

EFFECTO DEL RIEGO CON AGUA DE MAR DILUIDA SOBRE EL
CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE RÁBANO

DANIELA PÉREZ ARANGO

Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Ambiental

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUAREAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
GIRARDOT

2019

EFFECTO DEL RIEGO CON AGUA DE MAR DILUIDA SOBRE EL
CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE RÁBANO

DANIELA PÉREZ ARANGO

Asesor: Wilmer Soler Terranova

Bioquímico Magister

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUAREAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

GIRARDOT

2019

Agradecimientos

Quiero agradecer a la empresa Amaris por darme la oportunidad de ser parte del proyecto, a mi tutor Wilmer Soler Terranova por su excelente guía y ayuda constante en todas las etapas del proyecto. También agradezco a Juliana Soler por la colaboración en cuanto a los análisis estadísticos, al docente John Sandoval por sus instrucciones y orientaciones, a mi familia por todo el apoyo durante el proyecto y por ultimo a todos los docentes de la universidad de Cundinamarca seccional Girardot que de alguna forma aportaron a mi formación como profesional.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	1
Planteamiento del problema.....	2
Justificación	3
Objetivos	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
Marco legal	4
Diseño metodológico	4
Descripción del procedimiento	5
Descripción de variables cuantitativas.....	6
Análisis de datos	6
Resultados y discusión.....	7
Conclusiones	10
Recomendaciones	11
Bibliografía	12
Anexos	14

Lista de tablas

Tabla 1. Variables cuantitativas del proyecto	6
Tabla 2. Análisis de datos de longitud del tallo	8
Tabla 3. Prueba de Tukey de comparación de medias.....	8

Lista de figuras

Figura 1. Localización del Proyecto	5
Figura 2. Crecimiento de las plántulas de rábano en los días 3 y 6 de irrigación con AM diluida.	9
Figura 3. Relación entre concentración de AM en el riego y el crecimiento de las plantas	9

Introducción

Desde el origen de la cultura occidental se ha reconocido las propiedades nutricionales y medicinales del agua de mar (AM) (Diogenes L., 1985, vol. 1: 209). En la modernidad se han realizado numerosos estudios sobre la composición y usos del AM (Soler Terranova W, 2008, p. 96 – 1027. Nozaki Y, 1997, p.221-222. González J.M, p.1093-1096. Hataguchi Y, 2005; 59: 1093-1096. Hwang HS, 2009; 11: 531-539. Sgherri C, 2007, p. 2452 – 2458.) y hoy se reconoce la presencia de 95 elementos de la tabla periódica, además de un relativo alto contenido de microorganismos y materia orgánica. Los estudios realizados van aplicados hacia la agricultura, la ganadería y el ser humano, arrojando resultados positivos acerca de los beneficios para cada una de las áreas; el bioquímico y médico Maynard Murray (Murray M,1976) dedicó muchos años de su vida a esta investigación, basándose en el hecho de que las especies presentes en el océano no poseen enfermedades como las de agua dulce; según su estudio, demostró el potencial energético que poseen los sólidos marinos en la agricultura y la nutrición de los humanos y los animales alimentados con los productos de esta agricultura con AM. Estudios más recientes corroboran los resultados del uso del AM en agricultura realizados por el doctor Murray (Murray M, 1976. 2007, p. 2452 – 2458. Gracia A, 2008; p.102- 109. Hanna H, 2010; p. 299-303), sin embargo no se encuentran estudios realizados en la plantas de rábano.

La empresa Amaris inició desde el 2013 con la comercialización del AM para uso nutricional y medicinal, basándose en las investigaciones originales (Soler W, 2005; p.25-30. Soler-Terranova W, 2008; p.208-222. Arias Valencia M.M, 2013; p. 80-89. Valencia-Chávez ML, 2014, p.70-80) que dirigió su fundador (Bioquímico Wilmer Soler), cuando era profesor de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia. Actualmente inicia estudios sobre los usos del AM en agricultura.

Para el cumplimiento de los objetivos de la pasantía se propone realizar una investigación que permita hallar la dilución del AM necesaria para mejorar el crecimiento y nutrición de plántulas, en este caso se propone utilizar la semilla del rábano debido a su rápido crecimiento, el humus de lombriz como sustrato y el AM como riego en diferentes diluciones.

La elaboración de esta investigación le dará a la empresa los datos necesarios para iniciar un cultivo de rábanos basado en el riego con AM diluida.

