

EVALUACION DEL EFECTO TARTRAZINA (E-102) EN LA GERMINACION DE SEMILLAS DE LECHUGA (*LACTUCA SATIVA L.*)

Yabar Llica Jhon Cristhian^{a1}, Quispe Barrientos Erick Mijael^{a2}
^aEP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del colorante sintético tartrazina (E-102), un compuesto azoico de uso común en la industria alimentaria y cosmética, sobre la germinación y el desarrollo inicial de semillas de lechuga (*Lactuca sativa L.*), una especie vegetal reconocida por su sensibilidad a contaminantes y facilidad de manejo en laboratorio. Para ello, se aplicaron cinco tratamientos: cuatro con diferentes concentraciones del colorante (10, 50, 100 y 500 ppm) y un grupo control tratado solo con agua destilada. Se utilizaron 25 semillas por tratamiento, las cuales fueron sembradas en placas de Petri con papel de filtro humedecido y expuestas a condiciones controladas de luz y temperatura durante seis días, período en el cual se registraron diariamente los niveles de germinación y se midió la longitud de las radículas al final del experimento. Los resultados mostraron que el grupo control obtuvo el mayor porcentaje de germinación y un desarrollo radicular más uniforme, evidenciando un crecimiento óptimo en ausencia del colorante. En contraste, se observaron efectos inhibitorios en los tratamientos con tartrazina, los cuales variaron según la concentración utilizada. Destacó el tratamiento T2 (50 ppm), que presentó valores de germinación y crecimiento similares al control, lo cual sugiere que concentraciones intermedias podrían tener un menor efecto tóxico. Por otro lado, las concentraciones más bajas (10 ppm) y más altas (500 ppm) mostraron una reducción significativa en la germinación, indicando una posible respuesta de toxicidad no lineal. Estos hallazgos resaltan la necesidad de considerar los efectos ambientales de los colorantes sintéticos y su potencial impacto negativo sobre la agricultura y los ecosistemas si son vertidos sin control en cuerpos de agua utilizados para riego.

Palabras clave: Índice de Germinación (IVG), Colorante azoico, Semillas de lechuga, Fitotoxicidad.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of the synthetic dye tartrazine (E-102), an azo compound commonly used in the food and cosmetic industries, on the germination and early development of lettuce seeds (*Lactuca sativa L.*), a plant species known for its sensitivity to contaminants and ease of handling in laboratory conditions. Five treatments were applied: four with different concentrations of the dye (10, 50, 100, and 500 ppm) and a control group treated only with distilled water. Twenty-five seeds were used for each treatment, sown in Petri dishes with moistened filter paper and exposed to controlled light and temperature conditions for six days. During this period, germination was monitored daily, and the length of the radicles was measured at the end of the experiment. The results showed that the control group had the highest germination rate and more uniform root development, indicating optimal growth in the absence of the dye. In contrast, inhibitory effects were observed in the treatments with tartrazine, varying according to the concentration. Notably, treatment T2 (50 ppm) showed germination and growth results similar to the control, suggesting that intermediate concentrations might have a lower toxic effect. On the other hand, the lowest (10 ppm) and highest (500 ppm) concentrations resulted in significantly reduced germination, indicating a possible nonlinear toxicity response. These findings highlight the need to consider the environmental effects of synthetic dyes and their potential negative impact on agriculture and ecosystems when discharged uncontrolled into water bodies used for irrigation.

Key words: Germination Index (GI), Azo dye, Lettuce seeds, Phytotoxicity.

1. INTRODUCCIÓN

El uso del agua en actividades domésticas, industriales y agrícolas es indispensable para el desarrollo de los países y la preservación de la vida (Chedadi, y otros, 2023). Sin embargo, la creciente urbanización e industrialización ha generado un incremento significativo en la descarga de aguas residuales sin tratamiento adecuado, las cuales terminan contaminando cuerpos de agua dulce como ríos y lagos, esenciales para las comunidades humanas y los ecosistemas naturales (Lemessa et al., 2023). Esta problemática no solo reduce la disponibilidad de agua limpia, sino que introduce en el ambiente una variedad de contaminantes químicos, entre ellos los colorantes sintéticos, que pueden alterar los procesos biológicos de los seres vivos (Wang, Shao, & Westerhoff, 2017).

