

EFFECTO FITOTÓXICO DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA COMERCIALES SOBRE LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO INICIAL DE *MELOTRIA SCABRA* (SANDÍA DE RATÓN)

PHYTOTOXIC EFFECT OF COMMERCIAL CLEANING PRODUCTS ON GERMINATION AND INITIAL GROWTH OF *MELOTRIA SCABRA* (MOUSE WATERMELON)

¹Cuevas Alarcón Rubén Enrique, ²Grosskelwing Núñez Gabriel,
³Escobar Vicencio Omar Jesús, ⁴Cabrera Hernández Arturo

¹Ingeniero en Bioquímica, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Academia de Ingeniería Bioquímica. recuevasa@itsm.edu.mx, 2353231545, Ext. 146. Km 1.8 Carretera loma del cojolite 93821 Misantla. <https://orcid.org/0009-0006-3704-738X>

²Maestro en Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Academia de Ingeniería Industrial. ggrosskelwingn@itsm.edu.mx, 2353231545, Ext. 146. Km 1.8 Carretera loma del cojolite 93821 Misantla. <https://orcid.org/0009-0002-5203-8775>

³Ingeniero en Bioquímica, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Academia de Ingeniería Bioquímica. 162t0555@itsm.edu.mx, 2353231545, Ext. 146. Km 1.8 Carretera loma del cojolite 93821 Misantla. <https://orcid.org/0009-0002-5203-8775>

⁴Doctor en Bioquímica, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Academia de Ingeniería Bioquímica. arturocabrerahernandez@itsm.edu.mx, 2353231545, Ext. 121. Km 1.8 Carretera loma del cojolite 93821 Misantla Veracruz. <https://orcid.org/0009-0006-8815-3766>

Resumen: El incremento en la demanda de agua promueve la búsqueda de alternativas que permitan optimizar su uso. Una estrategia es el reuso de aguas residuales domésticas en agricultura; por ello en el presente trabajo se evaluó el efecto de seis productos de limpieza en la germinación y crecimiento de la plántula de *Melotria scabra*, una planta trepadora cucurbitácea que produce un pequeño fruto ovoide comestible, llamado coloquialmente “sandía de ratón”. Se aplicó la técnica de toxicidad aguda en semillas con 36 semillas por contenedor, en análisis por triplicado.

Bajo las concentraciones evaluadas dentro del intervalo de las recomendadas por el fabricante, cinco productos de limpieza (detergente lavatraste, detergente para ropa en polvo, jabón en barra, limpiador multiuso y shampoo anticapa) produjeron una disminución significativa en las variables de respuesta evaluadas, germinación, longitud de tallo y la raíz así como el peso de la plántula. El shampoo para cabello normal no provocó efecto en las variables evaluadas. No se recomienda el empleo de aguas residuales domésticas para el riego de esta especie.

Palabras Clave – Detergentes, Shampoo, Jabón, Germinación, *Melothria scabra*.

Abstract – The increase in the demand for water promotes the search for alternatives that allow optimizing its use. One strategy is the reuse of domestic wastewater in agriculture; For this reason, in the present work, the effect of six cleaning products on the germination and growth of the *Melotria scabra* seedling, a cucurbitaceous climbing plant that produces a small edible ovoid fruit, colloquially called "mouse watermelon", was evaluated. The acute toxicity technique was applied in seeds with 36 seeds per container, in triplicate analysis.

Under the concentrations evaluated, in the range of those recommended by the manufacturer, five cleaning

products (dishwashing detergent and powder, bar soap, cleaner in use and anti-dandruff shampoo) produced a significant decrease in the response variables evaluated, germination, stem and root length as well as the weight of the seedling. The shampoo for normal hair did not cause an effect on the variables evaluated. The use of domestic wastewater for irrigation of this species is not recommended.

Keywords – Detergents, Shampoo, Soap, Germination, *Melothria scabra*.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural indispensable para la supervivencia de los seres vivos, de naturaleza insustituible e indispensable en las actividades económicas, agrícolas, industriales y de salud humana, cuya demanda es mayor y aumenta rápidamente mientras su disponibilidad es limitada [1].

El incremento en su demanda está asociado al uso indiscriminado e irresponsable de esta, el agotamiento de las reservas acuíferas, la contaminación de las fuentes naturales y efectos del cambio climático como son sequías, bajas precipitaciones, altas temperaturas y cambios en los patrones de lluvias [2]. Por lo anterior es urgente encontrar alternativas a los suministros convencionales de agua, así como alternativas que permitan optimizar su uso [3], particularmente en países como México donde el 52% de su territorio está catalogado como árido y semiárido, y sufre una escasez severa de agua [4].

