

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 1, Número 1, 2024

**¿CÓMO AFECTA EL ETANOL AL COMPORTAMIENTO DE
DIFERENTES ESPECIES DE GUSANOS NEMATODOS?**

**HOW DOES ETHANOL AFFECT THE BEHAVIOR OF DIFFERENT
SPECIES OF NEMATODE WORMS?**

Paola Carolina Astudillo González

Universidad Anáhuac Mayab

¿Cómo afecta el etanol al comportamiento de diferentes especies de gusanos nematodos?

Astudillo González Paola Carolina

paolota.astudillo@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-9581-6561>

Universidad Anáhuac Mayab

México

RESUMEN

Este estudio analizó el impacto del etanol en especies de nematodos del género *Caenorhabditis*, comunes en entornos con producción de etanol. Se evaluaron concentraciones de etanol en adultos de diversas especies, midiendo velocidad, curvatura corporal y producción de huevos. Los resultados indicaron que, a concentraciones altas, las velocidades fueron similares entre especies, aunque *C. sp27* tuvo menor velocidad a 100 mM, pero mayor a concentraciones más altas. En curvatura corporal, *C. angaria* y *C. sp27* mostraron mayor flexibilidad que *C. elegans* en presencia de etanol. La producción de huevos solo se redujo significativamente en *C. angaria* a concentraciones bajas, mientras que *C. elegans* mostró menor producción a 100 mM, pero aumentó a 200 y 400 mM. Este estudio destaca las respuestas variables al etanol entre especies y sugiere explorar cómo afecta el etanol su desarrollo y la expresión del gen *slo-1*. Estos hallazgos contribuyen al estudio de respuestas a estresores ambientales.

Palabras clave: *C. elegans*, *Caenorhabditis*, Etanol, nematodos, Respuestas ambientales

How does ethanol affect the behavior of different species of nematode worms?

This study examined the impact of ethanol on nematode species from the *Caenorhabditis* genus, commonly found in ethanol-rich environments. Adult nematodes from different species were exposed to various ethanol concentrations, assessing their speed, body curvature, and egg production. Results showed that at higher ethanol concentrations, speed responses were similar across species. However, *C. sp27* displayed lower speed at 100 mM but higher speed at greater concentrations. Regarding body curvature, *C. angaria* and *C. sp27* maintained greater flexibility than *C. elegans* in the presence of ethanol. Egg production was significantly reduced in *C. angaria* at low ethanol concentrations, while *C. elegans* showed decreased egg-laying at 100 mM but increased production at 200 and 400 mM. This study highlights the variable responses of *Caenorhabditis* species to ethanol and suggests further research on its effects on development and the expression of the *slo-1* gene. These findings contribute to understanding diverse responses to environmental stressors.

Keywords: *C. elegans*, *Caenorhabditis*, Etanol, Nematodes, Environmental stressors

Recibido: 1 de diciembre 2024 | Modificación: 7 de diciembre 2024

| Aceptado: 9 de diciembre 2024

INTRODUCCIÓN

El estudio de cómo el etanol influye en el comportamiento de diversas especies de gusanos nematodos, en particular aquellas que pertenecen al género *Caenorhabditis*, ha sido un campo de investigación en constante crecimiento debido a su importancia tanto en la comprensión de las respuestas biológicas a las sustancias químicas como en la exploración de los mecanismos subyacentes a la adaptación a entornos cambiantes. En esta introducción, se hace una breve revisión de algunos de los trabajos más relevantes que han contribuido a nuestra comprensión actual de este tema, destacaremos las contribuciones de otros autores en el área de estudio, y se justifican las razones que respaldan la realización de esta investigación. Además, se presentarán los objetivos de la investigación y se resaltarán la importancia y el alcance de la solución propuesta.

El género *Caenorhabditis* abarca un amplio grupo de nematodos de tamaño microscópico que habitan en diversos entornos en todo el mundo. Estos gusanos son particularmente interesantes para la investigación debido a su simplicidad y facilidad de manipulación en el laboratorio, lo que ha permitido a los científicos abordar preguntas fundamentales sobre la biología y el comportamiento. Además, su ciclo de vida corto y su capacidad de reproducirse en gran número los convierten en modelos ideales para investigaciones de laboratorio (Félix, 2004).

