

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Tema:

Germinación y emergencia de *Chenopodium quinoa* (quinua) con MP de (PP, PS y

PET al 1%, 0.5% y 0.1%)

Por:

Tintaya Huanaco Niels Josue

Quispe Mamani Winclinton Melanio

Amanqui Añasco Jhon Albert

Germinación y emergencia de *Chenopodium quinoa* (quinua) con MP de (PP, PS y PET al 1%, 0.5% y 0.1%)

1. Resumen

La contaminación con creciente presencia de microplásticos en suelos agrícolas plantea una amenaza potencial para la salud vegetal afectando procesos claves como la germinación un problema que afecta a nivel nacional del medio ambiente con efectos potenciales en las plantas este estudio evaluó el impacto de diferentes tipos los efectos de concentraciones de microplásticos (PP, PS y PET) y concentraciones (0%, 0.1%, 0.5%, 1%) de microplásticos en la germinación y crecimiento inicial de *Chenopodium quinoa* (quinua) Se evaluó el efecto de los microplásticos PET, PP y PS en el crecimiento de plantas de quinua. Se utilizaron semillas de quinua variedad blanca, sembradas en macetas con suelo contaminado con concentraciones de 0.05%, 0.1% y 0.25% de cada tipo de microplástico, además de un grupo control sin microplásticos. Las macetas se mantuvieron bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y luz. Después de algunos días, se evaluaron la tasa de germinación y la altura de las plantas. Los resultados mostraron que las semillas sembradas en el suelo sin microplásticos presentaron una mayor tasa de germinación y mejor desarrollo en comparación con las expuestas a microplásticos. A medida que aumentaba la concentración de microplásticos, la germinación y la altura de las plantas disminuían, siendo más evidente en las concentraciones más altas. Esto indica que los microplásticos pueden alterar las condiciones del suelo y afectar negativamente el desarrollo de cultivos como la quinua, lo que representa un riesgo potencial para la producción agrícola en zonas contaminadas.

2. Introducción:

La contaminación por microplásticos se ha convertido en un problema ambiental emergente con posibles efectos negativos, incluyendo las plantas. Estos fragmentos de plástico, menores a 5 mm, pueden acumularse en el suelo y afectar directamente la germinación. Según (Zhou et al, 2024) en su artículo **Efectos de la contaminación por microplásticos en el fósforo de las plantas y el suelo** dice que los

microplásticos tienen efectos directos o indirectos en el crecimiento de la plantas. Nuestro objetivo es Evaluar los efectos de diferentes tipos y concentraciones de microplásticos (**PP, PS y PET**) y concentraciones (0%, 0.1%, 0.5%, 1%) de microplásticos en la germinación y crecimiento inicial de *Chenopodium quinoa* (quinua). Dada su importancia nutricional y adaptabilidad, la quinua (*Chenopodium quinoa*) es una especie adecuada para estudiar estos efectos.

3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los efectos de diferentes tipos y concentraciones de microplásticos (**PP, PS y PET**) y concentraciones (0%, 0.1%, 0.5%, 1%) de microplásticos en la germinación y crecimiento inicial de *Chenopodium quinoa* (quinua).

3.1. Objetivo Especificos

Determinar diferentes concentraciones de microplásticos (PP (Polipropileno), PS (Poliestireno), (PET) polietileno tereftalato) afectan la germinación de semillas.

Observar cambios en parámetros de crecimiento vegetal (altura, número de hojas, etc.).

Evaluar el impacto de los microplásticos en la planta y evaluando el Ph de la tierra

4. Antecedentes

Según (Zhou et al, 2024) en su artículo **Efectos de la contaminación por microplásticos en el fósforo de las plantas y el suelo** dice que los microplásticos tienen efectos directos o indirectos en el crecimiento de la plantas

Los MP podrían dificultar la absorción de agua y nutrientes al absorberse en las raíces de las plantas

5. Metodología

El experimento se diseñó para evaluar el efecto de los microplásticos polipropileno (PP), poliestireno (PS) y polietileno tereftalato (PET) en la germinación y crecimiento inicial de *Chenopodium quinoa* (quinua). Utilizando un diseño factorial con cuatro concentraciones de microplásticos (0% como control, 0.1%, 0.5% y 1%).