Planteamiento del problema

Como bien se sabe todas las actividades que realiza el ser humano generan un impacto en el ambiente y en la sociedad; debido al crecimiento poblacional se incrementó la demanda alimenticia, por lo cual el ser humano se vio obligado a incorporar nuevas prácticas agrícolas que garanticen la obtención de los alimentos en un menor tiempo. Para satisfacer esta necesidad se implementó el uso de plaguicidas, pesticidas, abonos químicos, entre otros; generando un proceso más eficiente que logra cumplir con la demanda.

Ismail Cakmak científico en nutrición vegetal señala que "Hoy en día el 60 % de los suelos tienen problemas de deficiencia y la consecuencia es el poco material orgánico, nutrición desbalanceada y agotamiento de nutrientes. Por ende se pone en riesgo la seguridad alimentaria del mundo".

A causa del uso excesivo de estas sustancias químicas actualmente los suelos presentan una gran pérdida de nutrientes; los abonos químicos están compuestos por cuatro elementos básicos: nitrógeno, fosforo, potasio y calcio, los cuales en abundancia inhiben la absorción de los oligoelementos esenciales, afectando la productividad del suelo, lo que genera alimentos de buen tamaño, pero pobres en nutrientes. (Murray, 2013, p.33). El agua de mar (AM) es un sistema fisiológico que mantiene un balance de minerales adecuado para el sostenimiento de la vida

marina y ha demostrado sus beneficios para mantener y restablecer la salud humana, animal y vegetal por medio del aporte de nutrientes esenciales para las células.

Justificación

La base del desarrollo para esta investigación que se va a realizar es conocer la capacidad que tiene el AM como alimento para las plantas, en este caso el rábano, permitiendo hallar la concentración adecuada para su óptimo crecimiento y nutrición. Existen razones por las cuales abordar este tema del AM en la agricultura; es así como diversos estudios realizados muestran resultados positivos (Hwang HS, 2009; 11: 531-539. Sgherri C, 2007, p. 2452 – 2458. Murray M, 1976. 2007, p. 2452 – 2458. Gracia A, 2008; p.102- 109), se tiene la posibilidad de mejorar la productividad de las tierras y la calidad de alimento, lo que contribuye a la solución de una gran problemática como lo es la desnutrición del suelo y la mala nutrición de las personas y los animales que consumen esos productos agrícolas. También se puede reducir el uso de pesticidas y abonos químicos, lo que ayudaría también en la reducción de la eutrofización y de tóxicos en el agua.

Objetivos

Objetivo general

Hallar la dilución de agua de mar óptima para mejorar el crecimiento y nutrición de plántulas de rábano.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto que tiene el riego con agua de mar diluida al 3%, 7% y 11% sobre el peso húmedo, la longitud del tallo y radicular de las plántulas de rábano.

- Comparar el contenido de nutrientes de las plántulas cultivadas con las diferentes diluciones del AM por medio de un análisis bromatológico.

Marco legal

Resolución 004174 de 2009 del ICA por medio de la cual se reglamenta la certificación de Buenas Prácticas Agrícolas en la producción primaria de fruta y vegetales para consumo fresco. Resolución 000187 de 2006 por la cual se adopta el reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaçado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación, comercialización y se establece un Sistema de Control de Productos Agropecuarios Ecológicos. Resolución 3002 de 2005 del ICA, por la cual se dictan disposiciones sobre la modificación al etiquetado de los insumos agrícolas

Decreto 3075 de 1997 del Ministerio de Salud y Protección Social, reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y dictan otras disposiciones, modificado parcialmente por el Decreto 1175 de 2003. Resolución 14712 de 1984 del Ministerio de Salud y Protección Social por el que se reglamenta lo relacionado con producción, procesamiento, transporte, almacenamiento y comercialización de vegetales como frutas y hortalizas elaboradas.

Diseño metodológico

Amaris es una empresa productora de AM para consumo humano, se encuentra ubicada en el departamento de Antioquia, en la ciudad de Medellín; la temperatura promedio es de 24° y está ubicada a 1.475 msnm.

Figura 1. Localización del Proyecto



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Geograf%C3%ADa_de_Antioquia

Su misión es Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los consumidores colombianos mediante la recarga hidroelectrolítica con los elementos marinos, con el fin revitalizar las células y alcanzar mayores niveles de energía y bienestar y su visión es aportar bienestar y salud en seres humanos y animales mediante el mejoramiento de la calidad nutricional y la productividad agrícola y ganadera.

