



*Evaluación del efecto de la aplicación del agua de mar como solución nutritiva en el cultivo de banano*

*Evaluation of the effect of applying seawater as a nutrient solution in banana cultivation*

*Avaliação do efeito da aplicação de água do mar como solução nutritiva no cultivo da bananeira*

Edison Alejandro Saltos-Muñoz<sup>I</sup>

[esaltos1@utmachala.edu.ec](mailto:esaltos1@utmachala.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0001-2373-6817>

José Nicasio Quevedo-Guerrero<sup>II</sup>

[jnquevedo@utmachala.edu.ec](mailto:jnquevedo@utmachala.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Julio Enrique Chabla-Carrillo<sup>III</sup>

[jechabla@utmachala.edu.ec](mailto:jechabla@utmachala.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-9761-5890>

**Correspondencia:** [esaltos1@utmachala.edu.ec](mailto:esaltos1@utmachala.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 07 de febrero de 2024 \* **Aceptado:** 14 de marzo de 2024 \* **Publicado:** 30 de abril de 2024

- I. Universidad Técnica de Machala, Ecuador.
- II. Universidad Técnica de Machala, Ecuador.
- III. Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

## Resumen

El cultivo de banano (*Musa x paradisiaca*, L), requiere una cantidad apropiada de macroelementos y microelementos, debido a que son esenciales en cada una de las etapas fenológicas de este cultivo. Sin embargo, una aplicación excesiva de alguno de los macros y micro nutrientes puede resultar contradictorio en el funcionamiento de la planta. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación del agua de mar como solución nutritiva en el cultivo de banano. La presente investigación se llevó a cabo en la finca "Santa Inés", ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, a 5,5 km de la vía Machala - Pasaje, parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, implementado en el área de experimentación de banano de la Granja "Santa Inés", se utilizó agua de mar y agua dulce, los cuales se mezclaron en el tratamiento 2 y tratamiento 3, empleando diferentes dosificaciones obtenido así 10 tratamientos incluyendo al testigo. Los tratamientos fueron aplicados en un área de 700 m<sup>2</sup>, cada dosis fue colocada en 5 plantas respectivamente. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, fuste, área foliar, emisión foliar, muestreo de raíces, conductividad eléctrica y potencial de hidrogeno (pH), para lo cual debió utilizarse plantas que posean similares características. Se llegó a determinar que la incorporación de 50 CC de agua de mar expuesta al sol (AMPS) para las variables de desarrollo. Sin embargo, se observó un rendimiento superior en las variables de raíces con la dosis de 50 CC de AMPS 1/30, por lo que se llega a destacar que resulta beneficioso la aplicación de alguno de estos tratamientos dependiendo la necesidad del productor.

**Palabras clave:** Desalinización; temperatura; evaporación; muestreo.

## Abstract

The cultivation of banana (*Musa x paradisiaca*, L) requires an appropriate amount of macroelements and microelements, because they are essential in each of the phenological stages of this crop. However, an excessive application of any of the macro and micro nutrients can be contradictory to the functioning of the plant. The objective of the research was to evaluate the effect of applying seawater as a nutrient solution on banana cultivation. The present investigation was carried out on the "Santa Inés" farm, located in the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Machala, 5.5 km from the Machala - Pasaje road, El Cambio parish,

Machala canton, province of El Oro. The experimental design used was a randomized block design, implemented in the banana experimentation area of the “Santa Inés” Farm, seawater and fresh water were used, which were mixed in treatment 2 and treatment 3. Using different dosages, 10 treatments were obtained, including the control. The treatments were applied in an area of 700 m<sup>2</sup>, each dose was placed on 5 plants respectively. The variables evaluated were: plant height, stem, leaf area, leaf emission, root sampling, electrical conductivity and hydrogen potential (pH), for which plants that have similar characteristics should have been used. It was determined that the incorporation of 50 CC of seawater exposed to the sun (AMPS) for the development variables. However, a higher performance was observed in the root variables with the dose of 50 CC of AMPS 1/30, so it can be highlighted that the application of any of these treatments is beneficial depending on the producer's needs.

**Keywords:** Desalination; temperature; evaporation; sampling.

## Resumo

O cultivo da bananeira (*Musa x paradisiaca*, L) necessita de quantidade adequada de macroelementos e microelementos, pois são essenciais em cada uma das fases fenológicas desta cultura. Porém, uma aplicação excessiva de qualquer um dos macro e micronutrientes pode ser contraditória ao funcionamento da planta. O objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito da aplicação de água do mar como solução nutritiva no cultivo da bananeira. A presente investigação foi realizada na fazenda "Santa Inés", localizada na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Técnica de Machala, a 5,5 km da estrada Machala - Pasaje, freguesia de El Cambio, cantão de Machala, província de El Oro. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, implantado na área de experimentação de banana da Fazenda “Santa Inés”, utilizou-se água do mar e água doce, que foram misturadas no tratamento 2 e no tratamento 3. Utilizando diferentes dosagens, foram obtidos 10 tratamentos. , incluindo o controle. Os tratamentos foram aplicados em uma área de 700 m<sup>2</sup>, cada dose foi colocada em 5 plantas respectivamente. As variáveis avaliadas foram: altura da planta, caule, área foliar, emissão foliar, amostragem de raízes, condutividade elétrica e potencial de hidrogênio (pH), para as quais deveriam ter sido utilizadas plantas com características semelhantes. Foi determinada a incorporação de 50 CC de água do mar exposta ao sol (AMPS) para as variáveis de desenvolvimento. Entretanto, foi observado um desempenho

superior nas variáveis de raiz com a dose de 50 CC de AMPS 1/30, podendo-se destacar que a aplicação de qualquer um desses tratamentos é benéfica dependendo da necessidade do produtor.

**Palavras-chave:** Dessalinização; temperatura; evaporação; amostragem.

## Introducción

El cultivo de banano (*Musa x paradisiaca*, L) ocupa un lugar destacado entre las actividades agrícolas a nivel mundial, siendo cultivado en más de 150 países. La mayor parte de la producción global se concentra en regiones tropicales y subtropicales, con India, China (continental), Filipinas y Ecuador liderando la producción mundial (López & Segovia, 2017).

A nivel global, el banano se sitúa como el cuarto cultivo alimenticio más relevante después del maíz, arroz y trigo, contribuyendo en promedio con un 15% del volumen total de producción de frutas a nivel mundial (Sánchez et al., 2021).

Ecuador se destaca como uno de los principales productores y exportadores de banano a nivel mundial, desempeñando un papel vital en la economía del país. Las exportaciones ecuatorianas de banano tienen como destinos principales los Estados Unidos, la Unión Europea y Rusia (Herrera, 2020).

Esta fruta, además de su importancia económica, ofrece una amplia gama de beneficios para la salud debido a su alto valor nutricional. Aunque la composición nutricional puede variar ligeramente según el tamaño del fruto, es esencial proporcionar cantidades adecuadas de nutrientes como potasio, nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, azufre, hierro y zinc para su óptimo desarrollo (Álvarez, 2013).