0.1% (0.5g) de microplásticos + 400 g de sustrato.

0.5% (2g) de microplásticos + 400 g de sustrato.

1% (4g) de microplásticos + 400 g de sustrato.

0% (control): Sin microplásticos, solo sustrato puro.

Y 12 unidades experimentales (3 tipos × 4 concentraciones)

6. Materiales

Semillas: Semillas de *Chenopodium quinoa* de la misma variedad

Microplásticos: Partículas de PP, PS y PET

Sustrato: Tierra negra

Recipientes: Macetas con orificios de drenaje.

6.1. instrumentos:

Balanza

Medidor de pH y medidor de conductividad

Regla milimétrica y cinta métrica.

Cámara fotográfica

7. Procedimiento

7.1. Preparación del sustrato

Pesar 400 g de sustrato por maceta, luego mezclar los microplásticos (PP, PS o PET) con el sustrato en las concentraciones de 0%, 0.1%, 0.5% y 1%, finalmente colocar el sustrato mezclado en las macetas, etiquetando cada tratamiento

7.2. Siembra

Seleccionar semillas uniformes y viables, sembrar 20 semillas por maceta a 0.5 cm de profundidad y regar con 20 ml de agua destilada para iniciar la germinación.

7.3. Condiciones de cultivo

Colocar las macetas en la cámara de crecimiento

Mantener la humedad del sustrato con riego de 10 ml de agua destilada cada 2 días

Registrar las condiciones ambientales diariamente (temperatura, humedad, luz).

7.4. Mediciones

a) Germinación

Registrar diariamente el número de semillas germinadas (emergencia del hipocótilo) desde el día 2 al 7.

Calcular: **Tasa de germinación (%)**: (Número de semillas germinadas / Número total de semillas) \times 100.

Crecimiento vegetal

A los 21 días, medir en todas las plántulas por maceta:

Altura del tallo (cm): Desde la base del sustrato hasta el ápice, usando una regla.

Longitud de la raíz (cm): Lavar las raíces cuidadosamente y medir con regla.

7.5. Análisis de Datos

Estadística: Calcular promedios, desviaciones estándar y coeficientes de variación para cada parámetro.

Visualización: Crear gráficos de barras y líneas para mostrar tendencias según tipo y concentración de microplásticos.

8. Elaboración

Se inicio con la trituración de los plásticos (PP (Polipropileno), PS (Poliestireno), (PET) polietileno tereftalato)

Se empezó cortando el plástico en pequeñas partes para que se triture más fácil y quede en micrómetros y sean menores a 100 μm

8.1. Trituración de ((PET) polietileno tereftalato).

Ilustración 1 Corte de (polietileno tereftalato)



Luego retirar el ((PET) polietileno tereftalato). Ya triturado



8.2. Trituración de PS (Poliestireno)



8.3. Trituración de PP (Polipropileno)



9. El sustrato

Preparamos el sustrato con 300g de tierra negra y 100g de tierra, cada maceta ocupa 400 g de sustrato, el sustrato en total fue de 5kg de tierra negra con tierra de campo