Un aspecto de particular interés en estas investigaciones se centra en cómo el etanol, una sustancia química que se encuentra comúnmente en una variedad de entornos naturales, influye en el comportamiento de estos gusanos. El etanol se produce a partir de la descomposición de materia orgánica y puede encontrarse en frutas en estado de fermentación, en el suelo y en otros ambientes naturales. Dado que los nematodos del género *Caenorhabditis* suelen habitar en lugares propicios para la producción de etanol, es claro que estos gusanos estarán en contacto con esta sustancia en algún momento de sus vidas (Kaletta y Hengartner, 2006).

Uno de los aspectos más intrigantes de estas investigaciones se centra en cómo el etanol afecta la motilidad y la reproducción de los gusanos. Un estudio previo realizado por Anderson (2014) demostró que la exposición al etanol causa una disminución en la velocidad de movimiento de *C. elegans* a medida que aumenta la concentración de etanol en su entorno. Este efecto se representa claramente en un gráfico que muestra cómo la velocidad de movimiento disminuye a medida que se incrementa la concentración de etanol (Anderson, 2014). Además, Anderson encontró que la exposición al etanol también reduce la producción de crías por parte de estos gusanos. La disminución de la velocidad de movimiento y la reproducción es un hallazgo intrigante, ya que sugiere que el etanol ejerce un efecto significativo en la fisiología de estos gusanos (Anderson, 2014).

No obstante, lo que hace que estos resultados sean interesantes es que no solo se trata de una disminución general de la motilidad, sino que también se observa una alteración en la forma y la curvatura del cuerpo de los gusanos. Cuando se analiza la curvatura del cuerpo de *C. elegans* en presencia de etanol, se observa que, a medida que la concentración de etanol aumenta, los gusanos tienden a enderezarse en mayor medida (Anderson, 2014). Esta observación plantea preguntas intrigantes sobre los mecanismos subyacentes que causan estos cambios morfológicos y cómo se relacionan con las respuestas comportamentales y fisiológicas generales a la exposición al etanol.

Es importante señalar que, aunque los estudios sobre *C. elegans* han proporcionado una base sólida para la comprensión de los efectos del etanol en los nematodos, aún quedan muchas preguntas por responder. Una de las incógnitas más importantes es si otras especies de *Caenorhabditis* muestran respuestas similares o si pueden ser más o menos tolerantes a las mismas concentraciones de etanol. Esto plantea la posibilidad de que diferentes especies de *Caenorhabditis* hayan evolucionado para adaptarse de manera única a los factores estresantes ambientales, lo que justifica la necesidad de investigaciones adicionales (Dixon et al., 2020).

En este contexto, la investigación de Smith et al. (2018) ha demostrado que el gen slo-1, que codifica un canal de potasio activado por calcio, desempeña un papel fundamental en la forma en que *C. elegans* responde a la exposición al etanol. La secuencia de aminoácidos del gen slo-1 es altamente conservada en la mayoría de las especies de *Caenorhabditis*, lo que sugiere una función crítica (Smith et al., 2018). Sin embargo, existen diferencias notables en la secuencia de aminoácidos de slo-1 en algunas especies, como *C. sp 27* y *C. angaria*, lo que plantea preguntas sobre si estas diferencias están relacionadas con las respuestas únicas a la exposición al etanol en estas especies (Smith et al., 2018).

Este estudio tiene como objetivo principal investigar cómo el etanol afecta el comportamiento de diversas especies de *Caenorhabditis*, incluyendo a *C. elegans*, *C. sp27* y *C. angaria*. Se pretende analizar tanto la velocidad de movimiento como la curvatura del cuerpo de estos gusanos en respuesta a diferentes concentraciones de etanol. Además, se realizará un análisis comparativo de las secuencias de aminoácidos del gen slo-1 en estas especies para determinar si existen diferencias que puedan estar relacionadas con las respuestas al etanol. Estos objetivos se plantean con el propósito de ampliar nuestra comprensión de cómo el etanol afecta a los nematodos y de cómo estas respuestas pueden contribuir a la adaptación a entornos cambiantes. En última instancia, los resultados de esta investigación pueden tener implicaciones tanto en el ámbito ecológico como en el evolutivo, y pueden arrojar luz sobre los mecanismos de respuesta a factores estresantes ambientales en poblaciones naturales.

En resumen, la investigación sobre cómo el etanol influye en el comportamiento de las diferentes especies de gusanos nematodos es un campo de estudio apasionante que ha sido impulsado por la necesidad de comprender las respuestas biológicas y genéticas a esta sustancia química común en la naturaleza. A lo largo de esta introducción, se han destacado los hallazgos clave de estudios previos y se ha argumentado que existe una necesidad creciente de investigaciones adicionales para abordar las numerosas preguntas sin respuesta en este campo. Con este trasfondo, esta investigación se propone analizar el impacto del

etanol en el comportamiento de diversas especies de nematodos y contribuir a nuestra comprensión de cómo estos organismos responden a su entorno en constante cambio.