Una potencial estrategia podría ser el reúso de aguas residuales domésticas que contienen diversos agentes de limpieza como detergentes, materia orgánica, sales, etc., y cuya producción es abundante y sostenida. Un campo

de aplicación de estas aguas residuales sería la agricultura, sin embargo antes de ser utilizadas se debe evaluar los efectos que estas tienen, ya que las plantas son muy sensibles a la presencia de compuestos presentes en el medio que les rodea, siendo las etapas de la germinación de la semilla y el desarrollo de plántulas los puntos más sensibles a la presencia de estos insultos durante su ciclo de vida [5].

M. scabra es una planta enredadera, cultivada por sus frutos comestibles, que presenta un pequeño fruto ovoide, llamado coloquialmente “melón de ratón”, “cucamelón” o “sandía de ratón” [6]. Los frutos son del tamaño de uvas y de un sabor similar al pepino, son notables por un sabor amargo que proviene de su piel. Aunque es originario de la región tropical de América, es en Europa y Estados Unidos donde ha encontrado su mayor mercado potencial. En México es cultivado, consumido y comercializado de manera local y su cultivo se realiza aún de forma silvestre; sin embargo por su pequeño tamaño, resistencia a la sequía y rápida producción, en diversos países de Europa y Norteamérica se comercializa para cultivos traspatio [7]. Dadas las bondades de este fruto y su potencial mercado, se hace necesario estudiar su sensibilidad frente a diversos contaminantes a fin de

determinar su comportamiento, lo cual permitiría establecer estrategias para optimizar su cultivo, propagación y conservación.

En el presente trabajo se evaluaron los efectos de diversos productos de limpieza comerciales de marca registrada que incluye el detergente líquido lavatrastes, detergente para ropa en polvo, jabón de barra, limpiador multiusos, shampoo anticasca y shampoo para cabello normal en intervalos de concentración similares a los recomendados por el fabricante sobre la germinación y desarrollo de la plántula de *M. scabra*.

DESARROLLO

Material biológico

Los frutos de sandía de ratón (*Melothria scabra*) se compraron en un mercado de la ciudad de Xalapa, Veracruz, México. Se seleccionaron 99 frutos maduros, libres de daño, de color verde con líneas blancas bien definidas y un peso total de 200 gramos. Los frutos fueron despulpados y las semillas recuperadas, lavadas bajo una corriente suave de agua y colocadas sobre un papel filtro.

Las semillas se dejaron secar por 10 días a temperatura ambiente y se guardaron en un recipiente plástico hasta su empleo.

Tabla 1.- Tipo de producto de limpieza, ingredientes y concentraciones empleadas en el presente estudio

Producto	Ingredientes	Concentración aplicada
Detergente comercial liquido lavatrastes marca registrada	Alquilbenceno sulfonato de sodio, Lauril sulfato de sodio, Óxidos de amina, agentes de viscosidad y pH, surfactante no iónico, perfume, quelante, (dosis 10 ml en 1000l)	0 (T1), 0.775 (T2), 1.56 (T3), 3.125 (T4), 6.25 (T5) y 12.5 (T6) ml /l.
Detergente para ropa en polvo comercial marca registrada	Agentes tensoactivos aniónicos lineales (dodecilbencen sulfonato de sodio), tripolifosfato (P2O5), silicato, carbonato, sulfato, agente antirredepositante y perfume, dosis 150 grs por 80 litros	0 (T1), 0.3125 (T2), 0.625 (T3), 1.25 (T4), 2.5 (T5) y 5 (T6) g/l.
Jabón de barra comercial marca registrada	Jabón base (estearato de sodio y/o sebato de sodio y cocoato de sodio), glicerina silicato de sodio, espumante, carbonato de sodio, colorante y fragancia	0 (T1), 0.775 (T2), 1.56 (T3), 3.125 (T4), 6.25 (T5) y 12.5 (T6) ml /l.
Limpiador multiusos comercial marca registrada	Agua suavizada, emulsificante, aceite de pino, Agente de Control de Calidad Dosis (de 8 a 15 ml por litro)	0 (T1), 4.375 (T2), 8.75 (T3), 17.5 (T4), 35 (T5) y 70 (T6) ml/l.
Shampoo anticasca comercial marca registrada	Agua, lauril sulfato de sodio y lauril éter sulfato de sodio, diestearato de etileno, carbonato de zinc, xilensulfonato de sodio, cloruro de guar hidroxipropiltrimonio, policuaternio 10, glicerina, dimeticona, cocamidopropil betaina, cocamida MEA o alcohol cetílico, hidroxicarbonato de magnesio, benzoato de sodio, alcohol bencílico, metilcloroisotiazolinona, metilisotiazolinona, cloruro de sodio, color, fragancia y esencias de plantas.	0 (T1), 0.1562 (T2), 0.315 (T3), 0.625 (T4), 1.25 (T5) y 2.5 (T6) ml/l.
Shampoo para cabello natural marca registrada	Agua, lauril sulfato de amonio, lauril sulfato de amonio, dea cocamida, alcohol behenílico, cloruro de sodio, perfume, dimeticona, diestearato de glicol, fosfato de sodio, policuaternio 7, edta tetrasódico, hidantoina dmdm, ácido cítrico, turmalina, metilcloroisotiazolinona, metilisotiazolinona.	0 (T1), 0.1562 (T2), 0.315 (T3), 0.625 (T4), 1.25 (T5) y 2.5 (T6) ml/l.