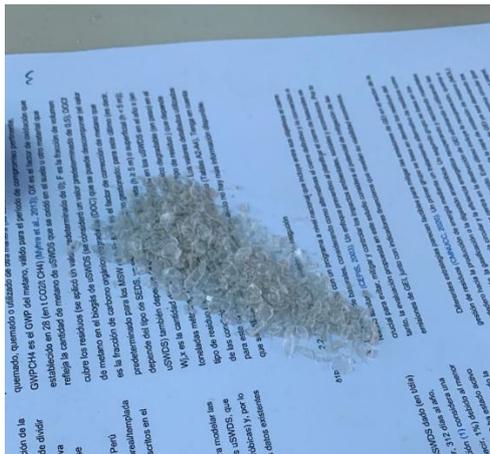


10. Inicio del mezclado

10.1. Primera mezcla

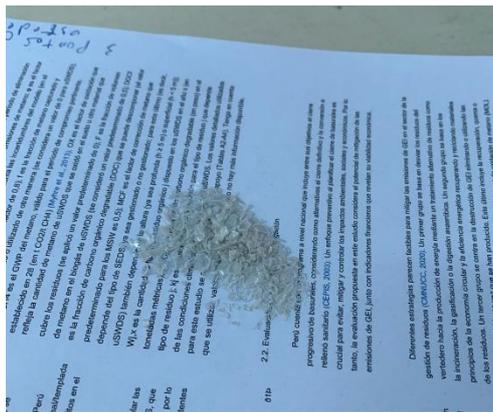
Se mezcla el (PET) polietileno tereftalato ya triturado con 400 g de sustrato mas el 1%, 0.5% y 0.1% de los microplasticos. En la 1ra maceta se agrega 400g mas el 1% de microplásticos (4g)

Ilustración 2(PET) polietileno tereftalato al 1%



En la segunda maceta se agrega 400g mas el 0.5% de microplasticos (2g)

Ilustración 3 (PET) polietileno tereftalato al 0.5%



En la tercera maceta se agrega 400g mas el 0.1% de microplasticos (0.4g)

Ilustración 4 (PET) polietileno tereftalato al 0.1%



Luego estas se juntan con el sustrato marcando cada maceta al 1%, 0.5% y el 0.1%



10.2. Segunda mezcla

Se mezcla el PP (Polipropileno) al 1%, 0.5% y 0.1% de los microplasticos.ya triturado con 400 g de sustrato. En la primera maceta se uso el 1% de PP (Polipropileno)



En la segunda maceta se uso el 0.5% de PP (Polipropileno)



En la tercera maceta se uso el 0.1% de PP (Polipropileno)



10.3. Tercera mezcla

Se mezcla el PS (Poliestireno) al 1%, 0.5% y 0.1% de los microplasticos ya triturado con 400 g de sustrato. En la primera maceta se uso el 1% de PS (Poliestireno)



En la segunda maceta se uso el 0.5% de PS (Poliestireno)



En la tercera maceta se uso el 0.1% de PS (Poliestireno)



El resultado de juntar los microplasticos con el sustrato



Finalmente, ya todo realizado



Sembrado de las semillas de *Chenopodium quinoa* de la misma variedad. se sembraron en cada maceta 20 semillas para una mayor germinación



11. Ambiente de cultivo

Calculamos el ambiente donde cultivamos las semillas fueron cultivadas en el invernadero del ing. Luis atrás de la universidad los parámetros calculados fueron:
 LUMINOSIDAD "LUX", LUMINOSIDAD " $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ", TEMPERATURA °C,
 HUMEDAD RELATIVA %

CONDICIONES AMBIENTALES MEDIO DIARIO "MAYO"				
HORA	LUMINOSIDAD "LUX"		TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %
	LUMINOSIDAD "LUX"	LUMINOSIDAD " $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ "		
00:00:00	0.83	0.02	0.85	89.67
01:00:00	0.83	0.02	0.79	90.33
02:00:00	0.83	0.02	0.37	90.99
03:00:00	0.83	0.02	0.13	91.58
04:00:00	0.83	0.02	1.11	92.24
05:00:00	432.92	8.02	2.36	88.77
06:00:00	2,401.08	44.46	2.33	87.75
07:00:00	5,320.10	98.52	6.79	80.10
08:00:00	10,841.25	200.76	11.85	66.22
09:00:00	13,604.65	251.94	13.41	55.05
10:00:00	19,278.19	357.00	17.77	49.22
11:00:00	24,247.25	449.02	22.44	46.56
12:00:00	23,912.20	442.82	24.11	39.15
13:00:00	18,057.59	334.40	23.49	42.08
14:00:00	15,884.33	294.15	21.09	39.00
15:00:00	16,311.88	302.07	20.72	41.47
16:00:00	12,240.43	226.67	16.70	37.48
17:00:00	2,949.73	54.62	11.34	50.93
18:00:00	182.87	3.39	6.41	71.93
19:00:00	0.83	0.02	4.51	82.82
20:00:00	0.83	0.02	2.68	85.25
21:00:00	0.83	0.02	1.66	87.30
22:00:00	0.83	0.02	1.35	89.49
23:00:00	0.83	0.02	1.35	90.00