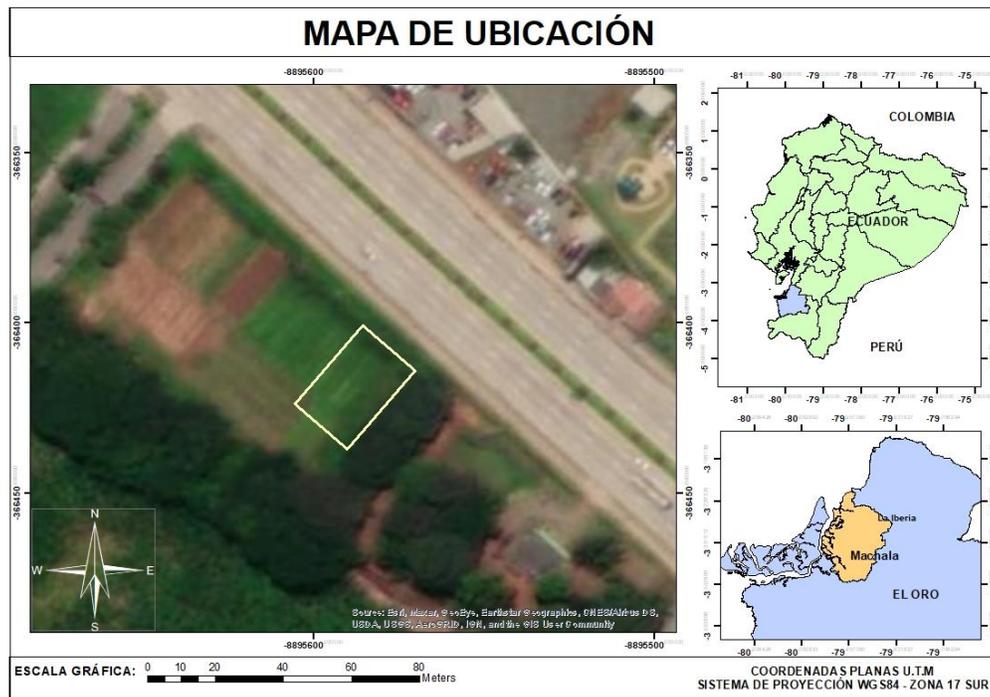
La utilización del agua de mar en el cultivo de banano se plantea como una estrategia para aprovechar los diversos elementos presentes en esta solución, como cloruro de sodio, magnesio, calcio, potasio y varios oligoelementos. No obstante, su uso excesivo puede tener contraindicaciones. Aunque el agua de mar no es apta para el consumo humano debido a su alta concentración de sal, posee importancia fundamental en los ecosistemas marinos y encuentra aplicaciones significativas en la industria, investigación científica y desalinización para obtener agua dulce (Arjonilla & Blasco, 2003).

La presente investigación se llevó a cabo en la finca "Santa Inés", ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, a 5,5 km de la vía Machala - Pasaje, parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro. El propósito fundamental es ofrecer

alternativas a los productores mediante el uso de agua de mar, evitando así la dependencia de agroquímicos, cuyos efectos pueden resultar perjudiciales a largo plazo.

## Materiales y métodos

El lugar donde se desarrolló la investigación se encuentra en los predios de la Granja Experimental “Santa Inés” en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, parroquia el Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro (Figura 1). El área de estudio se encuentra georreferenciado por las coordenadas geográficas: 3°17'30" S; 79°54'51" W, con una altitud de 6 m s. n. m, la zona posee una temperatura promedio de 25 °C, con dos a tres horas de heliofanía diaria y precipitación anual de 500 mm.



*Figura 1. Área de estudio*

## Implementación del agua de mar expuesta al sol

Al momento utilizar el agua de mar, es necesario someterla a un proceso normalmente conocido como destilación, la cual se realiza de forma natural exponiendo el agua al sol. Este método se empleó, colocando en un tanque el agua de mar para que mediante la gravedad los elementos pesados presentes en el agua de mar descendieran y posteriormente por el aumento de la temperatura

se llegue a evaporar el cloro teniendo como resultado una reducción en el nivel de conductividad eléctrica y la dureza (Porta et al, 2002) (Figura 2).

### Agua de mar disuelta en agua dulce

La implementación del agua dulce a la solución anterior, se la realizó de dos formas una mezclando 1 litro de agua de mar en una disolución de 40 litro de agua dulce. De igual forma, se empleó la misma relación, pero en una disolución de 30 litros de agua dulce. Cabe resaltar que, luego de revisar los análisis de cada tratamiento, se observó que al mezclar las soluciones en diferentes proporciones se llegó a obtener una disminución considerada de la conductividad eléctrica y el cloro presente en el agua de mar (Figura 2).

Muestra	mg/l										meq/l										dS/m
	PH	NO3-	NO2-	P-PO4	Zn	Cu	Fe	Mn	B	STD	DUREZA	K	Ca	Mg	SO4	CO3=	CCO3	Cl-	Na	RAS	
AGUA DE MAR SIN DESALINACION	8.00	1.40	0.011	0.67	0.05	0.04	0.18	0.03	2.84	25483.10	2421.90	14.71	14.59	34.40	13.90	0.00	3.00	410.00	402.10	81.24	48.30
AGUA DE MAR DESALINIZACION SOLAR	7.30	1.20	0.006	0.98	0.05	0.01	0.24	0.03	1.06	13506.76	1356.76	8.63	7.78	19.67	9.24	0.00	2.10	11.20	98.71	26.64	25.60
AGUA DE MAR DESALINIZADA DISUELTA EN CONCENTRACION 1/40	7.80	1.00	0.005	0.81	0.01	0.00	0.00	0.02	0.43	848.40	167.86	0.19	1.95	1.43	6.46	0.00	3.40	2.57	8.92	6.86	1.61
AGUA DE MAR DESALINIZADA DISUELTA EN CONCENTRACION 1/30	7.85	1.10	0.005	0.88	0.02	0.00	0.00	0.02	0.54	956.32	198.62	0.35	2.34	1.62	7.12	0.00	3.45	3.00	9.51	10.02	2.00

*Figura 2. Análisis de tratamientos*

### Diseño experimental

Para el estudio fue utilizado bloques al azar, implementado en el área de experimentación de banano de la Granja “Santa Inés”, se utilizó agua de mar y agua dulce, los cuales se mezclaron en el tratamiento 2 y tratamiento 3, empleando diferentes dosificaciones obtenido así 10 tratamientos incluyendo al testigo. Los tratamientos fueron aplicados en un área de 700 m<sup>2</sup>, cada dosis fue colocada en 5 plantas respectivamente (Tabla 1).

**Tabla 1.** Tratamientos y combinación de los productos.

Tratamientos	Producto/Combinación
T1D1	Agua de mar expuesta al sol 50 CC
T1D2	Agua de mar expuesta al sol 100 CC
T1D3	Agua de mar expuesta al sol 150 CC
T2D1	Agua de mar expuesta al sol 1/40 Disolución en agua dulce 50 CC
T2D2	Agua de mar expuesta al sol 1/40 Disolución en agua dulce 100 CC
T2D3	Agua de mar expuesta al sol 1/40 Disolución en agua dulce 150 CC
T3D1	Agua de mar expuesta al sol 1/30 Disolución en agua dulce 50 CC
T3D2	Agua de mar expuesta al sol 1/30 Disolución en agua dulce 100 CC
T3D3	Agua de mar expuesta al sol 1/30 Disolución en agua dulce 150 CC

### Aplicación de tratamientos

Al momento de la dosificación de las soluciones para la aplicación, se decidió seleccionar 15 plantas por tratamiento, teniendo un total de 50 plantas incluyendo el testigo. Dentro de los cuales, para los tres tratamientos se empleó tres dosificaciones de 50, 100 y 150 CC. En cambio, las aplicaciones fueron realizadas cada 15 días respectivamente (Figura 3).