Técnica de germinación de semillas en papel húmedo

Se aplicó el método de germinación de semillas en papel húmedo [8], el cual permite la propagación directa, rápida, fácil y económica de estas. 36 semillas fueron colocadas sobre la superficie de papel filtro humedecido con 10 ml de cada una de las soluciones a evaluar, asegurándose que las semillas quedarán espacialmente distribuidas de forma homogénea. Este punto fue definido como el tiempo cero para la germinación. Los contenedores se incubaron a condiciones ambiente de temperatura, humedad e iluminación.

Se adicionaron un mililitro de agua cada cuatro días a fin de compensar el agua evaporada y mantener la concentración constante de las soluciones. Se realizó un monitoreo diario de las semillas germinadas, las cuales se consideraron cuando el desarrollo de la radícula alcanzó una longitud de 2 mm. Las pruebas se realizaron por triplicado. Los experimentos fueron realizados en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Veracruz, México, durante el mes de agosto del 2019.

Técnica de toxicidad aguda en semillas

A fin de establecer de forma cuantitativa la relación causa-efecto entre las variables de entrada (concentración de cada agente de limpieza evaluado) y las variables de salida (porcentaje de germinación, longitud de tallo y raíz así como peso de plántula; se aplicó la técnica de toxicidad aguda en semillas. Se evaluaron 5 diferentes productos de limpieza los cuales se enumeran en la tabla 1; así también se indica los principales ingredientes reportados en su formulación y las concentraciones aplicadas en el presente estudio. A cada concentración se le asignó una clave, esta será empleada en los diferentes gráficos de este trabajo. Como control negativo se empleó agua purificada estéril. Los ensayos se realizaron por triplicado.

Se realizó un conteo diario de las semillas germinadas. Al día 21 posterior a la siembra, se efectuaron las mediciones de la longitud de tallo, así como la longitud de la raíz de cada plántula crecida bajo los diferentes tratamientos. Además, empleando una balanza analítica, se obtuvo el peso de cada plántula. Los datos obtenidos se registraron en un archivo digital a fin de aplicar las pruebas estadísticas.

Diseño experimental y análisis estadístico

Aplicando una investigación descriptiva cuantitativa, se propuso seguir un diseño experimental de bloques al azar, con 6 bloques para cada concentración evaluada. El acopio de datos de los diferentes parámetros medidos se realizó empleando el software Excel® 2016. Se comprobó que no presentaran datos atípicos y que los

datos se ajustaran a una distribución normal y presentarían homogeneidad de varianzas aplicando la prueba de Shapiro-Wilks y Levene.

Para verificar si existen diferencias significativas entre el control y al menos una de las diferentes concentraciones aplicadas, se realizó un análisis estadístico tipo ANOVA ($p < 0.05$). A fin de determinar la significancia entre las medias de las diferentes variables de respuesta, se aplicó la prueba post-hoc de Tukey. Diferencias significativas se señalan con una letra en la parte superior de cada barra.