11.1. Hallando en promedio seria

LUMINOSIDAD "LUX"		
-------------------	--	--

PROMEDIO	LUMINOSIDAD "LUX"	LUMINOSIDAD " umol/m2/s"	TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %
	6,903.03	127.83	8.70	70.22

12. Riego

Tipo de agua

El agua que utilizamos fue el agua de la universidad con un ph de 7.82 lo q significa q esta solución es ligeramente alcalina y de conductividad 0.18 mS/cm lo cual significa que es salina o casi pura



12.1. Primer riego



12.2. Segundo riego



12.3. Tercer riego



Primeros brotes de la planta el día 29 de mayo



12.4. Cuarto riego



Brotos más notables 1 junio



12.5. Quinto riego



Presencia de mas brotes



13. Resultados

Los resultados obtenidos fueron notables en esta investigación tal cual como mencionamos el objetivo los microplásticos tienen efectos directos o indirectos en el crecimiento de las plantas (Zhou et al, 2024).

Fueron 12 macetas las cuales 3 fueron puras sin nada agregado, 3 fueron agregadas con polietileno tereftalato (PET), otras 3 también agregadas con polipropileno (PP) y finalmente 3 agregadas con poliestireno (PS)

Las 3 primeras macetas sin nada agregado mostraron más efectividad que las que tenían microplásticos



18 brotes



15 brotes



16 brotes

las siguientes 3 macetas con polietileno tereftalato (PET) mostraron menos brotes



1% (6 brotes)



0.5% (4 brotes)



0.1% (9 brotes)

Las 3 macetas de polipropileno (PP) también mostraron menos brotes



1% (4 brotes)



0.5% (4 brotes)



0.1% (8 brotes)

Las últimas 3 macetas con poliestireno (PS) también tuvieron una minoría de brotes



1% (1 brotes)



0.5% (5 brotes)



0.1% (9 brotes)

Según estos datos podemos hallar la tasa de germinación y el promedio de crecimiento

14. Tasa de germinación

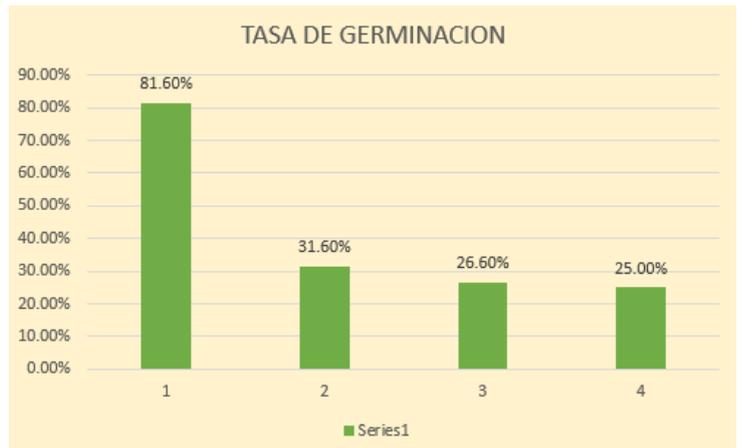
FORMULA: %G= $\frac{\text{N}^\circ \text{ SEMILLAS GERMINADAS}}{\text{N}^\circ \text{ SEMILLAS COLOCADAS}} \times 100$

MACETAS SIN MICROPLASTICOS	
%G	81.60%

MACETAS CON (PET)	
%G	31.60%

MACETAS CON (PP)	
%G	26.60%

MACETAS CON (PS)	
%G	25.00%



Según los resultados de la germinación la maceta sin microplásticos resulto con una mayor tasa de germinación que las que contienen polipropileno (PP), poliestireno (PS) y polietileno tereftalato (PET).

