23.88	0	0
C	212.82	13	3
	16.80	0	0
	15.98	0	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	56.06	5	1
	69.34	3	1
	47.57	1	0
B	139.21	8	3
	32.42	1	0
	67.82	1	0
C	50.49	5	0
	130.39	5	2
	49.15	4	2

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	91.93	6	1
	83.26	4	0
	126.37	3	2
B	23.77	0	0
	23.82	1	0
	24.37	0	0
C	57.48	2	1
	25.36	0	1
	26.18	1	1

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	117.85	7	2
	70.34	2	1
	112.48	5	1
B	52.14	0	0
	116.89	4	1
	60.91	2	0
C	26.04	1	0
	48.45	4	0
	17.20	0	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	83.22	4	0
	289.66	11	3
	384.58	8	3
B	75.13	4	1
	228.33	10	4
	332.83	6	3
C	62.87	5	1
	68.76	3	1
	163.66	4	2

-DÍA 9

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	199.12	12	5
	26.21	1	0
	20.35	1	0
B	417.92	10	5
	47.64	2	0
	287.34	5	2
C	103.53	5	2
	234.84	9	4
	23.95	1	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	33.41	3	1
	30.14	1	1
	64.74	3	1
B	117.59	4	2
	71.72	3	0
	164.31	4	1
C	23.54	0	0
	27.53	2	1
	18.21	1	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	106.85	3	2
	34.37	0	0
	37.24	1	0
B	67.28	4	1
	93.25	3	2
	58.89	2	2
C	131.83	6	2
	36.58	1	0
	39.61	2	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	192.21	5	1
	162.09	3	2
	34.53	2	0
B	122.96	2	3
	106.80	5	2
	195.86	1	3
C	27.35	1	0
	32.67	4	0
	32.50	2	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	123.19	4	1
	126.64	5	2
	119.88	2	1
B	64.81	2	0
	224.59	9	2
	286.98	8	3
C	211.08	14	3
	72.89	3	0
	92.69	4	1



-DÍA 10

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	136.30	8	3
	83.04	5	1
	99.86	6	1
B	116.27	3	1
	341.61	7	4
	60.56	2	0
C	400.72	6	3
	65.05	0	0
	140.38	3	1

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	48.24	3	1
	42.80	2	1
	62.20	3	1
B	99.65	4	2
	45.23	1	0
	96.03	2	0
C	38.30	3	0
	57.23	2	1
	26.43	2	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	17.68	0	0
	22.01	2	0
	18.40	0	0
B	23.76	0	0
	19.26	1	0
	11.90	0	0
C	85.79	5	1
	28.03	0	0
	31.98	1	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	34.74	1	0
	77.67	6	1
	30.52	1	0
B	93.89	4	1
	156.34	6	1
	55.82	1	1
C	102.09	6	1
	29.31	1	0
	26.22	0	0

Mus Musculus	Tiempo del Test ( $\pm 0.005$ s)	N° de bloqueos encontrados	N° de retrocesos
A	110.14	5	1
	149.91	5	1
	197.66	9	3
B	26.35	2	0
	157.14	13	3
	84.40	5	2
C	84.23	4	1
	23.50	1	0
	190.80	6	3