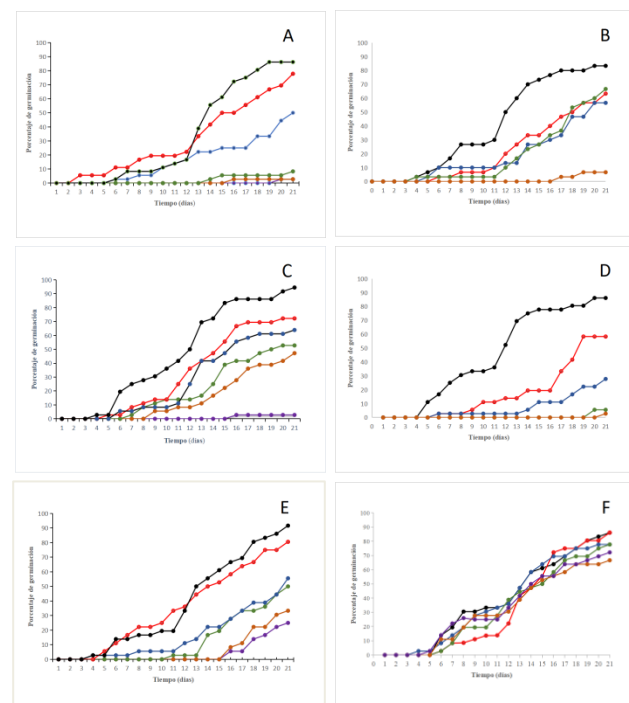


Figura 1. Porcentaje acumulado de germinación de semillas de *M. scabra* tratados con diferentes concentraciones de productos de limpieza. En la esquina superior izquierda la letra mayúscula indica el tipo de producto de limpieza evaluado, así en A corresponde al detergente comercial líquido lavatrastes a concentraciones de 0 (●) 0.775 ml/l (●), 1.56 ml/l (●), 3.125 ml/l (●), 6.25 ml/l (●) y 12.5 ml/l (●). En B, detergente para ropa en polvo 0 (●), 0.3125 g/l (●), 0.625 g/l (●), 1.25 g/l (●), 2.5 g/l (●) y 5 g/l (●). En C, jabón en barra 0 (●), 0.775 g/l (●), 1.56 g/l (●), 3.125 g/l (●), 6.25 g/l (●) y 12.5 g/l (●), en D limpiador multiusos 0 (●), 4.375 ml/l (●), 8.75 ml/l (●), 17.5 ml/l (●), 35 ml/l (●) y 70 ml/l (●) y en E, shampoo anticaspa y en F shampoo para cabello normal, ambos a concentraciones de 0 (●), 0.1562 ml/l (●), 0.315 ml/l (●), 0.625 ml/l (●), 1.25 ml/l (●), 2.5 ml/l (●). El ensayo se realizó por triplicado con un n de 36 semillas.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Germinación acumulada de *M. scabra*

Se analizó la germinación de *M. scabra* en presencia de diferentes concentraciones de productos de limpieza, ampliamente usados en la vida diaria y constituyentes importantes de las aguas grises. En la figura 1 se presentan los perfiles de germinación acumulada de *M. scabra*

durante 21 días en presencia de diferentes concentraciones de productos de limpieza a las diferentes concentraciones evaluadas. Como control negativo se empleó agua purificada el cual alcanzó valores del porcentaje de germinación acumulada al día 21 del 83.1 % al 94.4 %, lo que implica que esta semilla presenta una alta capacidad para germinar a condiciones ambiente, iniciando la germinación entre el día 3 al 5. En todos los casos, el perfil del control negativo presentó dos fases, la primera previa al día 12 en el cual se observa un incremento pequeño y sostenido de la germinación, para posteriormente elevarse hasta alcanzar los valores máximos reportados, lo cual está asociado al origen silvestre de esta semilla.

Asimismo, se presentan los perfiles del porcentaje de germinación acumulada para cada producto de limpieza evaluado, el panel A corresponde al detergente líquido lavatrastes a concentraciones de 0.775, 1.56, 3.125, 6.25 y 12.5 ml /l el panel B al detergente para ropa en polvo a concentraciones de 0.3125, 0.625 1.25 2.5 y 5 g/l, el panel C al jabón en barra a concentraciones de 0.775, 1.56, 3.125, 6.25 y 12.5 ml /l g/l, el panel D al limpiador multiusos con concentraciones de 4.375,8.75,17.5, 35 y 70 ml/, mientras el panel E y F corresponde a los shampoos anticaspa y para cabello normal, ambos evaluados a concentraciones de 0.1562, 0.315, 0.625, 1.25, 2.5 ml/l.

Con excepción del shampoo para cabello normal, se observa una disminución en el porcentaje de germinación asociado a un incremento en la concentración de los productos evaluados, las cuales están dentro de las recomendadas por el fabricante, aunque este efecto es mayor para el detergente líquido lavatrastes. Asimismo, se observa un retraso en el inicio de la germinación al incrementarse la concentración de los productos evaluados, comprometiendo severamente este proceso a las concentraciones más altas, donde en algunos casos, no se detectaron semillas germinadas. En contraste, en el shampoo para cabello normal, no se observa alteración significativa dentro de los valores de concentración evaluados. Los resultados anteriores sugieren que altas concentraciones de estos productos comprometen las actividades fisiológicas desarrolladas durante los procesos de germinación.

Sin embargo, al comparar el shampoo anticaspa con el de cabello normal, los resultados son contrastantes, con una reducción severa de la germinación por el shampoo anticaspa, mientras que para el shampoo para cabello normal, tales efectos fueron mínimos, lo cual sugiere que solo algunos ingredientes de la formulación son responsables de este efecto negativo.