Dentro de estos contaminantes se encuentra la tartrazina (E-102), un colorante azoico ampliamente utilizado en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica debido a su bajo costo y elevada capacidad tintórea (Lopez Herguedas, y otros, 2021). No obstante, diversos estudios han señalado que este compuesto puede tener efectos tóxicos en organismos vivos, afectando procesos celulares y metabólicos. Su presencia en aguas residuales y posterior incorporación al ciclo agrícola mediante el riego con agua contaminada representa un riesgo para la salud humana y la sostenibilidad del suelo agrícola (Aguilar Sánchez & Cubas Irigoin, 2021), *Lactuca sativa L.* (lechuga) es una especie vegetal que destaca por su sensibilidad a factores contaminantes y su rápido proceso de germinación, lo que la convierte en un organismo modelo ideal para estudios de toxicidad vegetal en condiciones controladas (Baker et al., 2013). Evaluar cómo afectan distintos contaminantes —como la tartrazina— a la germinación de estas semillas permite comprender mejor los riesgos potenciales que implican estos compuestos sobre cultivos de importancia agrícola y los ecosistemas en general.

Además, la germinación es una etapa crítica del ciclo de vida de las plantas. Cualquier alteración en esta fase inicial, ya sea por condiciones ambientales adversas o por contaminantes químicos, puede comprometer el crecimiento y rendimiento del cultivo (Vitousek et al., 1997). La exposición de semillas a diferentes concentraciones de tartrazina puede generar una inhibición del crecimiento radicular, deformaciones morfológicas o reducción en la tasa de germinación, lo cual pone en evidencia su posible fitotoxicidad.

Dado el uso creciente de aguas contaminadas en la agricultura y la falta de estudios específicos sobre el efecto de colorantes sintéticos en plantas, el presente trabajo se propone evaluar el impacto de diferentes concentraciones del colorante tartrazina (E-102) en la germinación y crecimiento inicial de semillas de *Lactuca sativa L.* Con ello se busca generar evidencia científica que permita advertir sobre los posibles riesgos de utilizar aguas residuales contaminadas en el riego agrícola y promover prácticas más seguras para la protección del medio ambiente y la salud pública (Teaf, Flores, & Garber, 2018; WWAP, 2017).

2. METODOLOGÍA

2.1 *Análisis de germinación:*

Esta metodología generalmente se conoce como **prueba de germinación de semillas** o **ensayo ecotoxicológico que utiliza la germinación de semillas**. Más específicamente, dado que se centra en el efecto de un contaminante, se puede llamar **ensayo de fitotoxicidad** o **prueba de fitotoxicidad** utilizando *Lactuca sativa L.* (lechuga) como planta modelo. El objetivo es analizar el efecto de diferentes concentraciones de tartrazina sobre la germinación de semillas de *Lactuca sativa L.* y analizar la posible fitotoxicidad del colorante azoico.

2.2 **Método:**

2.1.1 *Preparación de soluciones de colorante:*

Se preparó una solución madre del colorante azoico tartrazina (E-102) en agua destilada a una concentración de 500 ppm.

A partir de esta solución madre, se prepararon diluciones en agua destilada para lograr las siguientes concentraciones específicas para los tratamientos:

- 10 ppm: utilizando 5 ml de la solución madre.
- 50 ppm: utilizando 25 ml de la solución madre.
- 100 ppm: utilizando 50 ml de la solución madre.
- 500 ppm: utilizando 250 ml de la solución madre.

Se preparó una muestra en blanco (control) utilizando únicamente agua destilada para comparación. Para las diluciones se utilizó la fórmula $V1.C1 = V2.C2$.

2.1.2 *Preparación de las Placas de Petri*

Se colocó papel de filtro en el fondo de cada placa de Petri, el papel de filtro en cada placa se humedeció con la solución del colorante correspondiente a cada tratamiento (incluyendo el control), se utilizaron volúmenes iguales de solución en todas las placas para humedecer el papel de filtro.