Descripción del procedimiento

La germinación de las semillas de rábano (90% de germinación ver anexo 1) se realizó en un recipiente de vidrio de boca ancha, se remojaron en agua sin cloro durante 8 horas, luego se mantuvieron húmedas hasta completar 3 días, en un lugar oscuro a temperatura ambiente para simular que están dentro de la tierra.

En el desarrollo de la investigación se tuvieron en cuenta 4 grupos, un grupo control donde se realizó el riego con agua sin cloro, los demás se regaron con AM (salinidad aprox. 30

g/l) diluida al 3%, 6% y 9% de concentración; se escogieron las mejores 416 semillas, 104 para cada grupo.

En una bandeja para semillero se plantaron los germinados, se utilizó como sustrato humus de lombriz y se dejaron completamente cubiertos, se manejó una bandeja debidamente identificada para cada grupo. El riego se realizó cada dos días por medio de jeringas para garantizar la misma cantidad de agua a cada planta. La longitud del tallo de la planta se midió cada 3 días con un metro y se tomó registro fotográfico.

Cabe resaltar que las plantas no estuvieron expuestas a la luz solar directa.

Descripción de variables cuantitativas

Longitud del tallo: se mide toda la plántula, el tallo y las hojas excluyendo la raíz.

Longitud radicular: se mide la raíz desde la parte blanca del tallo.

Se tuvieron en cuenta las medidas de longitud del tallo y/o radicular obtenidas en el día 3 y 6 (final del ensayo), para determinar el crecimiento de las plántulas.

Tabla 1. Variables cuantitativas del proyecto

VARIABLES CUANTITATIVAS	UNIDAD DE MEDIDA
Longitud del tallo	Centímetros

Análisis de datos

Se realizó un análisis estadístico (media, desviación estándar) de la longitud del tallo de cada grupo para el día 3 y 6, además se ejecutó un análisis de varianzas mediante la prueba de comparación de Tukey para definir diferencias entre tratamientos con un α de 0,05.

Resultados y discusión

Inicialmente se planteó realizar el ensayo durante 21 días, el ciclo del rábano es muy corto y a los 21 días ya empieza a formarse el fruto, por lo cual se redujo el tiempo a 14 días. Al cabo de 11 días las plántulas se comenzaron a marchitar (ver anexo 5) por lo cual no fue posible realizar el análisis bromatológico y las medidas finales de longitud y peso, se realizó el análisis de los datos de longitud del tallo, cuando las plántulas estaban sanas (2 mediciones).

No fue posible realizar las mediciones finales de raíz y peso de las plántulas, al igual que el análisis bromatológico debido al deterioro de las plántulas.

Ya que fue un deterioro general se puede llegar a la conclusión que el riego con AM no es un factor influyente, posiblemente fue por el clima dado que a partir del día 9 hubo un aumento considerable en la temperatura de la ciudad y también el espacio de cada celda del semillero no fue suficiente ya que pasados 14 días la raíz ocupaba toda la celda.

En la tabla 2 se muestra el promedio de dos mediciones de longitud del tallo al día 3 y 6 para cada grupo con la interpretación según los resultados de la prueba Tukey; el grupo control presento un crecimiento significativo respecto a los demás, el grupo de AM 9% según el promedio 4,1 cm y 7,0 cm de los días 3 y 6 respectivamente, presento una tendencia a mayor crecimiento con relación a los demás excluyendo el control, aunque según la prueba de tukey su crecimiento no es significativamente diferente a 3,8 cm del AM 6% en el día 3 y 6,3 cm del AM 3% en el día 6 (ver tabla 3).

Tabla 2. Análisis de datos de longitud del tallo

Agua de mar en el riego (%)	Día	N	Longitud media (cm)	Desviación estándar	Intervalos confianza - 95,00%	Intervalos confianza +95,00%
0	3	104	3,8	1,589082	3,518019	4,166596
0	6	104	7,9	2,187800	7,537250	8,185827
3	3	104	3,0** _a	1,264982	2,629558	3,278135
3	6	104	6,3*** _{cd}	1,702029	5,989173	6,637750
6	3	104	3,8 _b	1,479650	3,502635	4,151212
6	6	104	6,1*** _c	1,338860	5,734365	6,382942
9	3	104	4,1 _b	1,615036	3,797827	4,446404
9	6	104	7,0** _d	2,076254	6,660327	7,308904

Nota: en todos los grupos el aumento entre los días 3 y 6 fue estadísticamente significativo

Diferencia significativa respecto al control (*p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001)

Las medias con la misma letra dentro de cada columna no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba Tukey de comparación de medias.