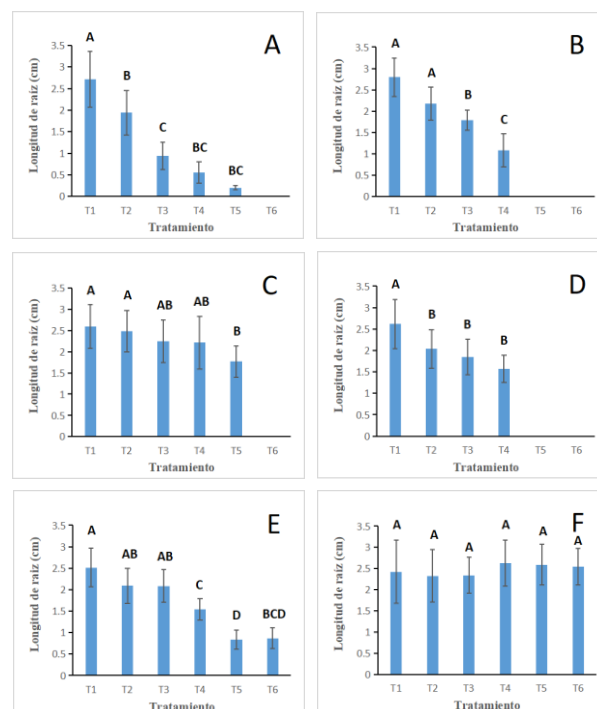


Figura 2. Grafica de barras para longitud de raíz de semillas germinadas de *M. scabra* tratados con diferentes concentraciones de productos de limpieza. Grupos de semillas fueron sembradas bajo diferentes concentraciones de productos de limpieza, al día 21 post siembra, aquellas que germinaron se les midió su longitud de raíz en forma manual. En la esquina superior izquierda la letra mayúscula indica el tipo de producto de limpieza aplicado; en A corresponde al detergente comercial líquido lavatrastes a concentraciones de 0.775 ml /l (T2), 1.56 ml/l (T3), 3.125 ml/l (T4), 6.25 ml/l (T5) y 12.5 ml/l (T6). En B, detergente para ropa en polvo 0.3125 g/l (T2), 0.625 g/l (T3), 1.25 g/l (T4), 2.5 g/l (T5) y 5 g/l (T6). En C, jabón en barra 0.775 g /l (T2), 1.56 g/l (T3), 3.125 g/l (T4), 6.25 g/l (T5) y 12.5 g/l (T6), en D limpiador multiusos 4.375 ml/l(T2), 8.75ml/l (T3), 17.5ml/l (T4), 35ml/l (T5) y 70ml/l (T6) y en E, shampoo anticaspa y en F shampoo para cabello normal, ambos a a concentraciones de 0.1562 ml/l (T2), 0.315 ml/l (T3), 0.625 ml/l(T4), 1.25,ml/l (T5), 2.5ml/l (T6). El ensayo se realizó por triplicado con un n de 36 semillas. Diferencias significativas se indican en la parte superior de cada barra ($p < 0.05$).

Los productos de limpieza evaluados poseen en general uno o varios tensoactivos así como coadyuvantes (ablandadores, reguladores de pH y agentes quelantes) que complementan la acción de los primeros, así como aditivos y auxiliares de presentación. Diversos estudios han demostrado la sensibilidad de diversas semillas durante la germinación ante este tipo de productos, por ejemplo maíz [9], tomate, okra [10], lenteja, arveja, frijol, haba, garbanzo [11], girasol [12], trigo [13] sorgo, soya [14] trigo, lino y lenteja [18], en todos ellos los efectos han sido negativos durante el proceso de germinación, de forma similar al reportado en el presente estudio.

Los resultados obtenidos muestran el papel del embrión como biosensor y su alta sensibilidad ante la presencia de los diferentes compuestos químicos presentes en los productos de limpieza evaluados en este estudio y refuerzan el papel fitotóxico de estos productos durante la germinación, al ser liberados a los diferentes cuerpos de agua o ser empleadas como alternativa para el riego sin un tratamiento previo [15].

Efecto de productos de limpieza en el crecimiento de la raíz

En la figura 3 se observa el gráfico de barras del promedio de crecimiento de la longitud de raíz para cada producto de limpieza evaluado a las concentraciones establecidas en la tabla 1, al día 21 post-siembra.

Se observa que la longitud de raíz se ve severamente comprometida para el caso del detergente lavatrastes y el detergente en polvo, así como para el shampoo anticasca, con una disminución significativa cuándo se incrementa la concentración de estos. Con una disminución moderada está el jabón en barra y el limpiador multiusos mientras que en el caso de shampoo para cabello normal no se observan diferencias significativas en todas las concentraciones evaluadas. Al comparar los efectos sobre los shampoos (panel E y F) aunque las funciones son similares, los aditivos adicionados al shampoo anticasca presentan un efecto negativo sobre el crecimiento de la raíz, lo cual estaría asociado a una mayor complejidad en su formulación.