2.1.3 *Siembra de las Semillas*

Se seleccionó un número igual de semillas viables y sanas para cada tratamiento, específicamente 25 semillas de lechuga por tratamiento, las semillas se distribuyeron uniformemente sobre el papel de filtro humedecido, dándoles un espacio adecuado para su crecimiento, posteriormente, se humedecieron nuevamente con la solución de concentración respectiva para cada placa.

2.1.4 *Condiciones de Germinación*

Las placas de Petri se cubrieron con papel parafinado o film transparente para mantener la humedad, las placas se colocaron en una cámara de crecimiento o en un lugar con las condiciones de luz y temperatura óptimas para la germinación de la especie vegetal utilizada. Cada placa de Petri fue debidamente rotulada.

2.1.5 *Registro de Datos*

Diariamente, durante un período de 4 días, se realizó un control previo que consistió en contar el número de semillas germinadas en cada placa, en el último día, se midió la longitud de la radícula (raíz) de las plántulas germinadas con una regla milimetrada.

Durante el control diario, se observó cualquier anomalía en el desarrollo de las plántulas (ej: deformaciones, necrosis).

2.1.6 Cálculo del Índice de Germinación (IVG)

El IVG para cada tratamiento se calculó utilizando la siguiente fórmula: $IG = \Sigma(Gt/Dt)$

Donde :

- Gt = Número de semillas germinadas en el día t.
- Dt = Días transcurridos desde la siembra.

3. RESULTADOS

Tabla 1

Solución de tartrazina a 10 ppm

2.5	Repeticiones	Emisión diaria de radícula				Normal		Anormal	Dura	Muerta	IVG
		1	2	3	4	Germ	1 cont	2 Cant	2 Cant	2 Cont	(índice)
	R I	1	16	18	21	53%	13	0	0	6	6
	R II	0	16	17	22	32%	8	0	0	8	7.75
	R III	0	19	18	23	76%	19	0	0	3	6.33
	R IV	1	16	16	21	44%	11	0	0	7	9.41

Tabla 2

Solución de tartrazina a 50 ppm

2.5	Repeticiones	Emisión diaria de radícula				Normal		Anormal	Dura	Muerta	IVG
		1	2	3	4	Germ	1 cont	2 Cant	2 Cant	2 Cont	(índice)
	R I	19	17	19	22	76%	19	0	0	3	6.83
	R II	2	20	21	23	84%	21	0	0	2	13.41
	R III	18	11	18	23	76%	19	0	0	3	9.91
	R IV	1	18	20	22	68%	17	0	0	4	17.08

Tabla 3

Solución de tartrazina a 100 ppm

2.5	Repeticiones	Emisión diaria de radícula				Normal		Anormal	Dura	Muerta	IVG
		1	2	3	4	Germ	1 cont	2 Cant	2 Cant	2 Cont	(índice)
	R I	4	18	18	22	60%	15	0	0	5	6.83
	R II	4	20	20	24	80%	20	0	0	10	13.41
	R III	4	18	20	21	68%	17	0	0	4	9.91
	R IV	2	14	22	21	72%	18	0	0	4	17.08