Tabla 3. Prueba de Tukey de comparación de medias

Prueba de Tukey de comparación de medias (p < 0,05)								
Agua de mar en el riego (%)	Día	1	2	3	4	5	6	7
1	0	2						
2	0	4	0,000032					
3	3	2	0,003589	0,000032				
4	3	4	0,000032	0,000032	0,000032			
5	6	2	1,000000	0,000032	0,004618	0,000032		
6	6	4	0,000032	0,000032	0,000032	0,958970	0,000032	
7	9	2	0,932900	0,000032	0,000046	0,000032	0,912263	0,000032
8	9	4	0,000032	0,004338	0,000032	0,078211	0,000032	0,001904

Los valores en color rojo representan un crecimiento significativo respecto al control.

Ver interpretación en la tabla 2.

Figura 2. Crecimiento de las plántulas de rábano en los días 3 y 6 de irrigación con AM diluida.

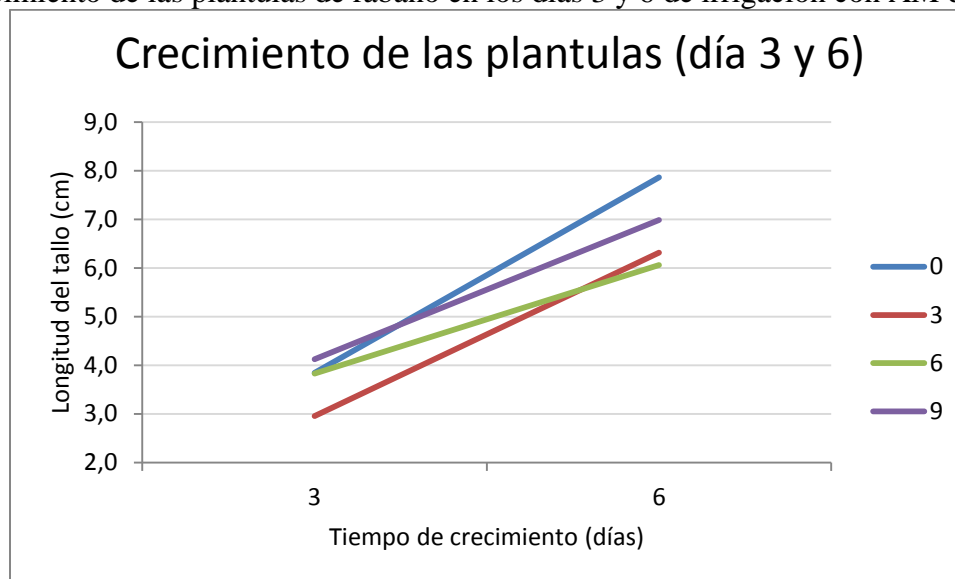
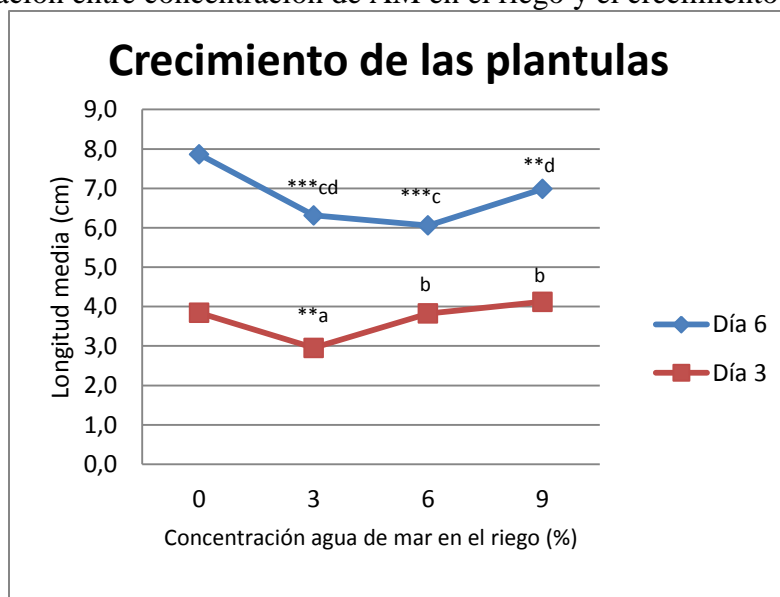


Figura 3. Relación entre concentración de AM en el riego y el crecimiento de las plantas



Nota: en todos los grupos el aumento entre los días 3 y 6 fue estadísticamente significativo
Diferencia significativa respecto al control (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$)

Las medias con la misma letra dentro de cada línea no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba Tukey de comparación de medias.