Al comparar los perfiles obtenidos para el detergente lavatrastes (panel A) con los obtenidos para el jabón en barra (panel C) muestran que el efecto es más severo para el detergente que para el jabón a las concentraciones evaluadas. Similares conclusiones fueron reportados por Erhenhi, A. H., 2011 [14] estudiando modelos de semillas dicotiledones y monocotiledones. En general los efectos de detergentes reducen la tensión superficial del agua y alteran su pH, lo que hace factible la absorción de otros compuestos químicos e interfiere con otras actividades biológicas [16]. A nivel molecular los efectos se han relacionado con alteraciones en la actividad enzimática de deshidrogenasas [19], alteraciones en la fluidez de la membrana [20] así como en la actividad fotosintética y el contenido de clorofila [21]. Nuestros resultados sugieren que alguna de estos desequilibrios sería más pronunciado en detergentes que en jabones.

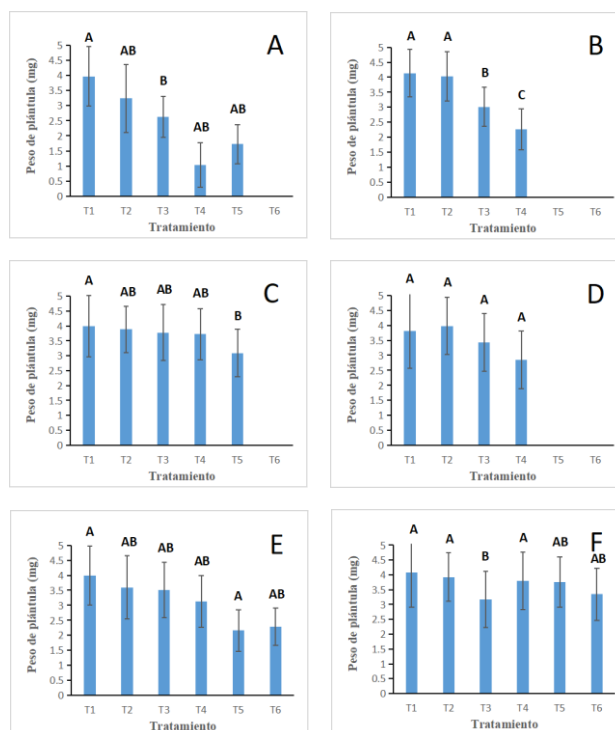


Figura 3. Grafica de barras para longitud de tallo de semillas germinadas de *M. scabra* tratados con diferentes concentraciones de productos de limpieza. Grupos de semillas fueron sembradas bajo diferentes concentraciones de productos de limpieza y al día 21 post siembra, aquellas que germinaron se les midió su longitud de tallo en forma manual. En la esquina superior izquierda la letra mayúscula indica el tipo de producto de limpieza aplicado; en A corresponde al detergente comercial líquido lavatrastes a concentraciones de 0.775 ml/l (T2), 1.56 ml/l (T3), 3.125 ml/l (T4), 6.25 ml/l (T5) y 12.5 ml/l (T6). En B, detergente para ropa en polvo 0.3125 g/l (T2), 0.625 g/l (T3), 1.25 g/l (T4), 2.5 g/l (T5) y 5 g/l (T6). En C, jabón en barra 0.775 g/l (T2), 1.56 g/l (T3), 3.125 g/l (T4), 6.25 g/l (T5) y 12.5 g/l (T6), en D limpiador multiusos 4.375 ml/l (T2), 8.75ml/l (T3), 17.5ml/l (T4), 35ml/l (T5) y 70ml/l (T6) y en E, shampoo anticasca y en F shampoo para cabello normal, ambos a a concentraciones de 0.1562 ml/l (T2), 0.315 ml/l (T3), 0.625 ml/l (T4), 1.25,ml/l (T5), 2.5ml/l (T6). El ensayo se realizo por triplicado con un n de 36 semillas. Las diferencias significativas se indican en la parte superior de cada barra, letras similares indican que no hubo diferencia significativa $p < 0.05$.

Efecto de productos de limpieza en el crecimiento del tallo

En la figura 2 se presenta el promedio de la longitud del tallo para las diferentes concentraciones de los productos de limpieza, 21 días posteriores a la siembra. En contraste al comportamiento que estos productos ejercieron sobre la longitud de la raíz, en general, el efecto de este parámetro fue moderado y los valores que se alcanzaron fueron similares a los valores control.

Más aún, se observa una ligera potenciación no significativa a los valores de concentración baja para el

detergente lavatrastes y en polvo, el limpiador multiuso y el shampoo anticasca. Para el jabón de pasta y el shampoo para cabello normal no se observa este efecto estimulante en la longitud de tallo. Sin embargo, nuevamente para el detergente lavatrastes se observa una disminución severa no significativa de casi el 50% en la longitud de tallo.

Nuestros resultados concuerdan con resultados previamente publicados en otras semillas y donde se reportó un comportamiento similar para diversos contaminantes, con una ligera potenciación a valores bajos de estos [19].