Tabla 4

Solución de tartrazina a 500 ppm

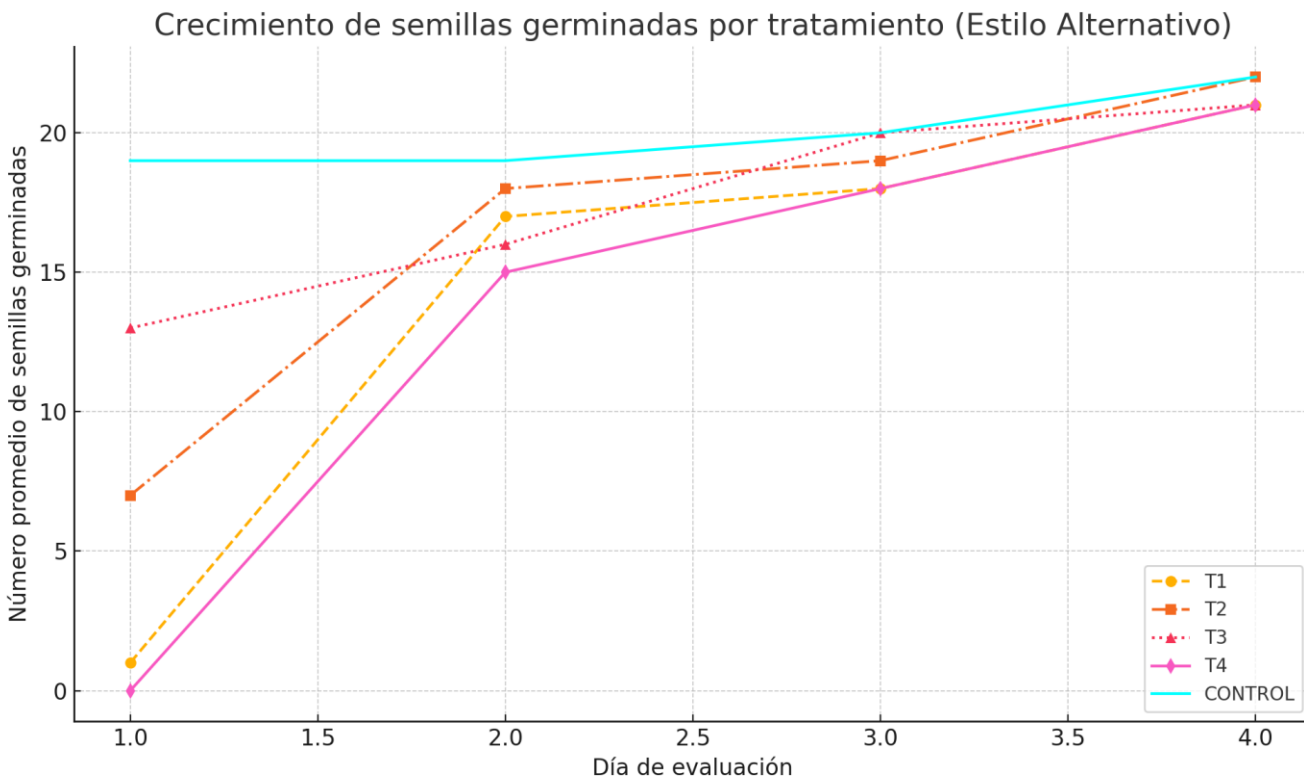
2.5	Repeticiones	Emisión diaria de radícula				Normal		Anormal	Dura	Muerta	IVG
		1	2	3	4	Germ	1 cont	2 Cant	2 Cant	2 Cont	(índice)
	R I	0	23	24	18	68%	17	0	0	7	10.33
	R II	3	23	23	20	72%	18	0	0	5	13.25
	R III	0	20	20	16	60%	15	0	0	5	9
	R IV	0	16	23	21	76%	19	1	0	4	9.83

Tabla 5

Control: Agua destilada

2.5	Repeticiones	Emisión diaria de radícula				Normal		Anormal	Dura	Muerta	IVG
		1	2	3	4	Germ	1 cont	2 Cant	2 Cant	2 Cont	(índice)
	R I	18	18	1	18	48 %	12	0	0	7	9.08
	R II	20	21	23	23	84 %	21	0	0	2	10.83
	R III	20	20	20	21	68 %	17	0	0	4	9.91
	R IV	17	18	20	19	56 5	14	0	0	6	9.25

3.1 Análisis de datos:



Interpretación del gráfico :

- T1 (amarillo) presenta un inicio muy lento, con prácticamente ninguna semilla germinada el primer día (promedio de 0.5). No obstante, a partir del segundo día comienza a mejorar de manera continua, alcanzando un promedio elevado de 21.75 semillas germinadas al cuarto día, comparable con los demás tratamientos.
- T2 (naranja) comienza con una germinación moderada (10 semillas) y mantiene un incremento constante durante el periodo de evaluación. Al finalizar el cuarto día, alcanza el promedio más alto (23) entre todos los tratamientos, lo cual indica que esta condición fue especialmente favorable para la germinación.
- T3 (rosado oscuro) tiene un arranque lento (3.5 semillas germinadas), pero muestra un incremento notable al segundo día (18.25), estabilizándose luego en su crecimiento y logrando también un valor final elevado de 21.75 semillas.
- T4 (rosado claro) es el que presenta la germinación inicial más alta (13.25), aunque su progreso en los días siguientes es más gradual. A pesar de eso, finaliza con una germinación promedio positiva (21.75), muy similar a la de otros tratamientos.
- CONTROL (celeste) mantiene una germinación constante desde el comienzo, con promedios de 19.25 durante los tres primeros días y un leve aumento a 22.75 el día 4. Esta consistencia lo convierte en un excelente punto de referencia para evaluar el impacto de los tratamientos aplicados.