METODOLOGÍA

En este estudio, se empleó una metodología cuantitativa para investigar el impacto del etanol en varias especies de gusanos nematodos del género *Caenorhabditis*. La investigación se centró en la motilidad, la morfología corporal y la reproducción de estas especies en respuesta a la exposición al etanol. El diseño de la investigación se enmarcó en un enfoque exploratorio y correlacional, ya que se busca explorar cómo estas variables se relacionan con la presencia de etanol.

Para llevar a cabo la investigación, se seleccionaron diferentes especies de *Caenorhabditis*, incluyendo *C. elegans*, *C. angaria* y *C. sp27*, con el objetivo de comparar sus respuestas al etanol. La población de gusanos utilizada para el estudio consistió en ejemplares adultos de cada una de estas especies. La muestra se conformó tomando tres ejemplares de cada especie en cada condición experimental.

La exposición al etanol se realizó mediante la preparación de soluciones de etanol en cuatro concentraciones diferentes: 0 mM (control), 100 mM, 200 mM y 400 mM. Estas concentraciones se eligieron para abarcar un rango que va desde la ausencia de etanol hasta niveles moderados y altos de exposición.

Para evaluar la motilidad de los gusanos, se midió la velocidad en unidades de longitud del cuerpo por segundo, utilizando un software de seguimiento de movimiento. Se registraron los datos de velocidad para cada especie y condición de exposición al etanol.

La morfología del cuerpo de los gusanos se evaluó midiendo la curvatura del cuerpo en relación con una línea de 180 grados. Estos datos se expresaron como un porcentaje de la curvatura promedio en el grupo de control sin etanol.

La producción de huevos se evaluó contando el número de huevos puestos por cada grupo de gusanos en un período de 24 horas. Esto se realizó para cada especie y condición de exposición al etanol.

Es importante destacar que, debido a limitaciones en los recursos y el tiempo, se trabajó con un número limitado de muestras para cada especie y condición. Se recolectaron tres muestras para cada grupo experimental, lo que puede influir en la representatividad de los resultados.

En resumen, este estudio utilizó un enfoque cuantitativo y un diseño exploratorio-correlacional para investigar el impacto del etanol en diferentes especies de gusanos nematodos del género *Caenorhabditis*. Se evaluaron la motilidad, la morfología corporal y la reproducción en respuesta a diferentes concentraciones de etanol. A pesar de las limitaciones en la muestra, los resultados proporcionan información valiosa sobre las respuestas de estas especies al etanol y sientan las bases para futuras investigaciones en este campo.

RESULTADOS

En este estudio, se analizaron los efectos del etanol sobre la motilidad, curvatura corporal y reproducción en varias especies de *Caenorhabditis*. Los resultados muestran que, a concentraciones más altas de etanol, las respuestas de velocidad fueron similares entre especies. Sin embargo, *C. sp27* presentó una velocidad promedio más baja a 100 mM, pero mayor a concentraciones superiores, lo que sugiere una respuesta única. En cuanto a la curvatura corporal, *C. angaria* y *C. sp27* mostraron mayor flexibilidad que *C. elegans* en presencia de etanol, especialmente a 400 mM, donde *C. angaria* superó a *C. sp27*. Respecto a la reproducción, solo *C. angaria* mostró una disminución significativa en la producción de huevos a concentraciones menores de 800 mM, mientras que *C. elegans* experimentó una ligera disminución a 100 mM, pero un aumento en la producción a 200 y 400 mM.

DISCUSIÓN

Las diferencias en motilidad sugieren que ciertas especies tienen mecanismos adaptativos que les permiten tolerar concentraciones altas de etanol, como lo observado en *C. sp27*. En términos de curvatura corporal, los datos indican que *C. angaria* y *C. sp27* podrían tener mayor resistencia estructural frente al estrés inducido por etanol en comparación con *C. elegans*. La reproducción también mostró patrones únicos: la disminución en *C. angaria* refleja sensibilidad al etanol, mientras que el aumento de huevos en *C. elegans* a concentraciones moderadas contradice estudios previos, lo que podría sugerir adaptaciones inesperadas a este estrés químico. Es importante considerar que las limitaciones del tamaño de muestra podrían haber influido en estos hallazgos, subrayando la necesidad de un análisis más amplio.