Todas las plántulas presentaron crecimiento en el día 6 respecto al día 3, Según lo observado en la figura 3 se puede evidenciar un mayor crecimiento a partir de AM 3% para los

dos días de medición, es posible que los minerales reduzcan el estrés provocado por el sodio lo cual permite que la planta se beneficie de los diferentes minerales presentes en el AM, también existe la probabilidad de que al implementar grupos con mayores concentraciones de AM se muestre un crecimiento mayor de la plántula hasta cierto nivel de concentración salina.

Según los resultados del estudio de Ahmet Turhan (2014) el mayor rendimiento en lechuga se logró con baja concentración (2,5%AM) para riego, lo cual es inverso al caso del rábano ya que los datos indican que a mayor concentración mayor crecimiento, sin embargo el estudio del IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias - IVIA) sobre la tolerancia a la salinidad de los cultivos indica que el rábano y la lechuga son moderadamente sensibles a la salinidad.

Actualmente se están esperando los resultados del análisis estadístico del ensayo 2, no es posible anexarlos debido a la fecha de entrega del documento.

Conclusiones

- Se pudo comprobar que el riego con agua de mar en sus diferentes concentraciones no perjudicó a ningún grupo, los causantes del deterioro del ensayo fueron factores como la duración del ensayo y el clima.
- Según los resultados de este ensayo el grupo de control presentó un mayor crecimiento significativo respecto a los demás, en los grupos de riego con AM diluida el grupo de 9% presentó un mayor crecimiento con relación a los otros excepto el control; no se puede sacar una conclusión definitiva debido a los problemas de duración del ensayo y los cambios imprevistos del clima no se recolectaron los datos suficientes.

- No fue posible cumplir con un objetivo específico debido a los daños que se presentaron con el ensayo.
- Los resultados permiten sugerir que a mayor concentración de AM los minerales presentes superan el estrés que puede causar el sodio, por ende la planta absorbe mayor cantidad de nutrientes.
- Con la implementación de este método de cultivo de plántulas se puede obtener una dilución óptima de AM para optimizar el crecimiento de la plántula en campo.

Recomendaciones

- Es de gran importancia tener en cuenta el ciclo de vida de la planta que se va a utilizar, ya que influye directamente en el tiempo que se debe realizar el ensayo.
- Debido a que las semillas no germinan en un 100 % se sugiere utilizar una cantidad considerable de semillas para así lograr obtener las mejores y realizar una distribución aleatoria de las semillas al momento de sembrarlas para evitar que algún grupo crezca con una mejor calidad de semilla que otro, garantizando condiciones iguales para el ensayo.
- Realizar otras investigaciones con concentraciones mayores de AM diluida ya que según los datos obtenidos las plántulas pueden llegar a presentar un mayor crecimiento a mayor concentración de AM.

Bibliografía

Arias Valencia M.M. **Soler Terranova W**, Arango Tamayo G. Drinking seawater: User's perspective in La Ceja, Colombia. *Social Medicine/Medicina Social* 2013; 7 (2): 80-89

Diógenes L., *Vidas de los más ilustres filósofos griegos*, Barcelona, Ediciones Orbis, S.A., 1985, vol. 1: 209

Gracia A, ahorro del agua dulce con la del mar –sin desalinizar- en la agricultura, la ganadería y el medio ambiente. *Medicina naturista*, 2008; vol. 2: 102- 109

González J.M., Pedrós Alió C., Gasol J.M., «Plancton bacteriano de los océanos», *Investigación y Ciencia*, 2008, diciembre: 76-84

Hanna H, enhancing antioxidant availability in wheat grains from plant grow under seawater stress in response to microalgae extract treatments. *J Sci Agric* 2010; 90: 299-303.