**Figura 3.** Composición de tratamientos. A) Agua de mar expuesta al sol, B) Agua de mar expuesta al sol 1/40, C) Agua de mar expuesta al sol 1/30.

## VARIABLES DE ESTUDIO Y MOMENTO DE EVALUACIÓN

### VARIABLES DE DESARROLLO

La altura de la planta se midió con una cinta métrica con la finalidad de tener mayor precisión en los datos, para esto se mide desde la base del pseudotallo hasta la intersección de las primeras hojas, la medición fue realizada en metros (m). Para el fuste, se debió seleccionar la planta en cuestión y rodearla con la cinta métrica sin dañar la planta, cabe destacar que es preferible realizarlo a una altura de 1.20 metros. La medición se la efectuó en metros (m) (Manzanares, 2018) (Figura 4).



*Figura 4. Variable de altura de la planta*

La emisión foliar consiste en contar la emergencia de las nuevas hojas en un periodo de tiempo específico, de forma semanal en esta ocasión. Para este tipo de dato, es necesario observar la hoja bandera, para determinar el valor que se puede atribuir en el momento (0.2, 0.4, 0.6, 0.8 o 1). Para el área foliar, es necesario una cinta métrica para obtener las dimensiones de la hoja, pero antes se debe seleccionar una hoja madura y representativa de la planta, por lo que es preferible utilizar una que esté completamente desarrollada y sin daños significativos (Ordoñez, 2021) (Figura 5).



*Figura 5. Variable de emisión foliar*

Para la obtención de esta variable, fue necesario utilizar un medidor de conductividad eléctrica, debido a que estos equipos se encuentran equipados con electrodos diseñados para la medición de suelos. Es importante humedecer el suelo previo a la toma de las mediciones, por lo que se consideró tomar dos datos uno a 10 centímetros y otro a 20 centímetros. Para obtener el dato de pH, se utilizó el mismo equipo, pero es necesario seleccionar varios puntos alrededor de la zona radicular de la planta, para la obtención de una muestra representativa del suelo (Correa, 2015) (Figura 6).



*Figuras 6. Variables de conductividad eléctrica y pH.*

Para la variable de raíces, se tuvo que muestrear a 30 centímetros de la planta, donde se hizo dos muestreos por tratamiento incluyendo el testigo, los muestreos se los efectuó realizó en hoyos cuyas dimensiones fueron de 30 cm x 30 cm con una profundidad de 20 cm, después se obtuvo el mayor número de raíces presentes, para luego dividirlos en raíces sanas, raíces enfermas y raíces muertas (Osorno & Sánchez, 2008) (Figura 7).



*Figura 7. Variable de muestreo de raíz*

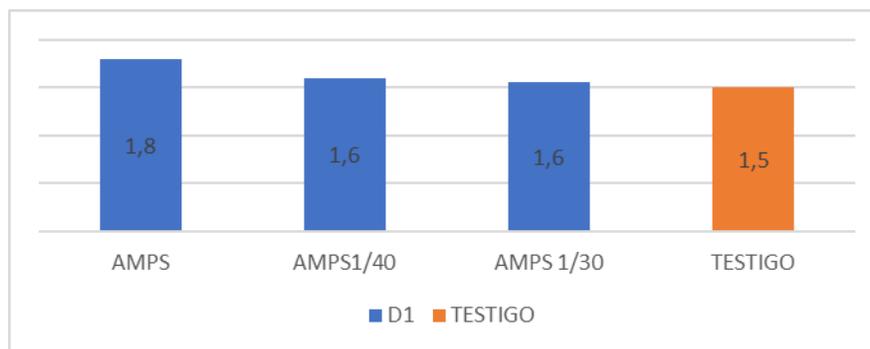
## Resultados y discusión

Se realizó un análisis univariado de varianza (UNIANOVA) (Tablas 2), dentro de las cuales se puede evidenciar las diferencias significativas entre dosis y tratamiento entre los grupos de emisión foliar, fuste, altura de la planta, área foliar, conductividad eléctrica, pH, PTR y muestreo de raíces. Por otra parte, cabe mencionar que los datos de pH no poseen diferencia significativa, debido a que están en un rango de 5 – 5.6 y no son valores legibles para el software SPSS (IBM, 2023).

DOSIS	EF			FUSTE			AP			AF			CE			PTR			RS			RE			RM		
	AMPS	AMP S1/40	AMPS 1/30	AMPS	AMP S1/40	AMPS 1/30	AMPS	AMP S1/40	AMPS 1/30	AMPS	AMP S1/40	AMP S 1/30	AMPS	AMP S1/40	AMPS 1/30	AMP S	AMP S1/40	AMPS 1/30	AMP S	AMP S1/40	AMPS 1/30	AMPS	AMP S1/40	AMP S 1/30	AMP S	AMP S1/40	AMPS 1/30
D1(50CC)	1,8	1,6	1,6	0,5	0,4	0,4	1,9	1,8	1,6	7,9	7	5,7	0,8	0,7	0,8	39,5	65,5	38	16,5	29,5	28,5	15	30,5	7,5	16,5	29,5	28,5
D2(100CC)	1,5	1,5	1,6	0,4	0,5	0,4	1,8	1,9	1,8	6,8	7,4	7	0,7	0,8	0,8	36	72	48	16,5	16,5	11,5	17,5	46,5	34,5	16,5	16,5	11,5
D3(150CC)	1,5	1,5	1,7	0,5	0,5	0,4	1,9	1,9	1,8	7,8	7	7,2	0,7	0,8	0,7	42,5	50,5	82	24,5	18	31,5	9	22,5	40,5	24,5	18	31,5
Sig. (0,05) Tratamiento	0,160			0,004			0,001			0,056			0,116			0,00001			0,042			0,000002			0,005		
Sig. (0,05) Dosis	0,110			0,178			0,217			0,431			0,783			0,081			0,001			0,0001			0,000001		

*Figura 8. Análisis univariado de varianza en variables de desarrollo y radicular.*

**Emisión foliar** Se realizó el análisis univariado de varianza UNIANOVA con una confiabilidad del 95% y se demostró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y dosis, debido a que superan al ( $p = 0.05$ ), pero al visualizar las medias de cada una de las dosis se obtuvo mejores resultados con la dosis 1 de 50 CC en AMPS (agua de mar expuesta al sol).



*Figura 9. Variable estudiada (Emisión foliar), dosis 1 = 50CC*

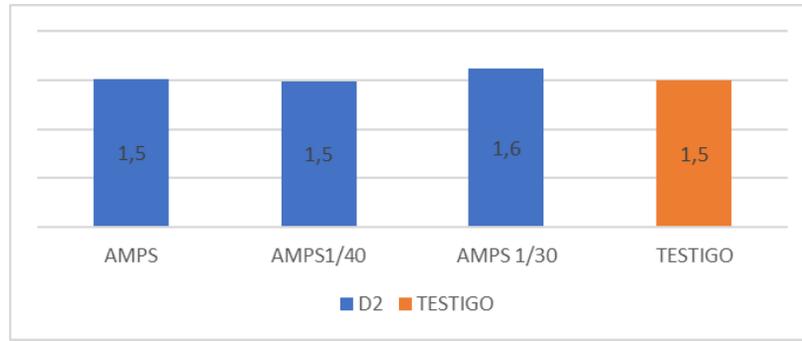


Figura 10. Variable estudiada (Emisión foliar), dosis 2 = 100CC.