Efecto de productos de limpieza sobre el peso de la plántula

En la figura 4 se presenta en gráfica de barras el comportamiento del peso promedio de la plántula frente a concentraciones definidas en la tabla 1 de los productos de limpieza evaluados en este estudio.

El patrón es similar al mostrado por la variable longitud de tallo, con una disminución gradual moderada pero significativa para las concentraciones de todos los productos donde se presentó la germinación, con excepción del limpiador multiusos, el cual no presentó diferencia significativa en las concentraciones donde se detectó la plántula

Los resultados obtenidos en el presente estudio así como los reportados previamente [9,10], concuerdan en una alta susceptibilidad del proceso germinativo así como de los estadios iniciales del desarrollo de una planta frente a este tipo de productos de limpieza.

Aunque diferentes investigaciones confirman que los procesos aeróbicos pueden degradar la mayor parte de los detergentes, aunque no así los procesos anaeróbicos [17]; debido a la fitotoxicidad observada en el presente estudio, para el cultivo de esta semilla no domesticada no es recomendable el empleo de aguas con estos productos de limpieza sin un adecuado tratamiento,

CONCLUSIONES

El presente estudio demostró que la germinación y el desarrollo de la plántula de *M. scabra* es susceptible a los diversos ingredientes presentes en los productos de limpieza evaluados en el presente estudio. Dados los altos volúmenes de este tipo de productos que se vierten en las aguas residuales caseras, así como la falta de tratamiento de estas aguas, particularmente en países subdesarrollados, no se recomienda la irrigación con aguas de desecho caseras para esta especie de planta.

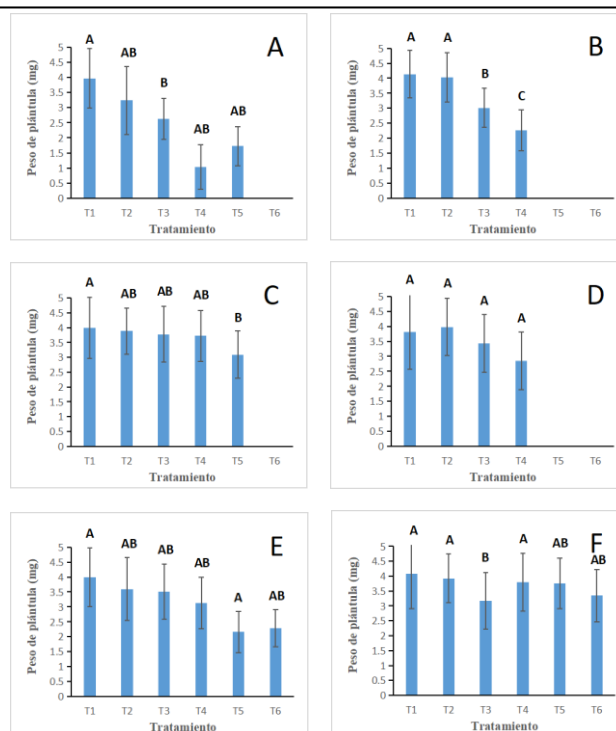


Figura 4. Gráfica de barras para peso de plántulas de semillas germinadas de *M. scabra* tratados con diferentes concentraciones de productos de limpieza. Al día 21 post siembra, las plántulas fueron pesadas. En la esquina superior izquierda la letra mayúscula indica el tipo de producto de limpieza aplicado, así en A corresponde al detergente comercial líquido lavatrastes a concentraciones de 0.775 ml/l (T2), 1.56 ml/l (T3), 3.125 ml/l (T4), 6.25 ml/l (T5) y 12.5 ml/l (T6). En B, detergente para ropa en polvo 0.3125 g/l (T2), 0.625 g/l (T3), 1.25 g/l (T4), 2.5 g/l (T5) y 5 g/l (T6). En C, jabón en barra 0.775 g/l (T2), 1.56 g/l (T3), 3.125 g/l (T4), 6.25 g/l (T5) y 12.5 g/l (T6), en D limpiador multiusos 4.375 ml/l (T2), 8.75ml/l (T3), 17.5ml/l (T4), 35ml/l (T5) y 70ml/l (T6) y en E, shampoo anticasca y en F shampoo para cabello normal, ambos a concentraciones de 0.1562 ml/l (T2), 0.315 ml/l (T3), 0.625 ml/l (T4), 1.25,ml/l (T5), 2.5ml/l (T6). El ensayo se realizó por triplicado con un n de 36 semillas. Las diferencias significativas se indican en la parte superior de cada barra, letras similares indican que no hubo diferencia significativa $p < 0.05$.