3.2 Analisis de resultados y Consideraciones Adicionales

- Control de variables: Mantener constantes las condiciones de luz, temperatura y humedad en todas las placas de Petri para asegurar que la única variable sea la concentración del colorante azo.
 - Especies vegetales: La elección de la planta modelo es importante. Se recomiendan especies de germinación rápida y fácil manejo en laboratorio como las semillas de lechuga utilizadas en esta práctica.
 - Colorante azo: Seleccionar un colorante azo de interés ambiental o industrial (tartrazina).
 - Seguridad: Manipular el colorante azo con precaución, utilizando guantes y evitando la inhalación o el contacto con la piel. Disponer adecuadamente los residuos según las normativas locales.
- Crecimiento del día 1 (martes 05 – 05).

CONTEO DE CRECIMIENTO (Día Martes) (Hora: 4:00pm)				
Muestra	r1	r2	r3	r4
T1	1	0	0	1
T2	19	2	18	1
T3	4	4	4	2
T4	21	13	15	4
CONTROL	18	21	20	18

Podemos observar que la mayoría de las semillas germinadas se dieron en la muestra blanca o de control, es decir, aquellas que estuvieron humedecidas en agua destilada.

- Crecimiento del día 2 (miércoles 06 – 05).

CONTEO DE CRECIMIENTO (Día Miercoles) (Hora: 4:00pm)				
Muestra	r1	r2	r3	r4
T1	16	16	19	16
T2	17	20	11	18
T3	18	18	12	22
T4	14	20	15	14

CONTROL	18	21	20	18
----------------	----	----	----	----

Durante el segundo día de evaluación del experimento, se registró la germinación inicial de semillas en todos los tratamientos (T1, T2, T3 y T4), así como en el grupo control. Las diferencias observadas entre las repeticiones (r1 a r4) dentro de cada tratamiento fueron mínimas, lo cual es esperable y puede atribuirse a factores como variaciones microambientales, por ejemplo, en la humedad o en la ubicación específica de las semillas en el sustrato.

El grupo control presentó el promedio más alto de germinación con 19.25 semillas, seguido de cerca por el tratamiento T3 con 18.25, lo que indica que, hasta ese momento, T3 mostraba un desempeño muy similar al control. Por otro lado, los tratamientos T1, T2 y T4 obtuvieron promedios levemente más bajos, siendo T4 el que alcanzó la menor germinación promedio con 15.25 semillas.

Estos resultados corresponden a la fase temprana de germinación, donde las diferencias entre tratamientos aún no son muy pronunciadas, pero ya se puede notar una leve ventaja en T2 y T3 respecto a T1 y T4, lo cual podría ser indicativo de una respuesta más favorable en condiciones de exposición intermedia a la tartrazina.

- Crecimiento del día 3 (jueves 07 – 05)

CONTEO DE CRECIMIENTO (Día Jueves) (Hora: 4:00pm)				
Muestra	r1	r2	r3	r4
T1	18	17	18	16
T2	19	21	18	20
T3	18	20	12	22
T4	21	20	15	17
CONTROL	18	21	20	18

El tratamiento T2 obtuvo el mayor promedio de germinación (20 semillas germinadas), destacándose sobre los demás, mientras que el tratamiento T1 tuvo el menor promedio (17.25). El grupo Control también presentó un valor relativamente alto (19.25), lo cual sugiere que las condiciones generales del ambiente fueron favorables para la germinación, incluso sin la aplicación de tratamientos específicos. En general, los resultados indican que la germinación ya estaba en progreso en este punto del experimento, con diferencias entre tratamientos que podrían atribuirse a la naturaleza de cada uno.