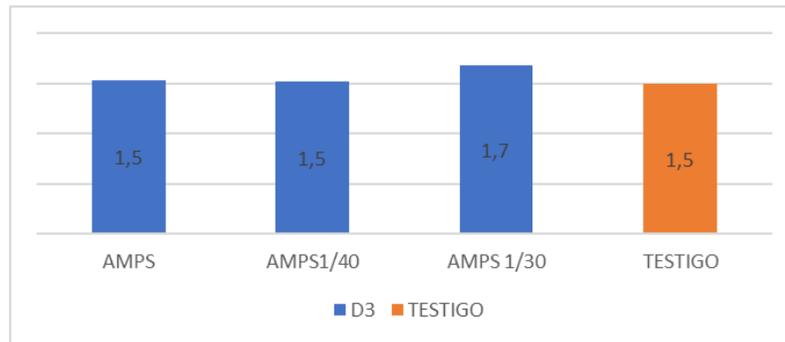


Figura 11. Variable estudiada (Emisión foliar), dosis 3 = 150CC

### Fuste

Según el análisis univariado de varianza UNIANOVA con una confiabilidad del 95%, se puede evidenciar que existe diferencia significativa entre los tratamientos, debido a que no supera al ( $p = 0.05$ ). Sin embargo, al observar las medias se obtuvo un mayor rendimiento con la dosis 1 de 50 CC en el tratamiento AMPS (agua de mar expuesta al sol).

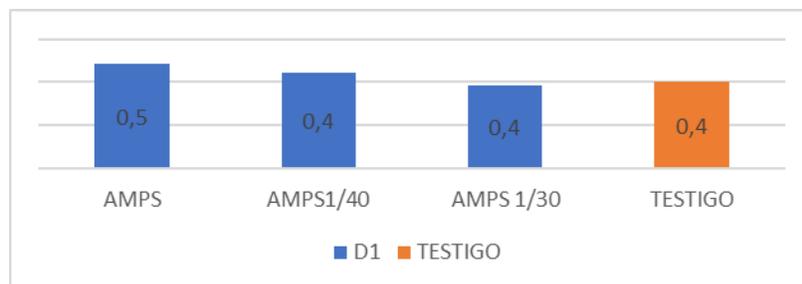
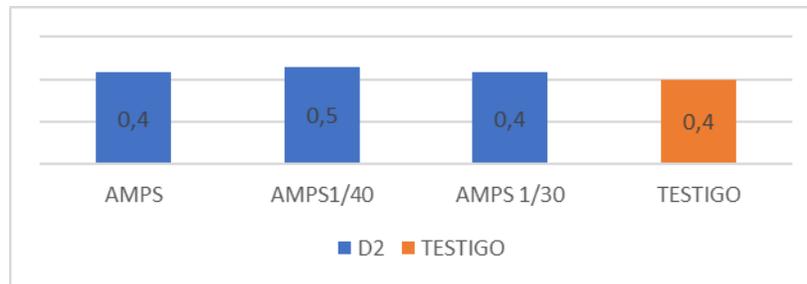
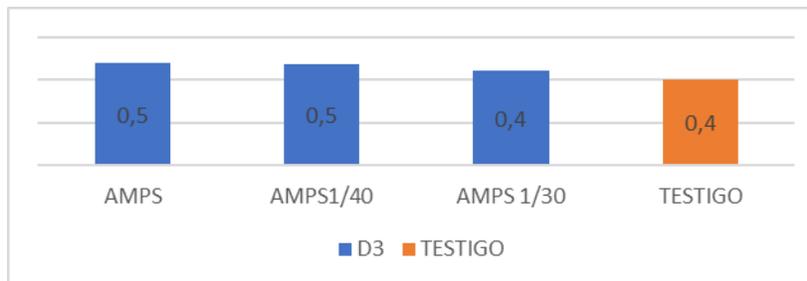


Figura 12. Variable estudiada (Fuste), dosis 1 = 50CC



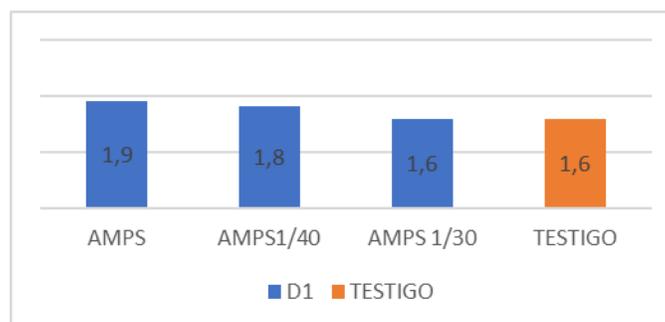
**Figura 13.** Variable estudiada (Fuste), dosis 2 = 100CC



**Figura 14.** Variable estudiada (Fuste), dosis 3 = 150CC

### Altura de la planta

Según el análisis univariado de varianza UNIANOVA con una confiabilidad del 95%, brindó como resultado que existe diferencia significativa entre los tratamientos, debido a que no sobrepasa al ( $p = 0.05$ ). En cambio, se puede resaltar un aumento con la dosis 1 de 50 CC en el tratamiento de AMPS (agua de mar expuesta al sol), a comparación del tratamiento testigo (Gómez, 2017).



**Figura 15.** Variable estudiada (Altura de la planta), dosis 1 = 50 CC

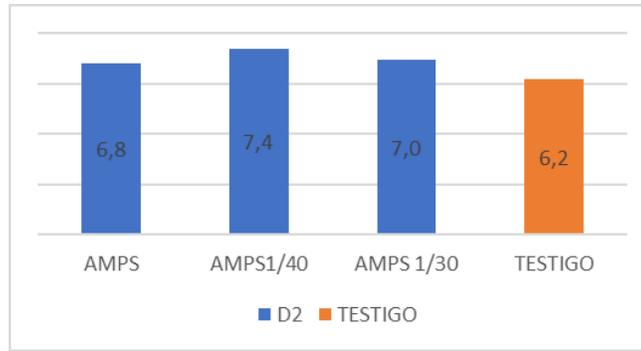


Figura 16. Variable estudiada (Altura de la planta), dosis 2 = 100CC

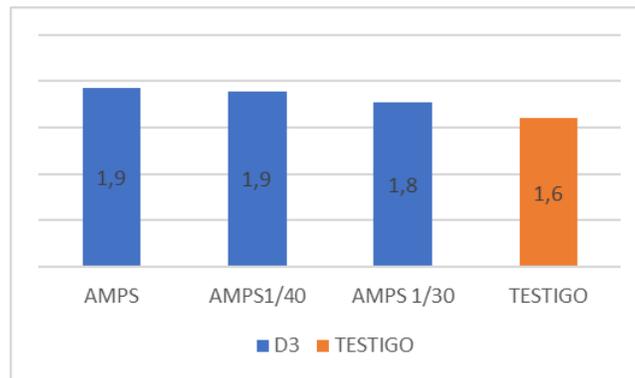


Figura 17. Variable estudiada (Altura de la planta), dosis 3 = 150CC

### Área foliar

Según el análisis univariado de varianza UNIANOVA con una confiabilidad del 95%, indicó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, debido a que superan al ( $p = 0.05$ ), pero a través de las medias se puede observar un incremento de esta variable con la dosis 1 de 50 CC del tratamiento AMPS (agua de mar expuesta al sol), en comparación del resto de tratamiento y testigo.