15. Promedio de crecimiento

El promedio de crecimiento lo hallamos calculando el tamaño de crecimiento (cm) entre número de plantas.



$$\text{Promedio} = \frac{\text{Suma de crecimientos}}{\text{Número de plantas}}$$

MACETAS SIN MICOPLASTICOS	
P	1.51 CM

MACETAS CON (PET)	
P	0.96 CM

MACETAS CON (PP)	
P	0.86 CM

MACETAS CON (PS)	
P	0.83 CM

16. Discusión

Las macetas sin microplásticos presentaron la mayor tasa de germinación (81.6%) y un promedio de crecimiento de 1.51 cm. En cambio, las macetas con microplásticos PET, PP y PS tuvieron tasas de germinación menores (31.6%, 26.6% y 25%) y un crecimiento promedio reducido (0.96 cm para PET, 0.86 cm para PP y 0.83 cm para PS).

Los resultados dan a conocer que al juntar microplásticos en el sustrato afecta negativamente tanto la germinación como el desarrollo inicial de *Chenopodium quinoa*. Según (Zhou et al, 2024) Las MP podrían adsorberse a la superficie de la raíz y bloquear los orificios en la pared celular radicular, inhibiendo así la absorción de fósforo por las plantas. Las menores tasas de germinación y crecimiento podrían deberse a la interferencia de los plásticos en el suelo, que dificulta la absorción de agua y nutrientes.

Otro resultado similar fue de (Hoang et al., 2024) afirma que, los microplásticos concentrados en el suelo agrícola podrían adherirse a la superficie de las semillas durante el proceso de germinación, creando obstáculos físicos dentro de los poros de las cápsulas de las semillas. Esta obstrucción puede impedir la absorción de nutrientes y agua durante la germinación, un proceso crítico durante el desarrollo de las raíces de las plantas.

Entonces podemos decir que los MP PS, PET y PP tienen efectos directos en la germinación de las semillas, también podemos decir que a mayor concentración, se observó menor germinación y crecimiento.

A comparación de las macetas sin sustrato estos dieron valores positivos tanto como la tasa de germinación y el promedio de crecimiento, siendo estas mayores a las macetas con concentraciones de PET, PP y PS que mostraron una significativa minoría en los resultados.

17. Conclusión

El objetivo de esta investigación fue evaluar el crecimiento de las concentraciones de los microplásticos en las plantas. se encontró un impacto negativo en la germinación de los microplásticos que el uso excesivo de plásticos tiene consecuencias que afectan a la germinación. Las semillas cultivadas en sustratos contaminados con polietileno tereftalato (PET), polipropileno (PP) y poliestireno (PS) presentaron una menor tasa de germinación y desarrollo en comparación con aquellas cultivadas en sustrato libre de microplásticos..esto confirma la hipótesis . Las menores tasas de germinación y crecimiento podrían deberse a la interferencia de los plásticos en el suelo, que dificulta la absorción de agua y nutrientes afectando negativamente a su capacidad de germinar.

18. Referencias

- Hoang, V. H., Nguyen, M. K., Hoang, T. D., Ha, M. C., Huyen, N. T. T., Bui, V. K. H., Pham, M. T., Nguyen, C. M., Chang, S. W., & Nguyen, D. D. (2024). Sources, environmental fate, and impacts of microplastic contamination in agricultural soils: A comprehensive review. *Science of the Total Environment*, 950(May), 175276. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175276>
- Zhou et al. (2024). Effects of microplastics pollution on plant and soil phosphorus: A meta-analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 461(September 2023). <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132705>