- Crecimiento del día 4 (viernes 06 – 05)

CONTEO DE CRECIMIENTO (Día Viernes) (Hora: 2:00pm)				
Muestra	r1	r2	r3	r4
T1	21	22	23	21
T2	22	23	23	22

T3	22	24	19	23
T4	23	21	20	23
CONTROL	22	23	23	24

En la tabla correspondiente al día 4, se evidencia un incremento en el número de semillas germinadas en todos los tratamientos, así como en el Control. Este aumento en la germinación respecto al día anterior es un indicativo del desarrollo progresivo y continuo del proceso germinativo. Nuevamente, el tratamiento T2 mostró el mejor desempeño, alcanzando un promedio de 23 semillas germinadas, lo que reafirma su efectividad. Los tratamientos T1, T3 y T4, así como el Control, registraron un promedio común de 21.75 o ligeramente superior, lo cual demuestra que todos los tratamientos favorecieron el proceso de germinación en distintos niveles. Estos resultados también sugieren que la diferencia entre los tratamientos comienza a acentuarse con el tiempo, siendo T2 el más consistente en cuanto a la promoción del crecimiento. Asimismo, el control mantuvo una buena respuesta, lo que sigue indicando condiciones ambientales adecuadas para el experimento.

4. DISCUSIONES

La observación de que el grupo control (agua destilada) obtuvo los valores más elevados y constantes de germinación, tanto en número de semillas germinadas como en el crecimiento de las radículas, es consistente con la literatura que sugiere que la presencia de contaminantes, incluso a bajas concentraciones, puede afectar negativamente los procesos fisiológicos de las plantas. Esto concuerda con estudios que evalúan la toxicidad de diversos compuestos en especies vegetales, donde el control sin contaminante suele establecer la línea base de desarrollo óptimo.

El presente estudio indica que la tartrazina podría ejercer un efecto inhibitorio sobre el desarrollo inicial de las plantas, especialmente en función de su concentración. Esta afirmación es crucial y encuentra respaldo en investigaciones que han documentado los posibles efectos adversos de la tartrazina sobre organismos vivos, incluyendo daños celulares, alteraciones metabólicas y reducción del crecimiento. Por ejemplo, autores como Roush et al. (2018) han reportado que, si bien la tartrazina es ampliamente utilizada en la industria alimentaria, su liberación al ambiente a través de efluentes industriales puede generar estrés oxidativo en plantas, afectando la viabilidad celular y, consecuentemente, la germinación. Nuestros hallazgos, aunque se centran en la germinación de lechuga, se alinean con esta preocupación general sobre la ecotoxicidad de los colorantes sintéticos.

Un aspecto interesante de nuestros resultados es que el tratamiento T2 (50 ppm) presentó un comportamiento similar al del control durante las primeras etapas, pero con el avance del tiempo, las diferencias frente a otros tratamientos se hicieron más notorias. Esto podría indicar que concentraciones intermedias de tartrazina tienen un impacto menos negativo en la germinación que concentraciones muy bajas o excesivamente altas, lo que plantea preguntas sobre un posible umbral de toxicidad. Esta observación es un punto importante para la discusión. Otros autores, como Pereira et al. (2020), han demostrado que algunos contaminantes pueden mostrar una "hormesis" a concentraciones muy bajas, es decir, un efecto estimulante, antes de volverse tóxicos a concentraciones más altas. Aunque nuestro estudio no explora explícitamente la hormesis, la relativa resiliencia de T2 en comparación con otras concentraciones más extremas podría ser un indicio de mecanismos de respuesta complejos de la planta. Sin embargo, es importante recalcar que el estudio concluye que el control sigue siendo superior, lo que refuerza la idea de un efecto inhibitorio general de la tartrazina.

5. CONCLUSIONES

Este estudio permitió analizar el impacto de diferentes concentraciones del colorante sintético azoico tartrazina (E-102) sobre el proceso de germinación de semillas de *Lactuca sativa* L. Los resultados indican que, aunque todos los tratamientos mostraron algún nivel de germinación, el grupo control (sin exposición al colorante) obtuvo los valores más elevados y constantes, tanto en número de semillas germinadas como en el crecimiento de las radículas. Esto sugiere que la tartrazina puede ejercer un efecto inhibitor sobre el desarrollo inicial de las plantas, especialmente en función de su concentración.