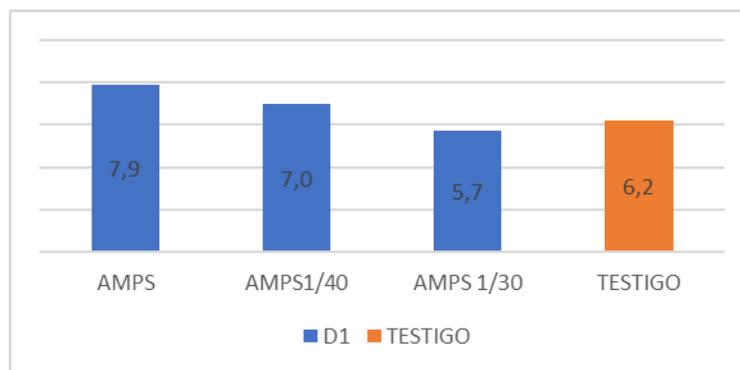
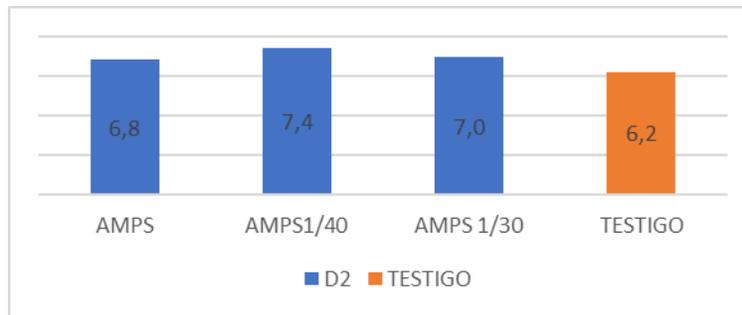
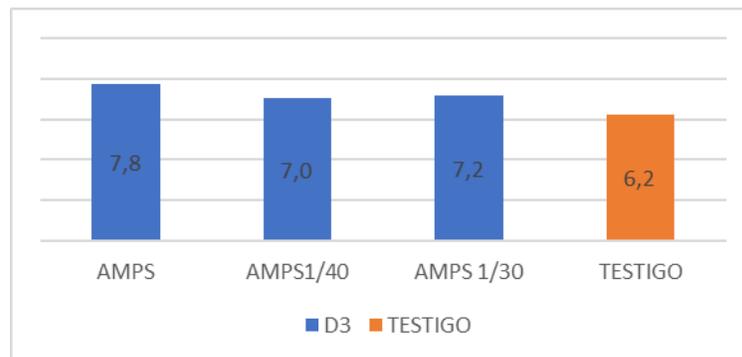


Figura 18. Variable estudiada (Área foliar), dosis 1 = 50CC



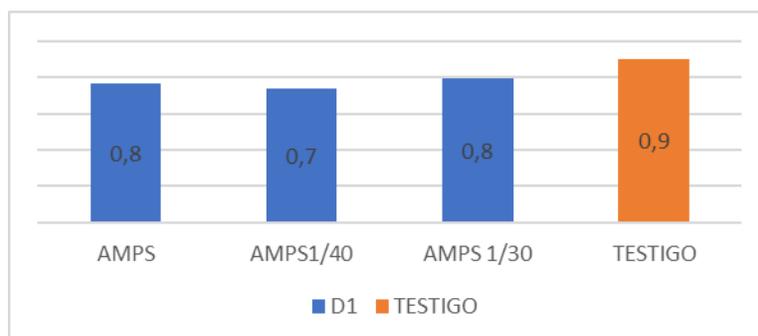
**Figura 19.** Variable estudiada (Área foliar), dosis 2 = 100CC



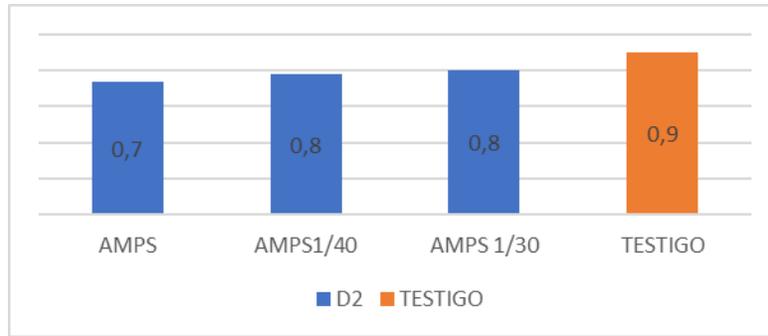
**Figura 20.** Variable estudiada (Área foliar), dosis 3 = 150CC

### Conductividad eléctrica

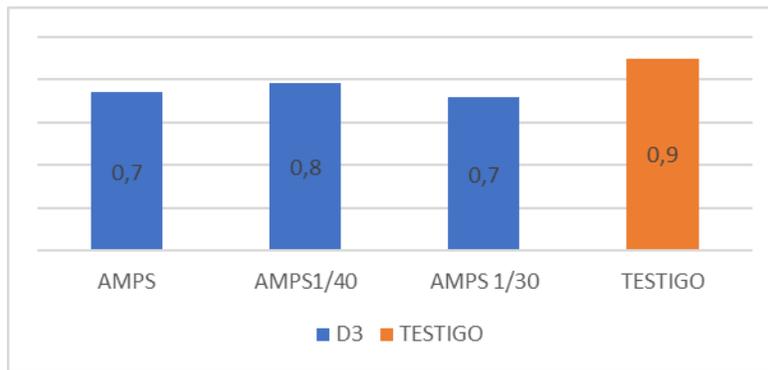
Según el análisis univariado de varianza UNIANOVA con una confiabilidad del 95%, en el cual dio como resultado que no existe diferencia estadística entre los tratamientos, por lo que llegan a superar al ( $p = 0.05$ ). Por ende, a través de las medias se puede observar una mejora en esta variable en la dosis 1 de 50 CC en el tratamiento AMPS 1/40 en comparación al resto de tratamientos y testigo.