Este estudio demuestra que las especies de *Caenorhabditis* exhiben respuestas diversas al etanol, con algunas mostrando mayor tolerancia que otras. Las diferencias en motilidad, curvatura y reproducción reflejan adaptaciones específicas a este compuesto, con implicaciones importantes para su biología y adaptación a ambientes con estrés químico. Estas observaciones iniciales abren el camino para futuras investigaciones que evalúen la influencia del etanol en el desarrollo y la expresión del gen *slo-1*, así como su impacto en la supervivencia y aptitud de estas especies en condiciones naturales.

CONCLUSIONES

En conclusión, este estudio sobre el impacto del etanol en diferentes especies de gusanos nematodos del género *Caenorhabditis* ha proporcionado una visión más clara de cómo estas criaturas responden a esta sustancia química. Hemos observado que las respuestas a la exposición al etanol varían entre las especies, destacando diferencias significativas en la motilidad, la morfología corporal y la reproducción.

Nuestros hallazgos revelan que, a concentraciones más altas de etanol, las respuestas de velocidad son similares entre las especies, lo que sugiere una cierta uniformidad en la

respuesta a niveles elevados de esta sustancia. Sin embargo, *C. species 27* mostró una respuesta única con una velocidad más baja a 100 mM de etanol y una velocidad más alta a concentraciones superiores, indicando una posible adaptación específica de esta especie al etanol.

En cuanto a la morfología del cuerpo, tanto *C. angaria* como *C. sp 27* mantuvieron una mayor curvatura en presencia de etanol en comparación con *C. elegans*. Estos resultados apuntan a la capacidad de algunas especies para tolerar mejor la exposición al etanol, lo que puede tener implicaciones importantes en su supervivencia en entornos cambiantes.

En relación con la reproducción, notamos que solo *C. angaria* experimentó una disminución significativa en la puesta de huevos a concentraciones de etanol menores a 800 mM. Esta respuesta contrasta con la de *C. elegans*, que mostró un aumento en la producción de huevos a 200 mM y 400 mM de etanol. Estos resultados subrayan la diversidad de respuestas de las especies de *Caenorhabditis* a la exposición al etanol.

Este estudio sienta las bases para futuras investigaciones que podrían explorar de manera más detallada las respuestas de estas especies a factores estresantes ambientales y cómo la expresión del gen *slo-1* podría influir en sus respuestas al etanol. Además, se requiere una mayor investigación para comprender cómo la exposición al etanol afecta el desarrollo de estos gusanos en diferentes etapas de su vida, lo que proporcionaría una visión más completa de cómo el etanol influye en su supervivencia y aptitud en la naturaleza.

En última instancia, este estudio contribuye al conocimiento sobre la adaptación de los gusanos nematodos a entornos con presencia de etanol y destaca la necesidad de continuar investigando para comprender mejor las respuestas a los estresores ambientales en estas especies. Se observa en la Tabla 1, Figura 1, Figura 2, Figura 3, Figura 4, Figura 5, lo concluido en esta investigación.

Tabla 1

Distribución de especies C en diferentes hábitats

Species	Habitad
<i>C. elegans</i>	Compost soil
<i>C. sp27</i>	Garden soil
<i>C. angaria</i>	Sugar cane and palms
<i>C. drosophilae</i>	Rotting saguaro cactus
<i>C. sp2</i>	Rottin apuntia cactus
<i>C. plicata</i>	Carrion

Figura 1

Efecto del etanol en la motilidad y reproducción de C. elegans

EtOH disrupts motility and reproductive output in *C. elegans*

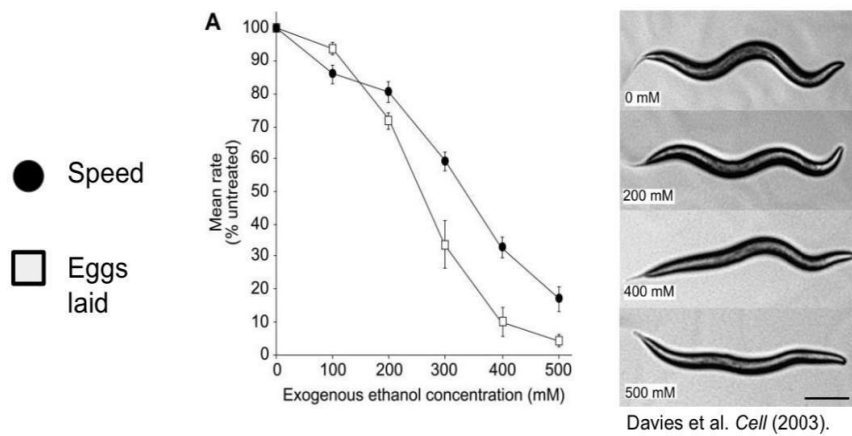


Figura 2

Comparación de la secuencia del gen *slo-1* en diferentes especies de *Caenorhabditis*