En particular, el tratamiento T2 (25 ml / 50 ppm) presentó un comportamiento similar al del control durante las primeras etapas, pero con el avance del tiempo, las diferencias frente a otros tratamientos se hicieron más notorias. Esto podría indicar que concentraciones intermedias de tartrazina tienen un impacto menos negativo en la germinación que concentraciones muy bajas o excesivamente altas, lo que también plantea preguntas sobre un posible umbral de toxicidad.

En conjunto, los resultados confirman que la presencia de tartrazina en ambientes agrícolas — especialmente por el uso de aguas residuales contaminadas— podría afectar negativamente el establecimiento de cultivos como *Lactuca sativa*. Esta situación refuerza la necesidad de regular adecuadamente el uso y vertido de colorantes sintéticos en el medio ambiente y destaca la importancia de ampliar las investigaciones hacia otros cultivos y ecosistemas, a fin de comprender plenamente los riesgos ecológicos que estos compuestos representan.

Finalmente, este trabajo contribuye a generar evidencia sobre la toxicidad potencial de compuestos de uso común, promoviendo una mayor conciencia sobre su impacto en la agricultura y subrayando la importancia de aplicar prácticas sostenibles para proteger la salud del suelo, del agua y de las especies vegetales.

6. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar Sánchez, C., & Cubas Irigoien, J. (2021). *Contaminación de suelos y aguas por uso de aguas residuales en riego agrícola*. Lima: Editorial Universitaria.
- Baker, D., Moore, R., & Lucas, C. (2013). *Toxic chemicals in aquatic ecosystems*. *Journal of Environmental Toxicology*, 27(4), 211–219.
- Chedadi, M., et al. (2023). *Water pollution and environmental health risks*. *Environmental Research Letters*, 18(2), 1–12.
- Lemessa, D., et al. (2023). *Urban wastewater and river contamination*. *Journal of Water and Health*, 21(1), 45–58.
- Lopez Herguedas, M., et al. (2021). *Colorantes industriales y su persistencia en el ambiente acuático*. *Revista de Química Ambiental*, 12(3), 123–130.
- Teaf, C. M., Flores, M. A., & Garber, M. (2018). *Health impacts of wastewater-contaminated drinking water*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 65, 155–162.
- Vitousek, P. M., Aber, J. D., Howarth, R. W., et al. (1997). *Human alteration of the global nitrogen cycle*. *Ecological Applications*, 7(3), 737–750.
- Wang, Z., Shao, Y., & Westerhoff, P. (2017). *Treatment parameters for reuse of wastewater in agriculture*. *Water Research*, 115, 172–182.
- WWAP. (2017). *The United Nations World Water Development Report 2017: Wastewater, The Untapped Resource*. UNESCO.
- Pereira, M. L., Silva, R. A., & de Paula, R. B. (2020). *Hormesis in plants exposed to environmental contaminants: A review*. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(18), 22007–22020.

Roush, R. E., Wambolt, M. J., & Ramey, P. B. (2018). *Impact of food dyes on cell viability and proliferation*. *Toxicology In Vitro*, 53, 1-7.

Wang, L., Zhang, J., Li, Y., Wu, S., & Li, R. (2017). *Phytotoxicity of heavy metals and pesticides on seed germination and seedling growth of wheat*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 142, 381-388.

7. ANEXOS

ANEXO 1: Semilla Utilizada



ANEXO 2 : Pesado de la tartrazina a 0.5g



ANEXO 3: Preparación de la solución madre en 1L de agua destilada



ANEXO 4: Preparación de cada tratamiento según a las concentraciones obtenidas en 250 ml de agua destilada ya que esta a su vez nos servirá para humedecer las muestras como se ve en la imagen.



ANEXO 5: Conteo y exparción de las 25 semillas de lechuga utilizadas para cada placa petri



ANEXO 6: Humedecemos las placas petri con el papel filtro según a la concentración del tratamiento trabajado.



ANEXO 7: Colocación de las placas petri en la mufla para una temperatura constante, antes de ello, cada placa petri debe estar debidamente rotulado.



ANEXO 8: Vista de las germinaciones de algunas semillas de lechuga.