**Figura 21.** Variable estudiada (Conductividad eléctrica), dosis 1 = 50CC



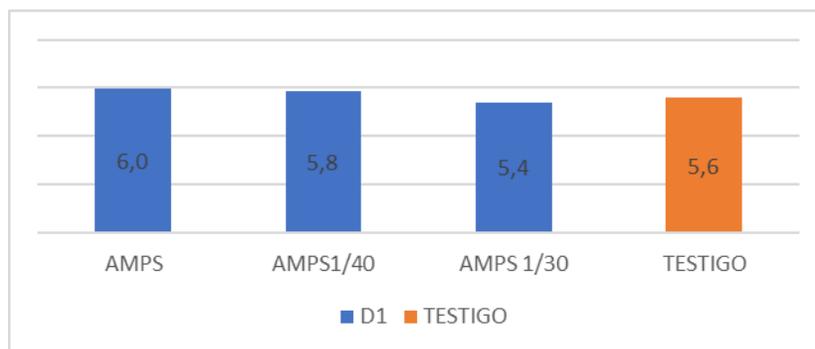
**Figura 22.** Variable estudiada (Conductividad eléctrica), dosis 2 = 100CC



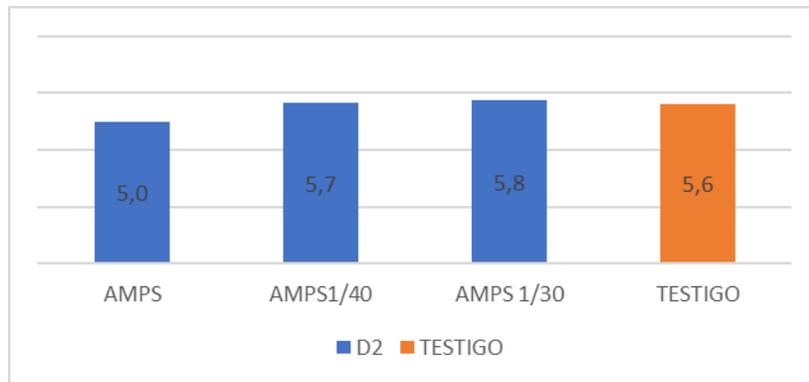
**Figura 23.** Variable estudiada (Conductividad eléctrica), dosis 3 = 150CC

## pH

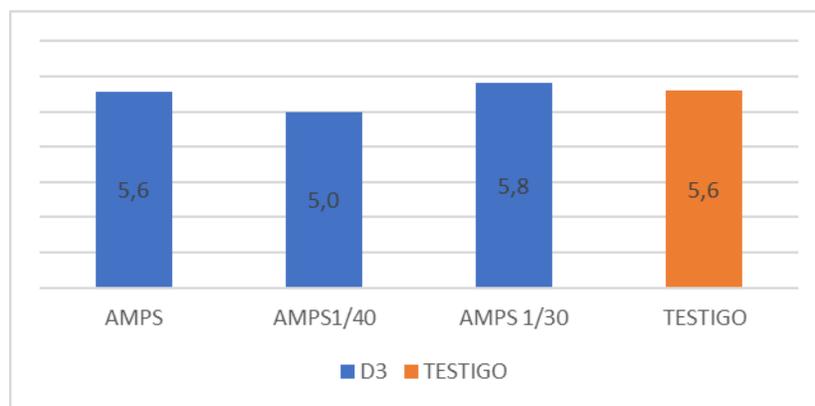
En la ilustración 7, según el análisis univariado de varianza UNIANOVA con una confiabilidad del 95%, en el cual no se logró obtener un resultado, debido a que están en un rango de 5 – 5.6 y no existe diferencia significativa por la mínima variación en los datos, pero al observar la media se analiza un mejor pH con la implementación del tratamiento AMPS con (D2 = 100 CC) y AMPS 1/40 con (D3 = 150 CC) a comparación con el testigo.



**Figura 24.** Variable estudiada (pH), dosis 1 = 50CC



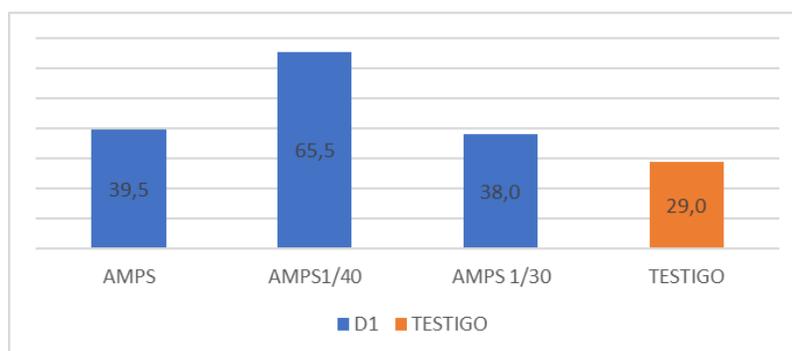
**Figura 25.** Variable estudiada (pH), dosis 2 = 100CC



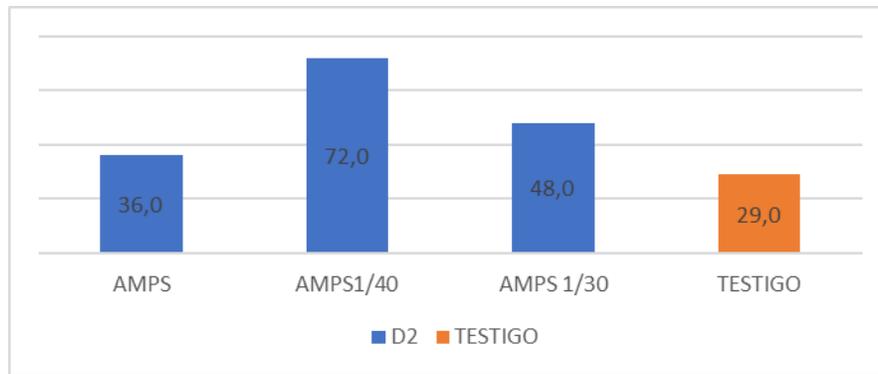
**Figura 26.** Variable estudiada (pH), dosis 3 = 150CC

## PTR

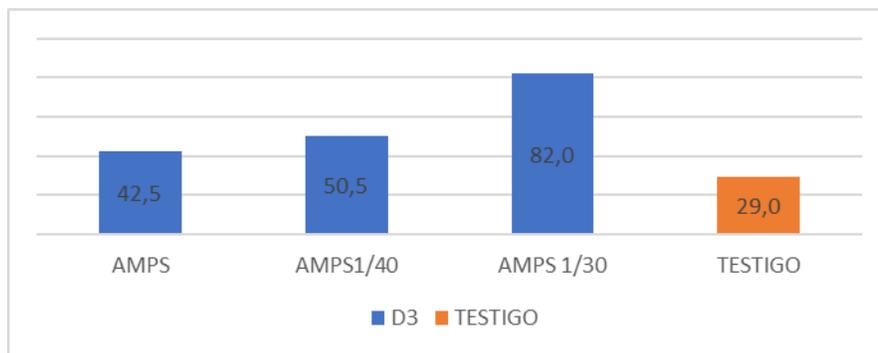
Según el análisis univariado de varianza UNIANOVA con una confiabilidad del 95%, dio como resultado que existe diferencia significativa entre los tratamientos, debido a que no supera al ( $p = 0.05$ ).