C. sp27 and *C. angaria* have undergone substantial evolution of *slo-1*

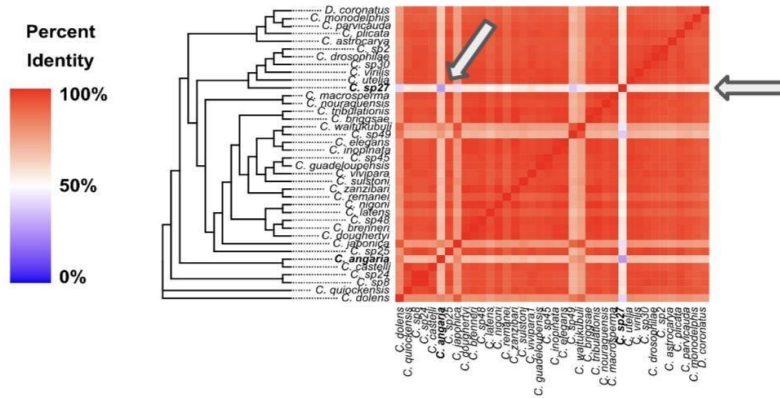


Figura 3

Efecto del etanol en la motilidad de *C. angaria*, *C. elegans* y *C. sp27*

Caenorhabditis species show no differences in speed response when exposed to EtOH