Dada la importancia comercial que este fruto comestible silvestre, no convencional esta adquiriendo, es importante aplicar análisis toxicológicos frente a otros contaminantes, como son metales pesados y fármacos, así también, dada su susceptibilidad frente a tensioactivos, sería factible evaluar su potencial aplicación como biosensor, para detectar la presencia de estos en el agua.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Vörösmarty C. J., Green P, Salisbury J., Lammers R. (2000) Global water resources: Vulnerability from climate change and population growth. Science 289, 284–288.
- [2] FAO(2017)Water for Sustainable Food and Agriculture. A report produced for the G20 Presidency of

Germany. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations

[3] Zbigniew W.K. (1997) Water resources for sustainable development, *Hydrological Sciences Journal*, 42:4, 467-480

[4] Esparza, M. (2014) La sequía y la escasez de agua en México. Situación actual y perspectivas futuras *Secuencia. Revista de historia y ciencias sociales*, 89: 193-219.

[5] Helmecke, M., Fries, E., & Schulte, C. (2020). Regulating water reuse for agricultural irrigation: risks related to organic micro-contaminants. *Environmental Sciences Europe*, 32, 1-10.

[6] Lascrain, M., S. Avendaño, S. del Amo y A. Niembro (2010) Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz. Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal, Conafor-Conacyt, México.

[7] Mexican Sour Gherkin, Cucamelon - *Melothria scabra* seeds - Select Seeds. (s/f). Selectseeds.com. Recuperado el 23 de febrero de 2023, de https://www.selectseeds.com/annual-vegetables-herbs/mexican_sour_gherkin_cucamelon_seeds.aspx

[8] Seefeldt, S. (2012). Procedures for the Wet PaperTowel Germination Test. Fairbanks: University of Alaska Fairbanks. <https://cespubs.uaf.edu/publications/?cat=7>

[9] Heidari, H. (2012). Effect of irrigation by contaminated water with cloth detergent on plant growth and seed germination traits of maize (*Zea mays*). *Life Sci J*, 9(4), 1587-1590.

[10] Fatoba, P. O., Olorunmaiye, K. S., & Adepoju, A. O. (2011). Effects of soaps and detergents wastes on seed germination, flowering and fruiting of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and okra (*Abelmoschus esculentus*) plants. *Ecology Environment and Conservation*, 17(1), 7-11

[11] Sosa, E. S. B., & Carranza, S. T. C. (2020). Efecto de la concentración del detergente en la germinación y crecimiento de leguminosas. *Ayacucho*, 2019. *Investigación*, 28(1), 127-136

[12] Heidari H. (2013). Effect of irrigation with contaminated water by cloth detergent on seed germination traits and early growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Notulae Scientia Biologicae*, 5(1), 86-89.

[13] Yosefi, M., & Heidari, H. (2022). Evaluation of wheat tolerance during germination and early growth stages to detergent-contaminated water. *Tenside Surfactants Detergents*, 59(1), 95-103.

[14] Erhenhi, A. H. (2011). Effects of detergents and local soap "SODA" on germination of the seeds of monocots and dicots. *Niger. J. Sci. Environ*, 10, 219-224.

[15] Mohamed, R. M., Al-Gheethi, A. A., Noramira, J., Chan, C. M., Hashim, M. A., & Sabariah, M. (2018). Effect of detergents from laundry greywater on soil properties: a preliminary study. *Applied water science*, 8, 1-7.

[16] Khan, R. A. (2022). Detergents. In *Environmental Micropollutants* (pp. 117-130). Elsevier.

[17] Mousavi, S. A., & Khodadoost, F. (2019). Effects of detergents on natural ecosystems and wastewater treatment processes: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 26439-26448.

[18] Heidari, H., & Parhoon, Z. (2022). Effect of water contaminated with hand washing liquid on germination characteristics of wheat, flax, and lentil. *Tenside Surfactants Detergents*, 59(4), 339-343.

[19] Nand, L., & Richa, M. (2003). Synthetic detergent induced changes in the seed inhibition pattern and dehydrogenase activity in mungbean (*Vigna radiata*). *Ecology, Environment and Conservation Paper*, 9, 379-383.

[20] Behzadipour, M., Kluge, M., & Luthje, S. (2001). Changes in plasma membrane fluidity of corn (*Zea mays* L.) roots after Brij 58 treatment. *Protoplasma*, 217, 65-69.

[21] Jovanic, B., Bojovic, S., Panic, B., Radenkovic, B. and Despotovic, M. (2010) The effect of detergent as polluting agent on the photosynthetic activity and chlorophyll content in bean leaves. *Health*, 2, 395-399.

Rol de contribución	Autor (es)
Metodología (principal), recursos y validación.	Ruben Enrique Cuevas Alarcon
Curación de datos, metodología, software y supervisión.	Gabriel Grosskelwing Nuñez
Curación de datos, metodología y visualización.	Omar Jesus Escobar Vicencio
Conceptualización, supervisión (principal), administración del proyecto, redacción.	Arturo Cabrera Hernandez



Esta obra está bajo
una licencia internacional
Creative Commons Atribución 4.0.