**Figura 27.** Variable estudiada (PTR), dosis 1 = 50CC



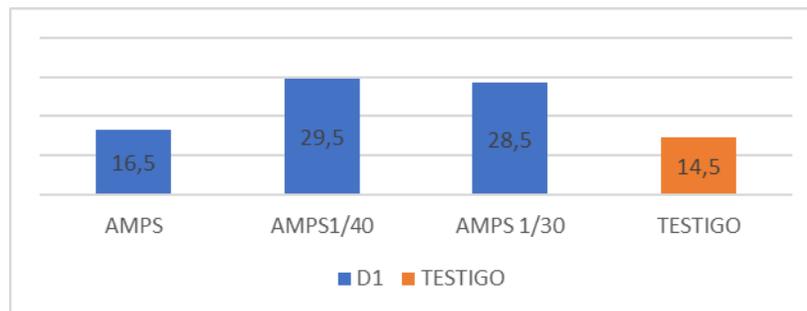
**Figura 28.** Variable estudiada (PTR), dosis 2 = 100CC



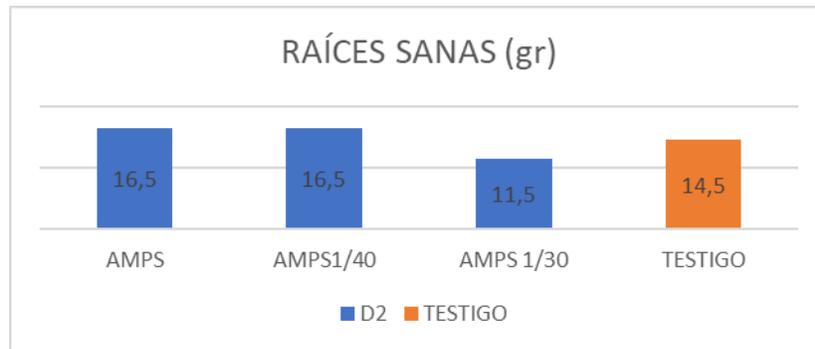
**Figura 29.** Variable estudiada (PTR), dosis 3 = 150CC

### Raíces sanas

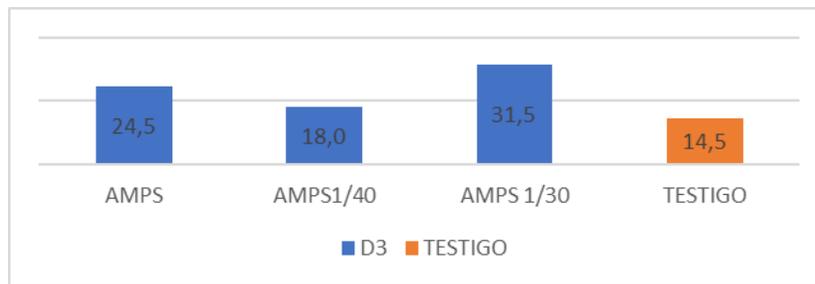
Según el análisis univariado de varianza UNIANOVA con una confiabilidad del 95%, dio como resultado que existe diferencia significativa entre los tratamientos, debido a que no supera al ( $p = 0.05$ ). En esta ocasión se puede observar a través de las medias que el tratamiento AMPS 1/30 tiene buenos resultados en la dosis 1 y 3 respectivamente a comparación del resto de tratamientos y testigo.



**Figura 30.** Variable estudiada (Raíces sanas), dosis 1 = 50CC



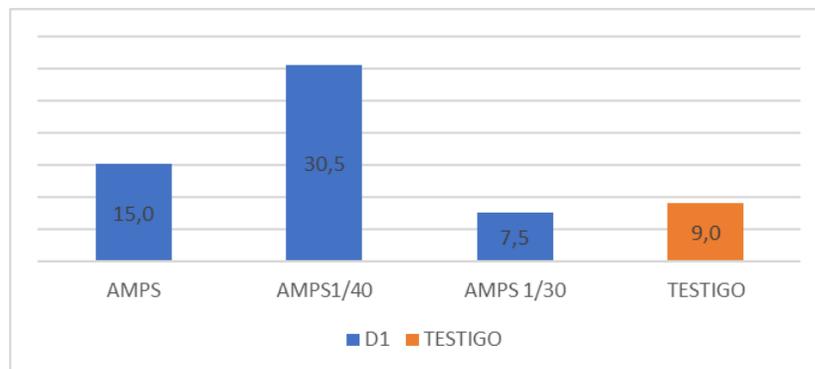
**Figura 31.** Variable estudiada (Raíces sanas), dosis 2 = 100CC



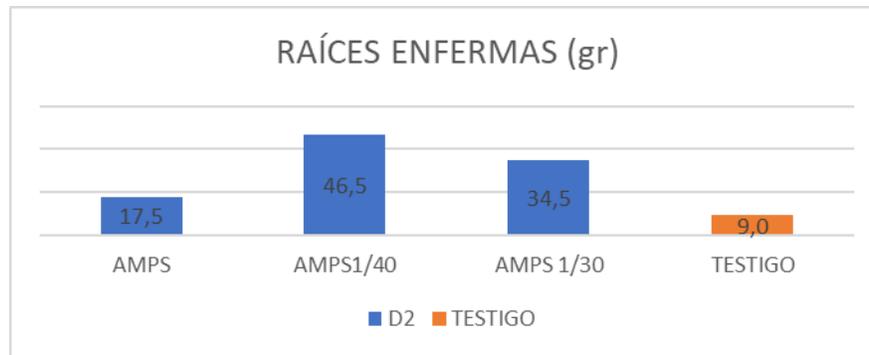
**Figura 32.** Variable estudiada (Raíces sanas), dosis 3 = 150CC

### Raíces enfermas

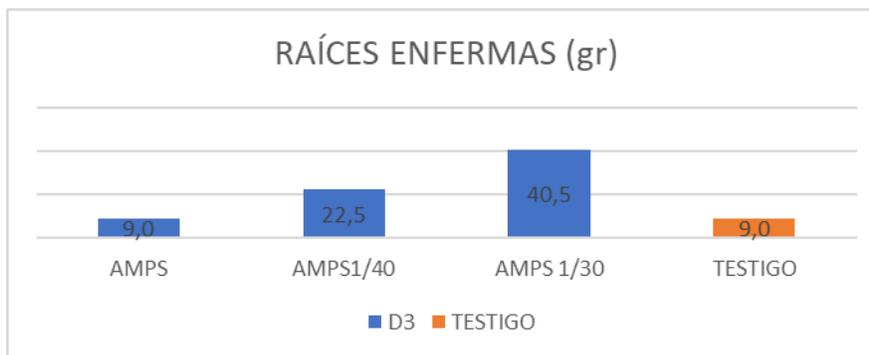
Según el análisis univariado de varianza UNIANOVA con una confiabilidad del 95%, indicó que existe diferencia significativa entre los tratamientos, debido a que no supera al ( $p = 0.05$ ). Sin embargo, se registra una menor cantidad de raíces enfermas en el tratamiento de AMPS 1/30 en la dosis 1 de 50 CC a comparación del testigo (Piedrahita, 2011).