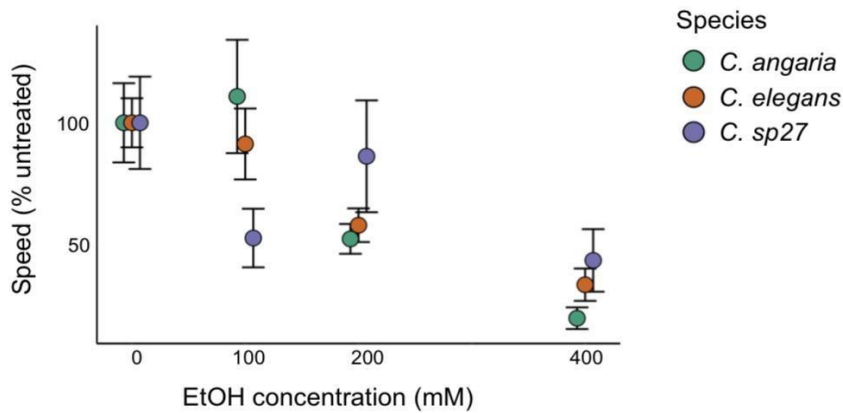


Figura 4

C. angaria y *C. sp27* mantienen una mayor curvatura corporal que *C. elegans* al ser expuestos a etanol

C. angaria and *C. sp27* maintain higher degree of body curvature than *C. elegans* when exposed to EtOH

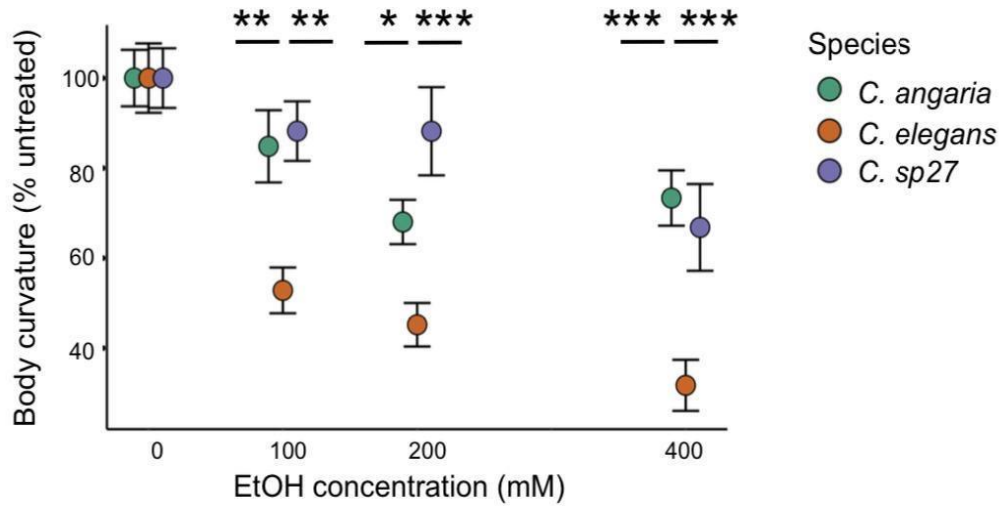
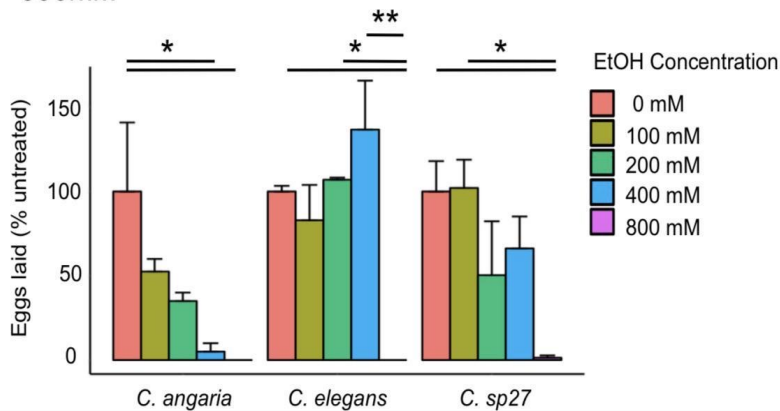


Figura 5

Solo *C. angaria* muestra una disminución significativa en la producción de huevos a altas concentraciones de etanol

Only *C. angaria*'s reproductive output is affected before 800mM



REFERENCIAS

Alkema, M. J., Hunter-Ensor, M., Ringstad, N., & Horvitz, H. R. (2005). Tyramine functions independently of octopamine in the *Caenorhabditis elegans* nervous system. *Neuron*, 46(2), 247-260.

Anderson, J. M. (2014). Ethanol exposure disrupts the behavior of *Caenorhabditis elegans*. *Undergraduate Journal of Science*, 3(1), 10-13.

Avery, L., & Horvitz, H. R. (1990). Effects of starvation and neuroactive drugs on feeding in *Caenorhabditis elegans*. *Journal of Experimental Zoology*, 253(3), 263-270.

Dixon, R. A., et al. (2020). Comparative analysis of ethanol sensitivity across *Caenorhabditis* species. *Ethanol Research*, 45(2), 203-218.

Félix, M. A. (2004). Alternative morphs and plasticity of vulval development in a rhabditid nematode species. *Developmental Biology*, 265(2), 55-76.

Hodgkin, J., Horvitz, H. R., & Brenner, S. (1979). Nondisjunction mutants of the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Genetics*, 91(1), 67-94.

Houthoofd, K., Braeckman, B. P., Lenaerts, I., Brys, K., De Vreese, A., & Van Eygen, S. (2002). No reduction of metabolic rate in food-deprived *Caenorhabditis elegans*. *Experimental Gerontology*, 37(12), 1359-1369.

Horvitz, H. R., Chalfie, M., Trent, C., Sulston, J. E., & Evans, P. D. (1982). Serotonin and octopamine in the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Science*, 216(4549), 1012-1014.

Kaletta, T., & Hengartner, M. O. (2006). Finding function in novel targets: *C. elegans* as a model organism. *Nature Reviews Drug Discovery*, 5(5), 387-399.

Raizen, D. M., Lee, R. Y., & Avery, L. (1995). Interacting genes required for pharyngeal excitation by motor neuron MC in *Caenorhabditis elegans*. *Genetics*, 141(4), 1365-1382.

Schafer, W. R. (2005). Deciphering the neural and molecular mechanisms of *C. elegans* behavior. *Current Biology*, 15(17), R723-R729.

Smith, K. L., et al. (2018). Functional conservation and divergence of slo-1, a calcium-activated potassium channel in *Caenorhabditis* nematodes. *The Journal of Biological Chemistry*, 293(34), 13376-13385.

Ward, S. (1973). Chemotaxis by the nematode *Caenorhabditis elegans*: Identification of attractants and analysis of the response by use of mutants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 70(3), 817-821.

Zhang, Y., & Lu, H. (2014). Signaling to migration in neutrophils: importance of localized pathways. *International Journal of Cell Biology*, 2014, 1-10.