Hataguchi Y, Tai H, Kimata H. Drinking deep-sea water restores mineral imbalance in atopic eczema/dermatitis syndrome. *Eur J Clin Nutr*. 2005; 59: 1093-1096

Hwang HS, Kim HA, Lee SH, Yun JW. Anti-obesity and antidiabetic effects of deep sea water on ob/ob mice. *Mar Biotechnol* (2009); 11: 531-539

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias - IVIA. (s.f.). *Agrosal*. Obtenido de Tolerancia de los cultivos a la Salinidad: <http://agrosal.ivia.es/>

Murray M, *Agua del mar energía para la agricultura*. 1976, valentine & hendren, Inc

Nozaki Y., «A fresh look at element distribution in the North Pacific Ocean», *Eos Trans.*, 1997, 78: 221-222

Sgherri C. the influence of diluted seawater and ripening stage on the content of antioxidants in fruits of different tomato genotypes . *J. Agric Food Chem*. 2007, 55, 2452 – 2458.

Soler Terranova W, Velásquez Echavarría N. del C., Soler Arango J.P., «Baja genotoxicidad de extracto orgánico de agua de mar de Coveñas (sucre, Colombia)», *Vitae.*, 2008, 15 (1): 96 - 1027

Soler W, Velásquez N del C, Miranda LF, Zuluaga DC. Ausencia de genotoxicidad de agua de mar de Coveñas: estudio *in vitro* en eritrocitos y leucocitos humanos. Revista Facultad Nacional de Salud Pública. 2005; 23 (2):25-30

Soler-Terranova W, Pérez-Giraldo JA, Penagos-Garcés LE, Osorio-Sandoval G, Velásquez-Echavarría NC et al. Ausencia de toxicidad por ingesta de agua de mar natural en pacientes con gastritis. Rev.Asoc.Col.Cienc.Biol. 2008; 20:208-222.

Valencia-Chávez ML, **Soler-Terranova W**, Rosique-Gracia J, Morales-Múnera O. Eficiencia del tratamiento de la rinitis alérgica con agua de mar mediante ensayo clínico aleatorizado. Social Medicine/Medicina Social 2014; 9 (2): 70-80

Anexos

Anexo 1. Semillas y humus utilizado



Anexo 2. Germinación de semillas

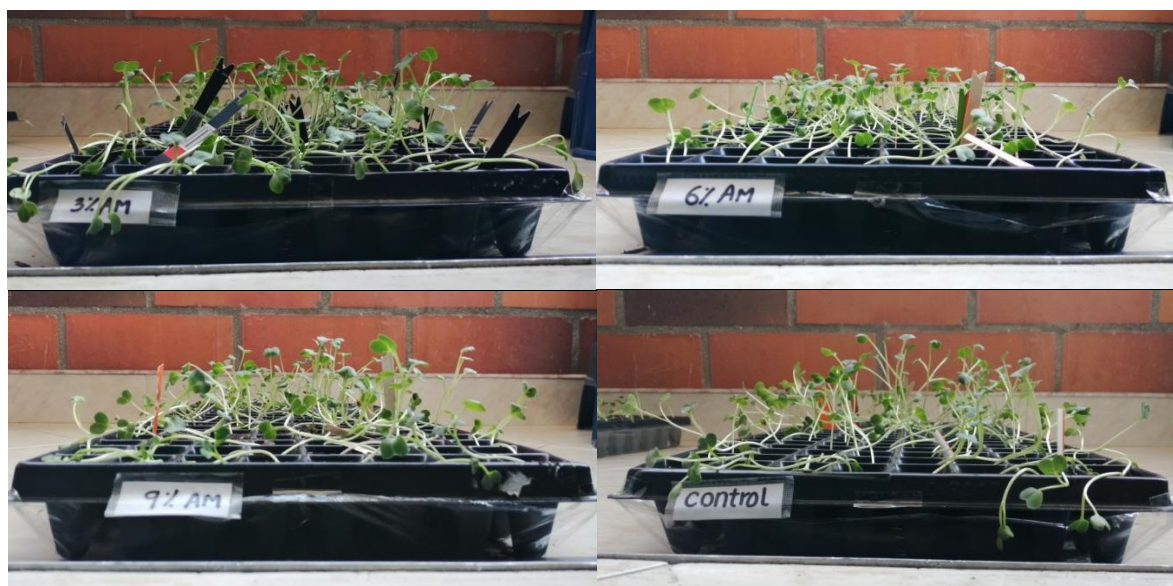


Anexo 3. Registro fotográfico del ensayo 1 día 3



Fuente: propia

Anexo 4. Registro fotográfico de ensayo 1 día 6



Fuente: propia

Anexo 5. Registro fotográfico de plántulas afectadas por las variables



Fuente: propia