**Figura 33.** Variable estudiada (Raíces enfermas), dosis 1 = 50CC



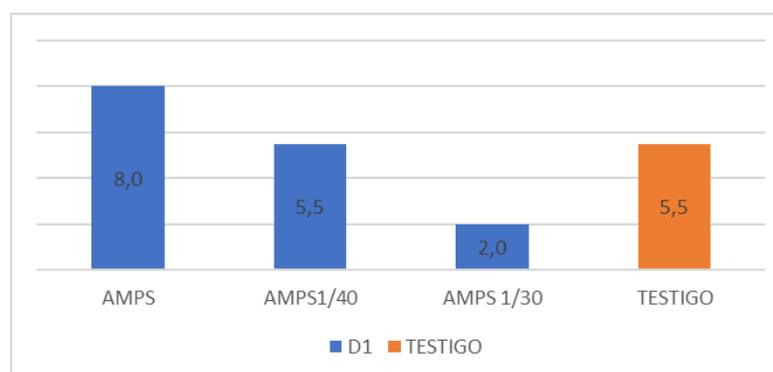
**Figura 34.** Variable estudiada (Raíces enfermas), dosis 2 = 100CC



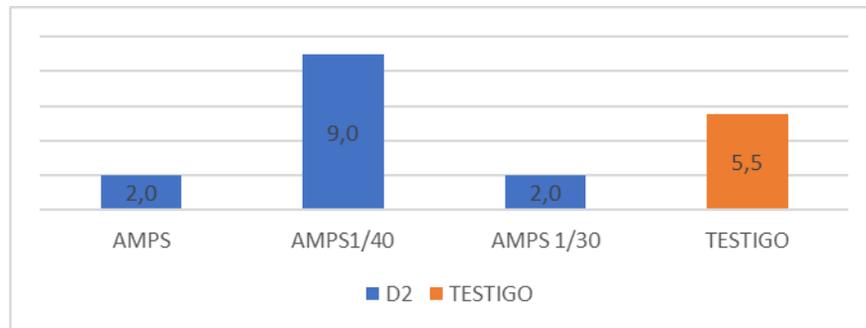
**Figura 35.** Variable estudiada (Raíces enfermas), dosis 3 = 150CC

### Raíces muertas

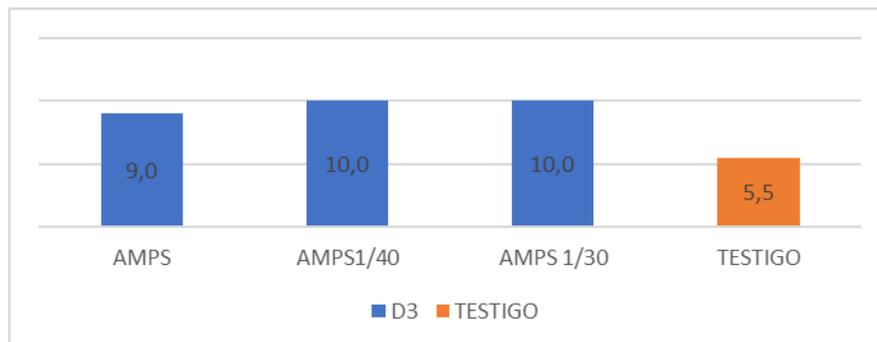
Según el análisis univariado de varianza UNIANOVA con una confiabilidad del 95%, dio como resultado que existe diferencia significativa entre los tratamientos, debido a que no supera al ( $p = 0.05$ ). Sin embargo, se registra una menor cantidad de raíces muertas en el tratamiento de AMPS 1/30 en la dosis 1 de 50 CC a comparación del testigo.



**Figura 36.** Variable estudiada (Raíces muertas), dosis 1 = 50CC



**Figura 37.** Variable estudiada (Raíces muertas), dosis 2 = 100CC



**Figura 38.** Variable estudiada (Raíces muertas), dosis 3 = 150CC

## Conclusión

A partir del análisis de los tratamientos de agua de mar expuesta al sol, agua de mar disuelta en agua dulce 1/40 y agua de mar disuelta en agua dulce 1/30, se pueden identificar los elementos presentes en mayor cantidad, así como la conductividad eléctrica de cada una de las soluciones. Con base en los datos recopilados anteriormente, se determinó que la dosis óptima para la aplicación en campo es de 50 CC del tratamiento AMPS para las variables de desarrollo. Sin embargo, se observó un rendimiento superior en las variables de raíces con la dosis de 50 CC de AMPS 1/30.

## Referencias

1. Porta M., Rubio E., Fernández J. (2002). Sistema de desalación solar de agua de mar para riego eficiente en un módulo de cultivo. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., México.

- <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/2346/1/924-Texto%20del%20artículo-1341-1-10-20151207.pdf>
2. Álvarez, W. (2013). Efecto del raquis floral de banano procesado sobre el vigor de la planta y la incidencia del desorden fisiológico conocido como "balastro" en banano (*Musa sp.* AAA Gran Nain) en Río Frío, Sarapiquí, Heredia. Licenciatura en grado de Ingeniería Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede Regional San Carlos, Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/5971?locale-attribute=en>
  3. Arjonilla, M., & Blasco, J. (s/f). Análisis de nutrientes en aguas estuáricas. Efecto de la salinidad Nutrient analysis in estuarine water. Effect of salinity. Recuperado el 13 de septiembre de 2023, de Csic.es website: [https://digital.csic.es/bitstream/10261/48146/1/Analisis\\_nutrientes\\_2003.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/48146/1/Analisis_nutrientes_2003.pdf)
  4. Correa, K. (2015). Evaluación de la evapotranspiración del cultivo de banano (*Musa sp*) utilizando la ecuación de la FAO Pennan-Monteith. 52.
  5. Gómez Alvarado, J. A. (2017). Validación de soluciones nutritivas alternativas en el cultivo del plátano [Trabajo de titulación, Universidad de Guayaquil].
  6. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21564/1/G%20mez%20Alvarado%20Jes%20Alberto.pdf>
  7. -3mez%20Alvarado%20Jes%20Alberto.pdf
  8. Herrera, R. V. (2020). Incidencia de la programación del riego en la producción de banano de la finca Santa Martha. Tesis de Grado. Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador. 49  
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/HERRERA%20FLORES%20ROSA%20VICTORIA.pdf>
  9. IBM documentation. (2023, agosto 4). Ibm.com. <https://www.ibm.com/docs/en/spss-statistics/saas?topic=anova-one-way-post-hoc-tests>
  10. López, A., y Segovia, D. (2017). Análisis de la Cadena de Producción y Comercialización del Banano en Ecuador, Periodo 2013-2015. Superintendencia de control del poder de mercado, Loja. <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wpcontent/uploads/2019/03/estudio-banano-version-publica.pdf>

11. Manzanares, E. (2018). Composición química y actividad biológica del pseudotallo de *musa x paradisiaca* (banano). Machala: Universidad Técnica de Machala.
12. Ordoñez, V. J. (2021). Evaluación de la actividad radicular del cultivo de banano (*Musa Acuminata* AAA) mediante el uso de enraizadores. Tesis de Grado. Universidad Agraria Del Ecuador Facultad De Ciencias Agrarias, El Triunfo, Guayaquil, Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ORDO%C3%91EZ%20CABRERA%20VICENTE%20JAIR.pdf>
13. Osorno, Y. C. R., Hoyos, L. F. P., & Sánchez, D. A. C. (2008). Efecto de los nematodos en la cantidad y calidad de raíces y métodos de evaluación. *Revista Politécnica*, 4(7), 46–57. Recuperado de <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/111>
14. Piedrahita, G., & Adrián, Ó. (2011). El nematodo barrenador (*radopholus similis* [cobb] thorne) del banano y plátano. *Luna Azul*, 33, 137–153. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-24742011000200012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-24742011000200012&script=sci_arttext)
15. Sánchez-Brenes, R. J., & Arboleda-Julio, E. (2021). Evaluación de la sostenibilidad en el cultivo de plátano, Caribe Sur, Costa Rica. *Revista de ciencias ambientales*, 55(1), 250–270. doi:10.15359/rca.55-1.12.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).