

Artículo Original

***EFECTO BIOESTIMULANTE DE DIGESTATO Y
MICROORGANISMOS EFICIENTES SOBRE LACTUCA SATIVA EN
SUELO CON Y SIN SALINIDAD***

***BIOSTIMULANT EFFECT OF DIGESTATE AND EFFICIENT
MICROORGANISMS ON LACTUCA SATIVA IN SOIL WITH
AND WITHOUT SALINITY***

Nicolasa Rodríguez Santiesteban^{1*} <https://orcid.org/0009-0001-9011-0363>

Lisbet López González¹ <https://orcid.org/0000-0002-2362-5703>

Janet Jiménez Hernández¹ <https://orcid.org/0000-0003-1631-6539>

¹ Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI). Universidad de Sancti Spiritus
"José Martí Pérez", Sancti Spiritus, Cuba.

Recibido: Marzo 5, 2024; Revisado: Mayo 6, 2024; Aceptado: Junio 5, 2024

RESUMEN

Introducción:

La producción de bioabono a partir de los efluentes de biodigestores, contribuye al cambio de enfoque en los sistemas agroproductivos, en función de la necesaria transición energética, ecológica y de circularidad en el sector agrícola. El digestato obtenido a partir de efluentes de biodigestores, constituye un bioabono con alto valor nutritivo. Por otra parte, la aplicación de microorganismos eficientes ha resultado efectiva en la respuesta morfofisiológica de varios cultivos. El uso combinado de ambos bioproductos y su efecto en la germinación en condiciones de salinidad ha sido poco informado.

Objetivo:

Evaluar el efecto del digestato solo y combinado con microorganismos eficientes sobre la respuesta morfofisiológica del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en suelos con y sin salinidad.



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

* Autor para la correspondencia: Nicolasa Rodríguez, Email: nrsantiesteban@uniss.edu.cu



Materiales y Métodos:

Se utilizó un diseño experimental aleatorio simple (*Software Statgraphics Centurion XVIII*), con tres repeticiones por tratamiento, en bandejas flotantes y en campo, con dos variedades de lechuga (Riza 15 y Fomento 95), con empleo de digestato y el bioproducto comercial Microorganismos eficientes.

Resultados y Discusión:

La aplicación de digestato en la variedad Fomento 95 permitió un 80 % de germinación. Se obtuvo un efecto significativamente positivo del digestato, solo y combinado con microorganismos eficientes, reflejado en la tasa de asimilación neta, en suelos con y sin salinidad. Presupone la bioestimulación de la respuesta de cultivares en condiciones de salinidad.

Conclusiones:

Los resultados sugieren que ambos bioproductos pueden ser utilizados como bioestimulantes, pues promueven el crecimiento y desarrollo de plantas como la lechuga en suelos con y sin salinidad.

Palabras clave: bioabono; digestato; lechuga; microorganismos eficientes; salinidad.

ABSTRACT

Introduction:

The production of biofertilizer from biodigester effluents contributes to the change of approach in agro-productive systems, in function of the necessary energetic, ecological and circularity transition in the agricultural sector. The digestate obtained from biodigester effluents constitutes a biofertilizer with high nutritional value. On the other hand, the application of efficient microorganisms has been effective in the morphophysiological response of several crops. The combined use of both bioproducts and their effect on germination under salinity conditions has been little reported.

Objective:

To evaluate the effect of digestate alone and combined with efficient microorganisms on the morphophysiological response of the lettuce crop (*Lactuca sativa*) in soils with and without salinity.

Materials and Methods:

A simple randomized experimental design (*Statgraphics Centurion XVIII Software*) was used, with three repetitions per treatment, in floating trays and in the field, with two lettuce varieties (Riza 15 and Fomento 95), using digestate and the commercial bioproduct Efficient Microorganisms.

Results and Discussion:

The application of digestate on the Fomento 95 variety allowed 80 % germination. A significantly positive effect of the digestate, alone and combined with efficient microorganisms, was obtained, reflected in the net assimilation rate, in soils with and without salinity. It presupposes the biostimulation of the response of cultivars under salinity conditions.

Conclusions:

The results suggest that both bioproducts can be used as biostimulants, as they promote

the growth and development of plants such as lettuce in soils with and without salinity.

Keywords: biofertilizer; digestate; lettuce; efficient microorganisms; salinity.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos en el mundo es el mayor desafío para alcanzar la sustentabilidad. Esta seguridad alimentaria estará determinada por el manejo apropiado del suelo destinado a la agricultura, así como el empleo de biorremediadores que solucionen los factores abióticos que afectan la producción de alimentos (Bueno y Fernández, 2019).

La salinidad, provocada por la aplicación excesiva de fertilizantes, acumulación de metales pesados, eutrofización del agua, la acumulación de nitrato y el uso ineficiente de nitrógeno y fósforo en sus formulaciones, es uno de los principales factores del deterioro ambiental vinculado a la agricultura; tiene un impacto directo en la calidad de suelos agrícolas y afecta significativamente el potencial agrícola de los cultivos (Rodríguez y col., 2023).

Existen diversos métodos empleados para mitigar los efectos causados por factores abióticos en los suelos, tales como la fitorremediación o biorremediación con bacterias, consorcios microbianos o la combinación de estos con lodos provenientes de la digestión anaerobia (también conocido como digestato), obteniéndose óptimos resultados con el empleo de microorganismos eficaces en suelo salino, agrícola y con contaminación urbana (Shi y col., 2022).

El digestato obtenido a partir de la digestión anaerobia ha sido utilizado como fertilizante orgánico en los países que han desarrollado la tecnología tales como Alemania, Bélgica, China, Italia, Brasil y México (Cao y col., 2021). Lo cual reduce el uso de fertilizantes químicos. La producción de bioabono (abono orgánico) en el mismo sistema de producción de biogás, contribuirá al desarrollo de enfoques de economía circular a la vez que se promueve la agroecología en Cuba, cuyo favorable impacto ambiental ha sido ampliamente demostrado, además que puede contribuir al cierre del ciclo en las producciones agropecuarias e industriales. Los informes de experiencias en Cuba que caractericen el bioabono y que identifiquen su efecto agronómico son muy escasos. Por ello, los agricultores cubanos no están bien informados sobre las potencialidades de este bioabono, y su posible aplicación como alternativa a la fertilización química (Odales y col., 2020). El digestato, es biológicamente más estable que la materia orgánica propia de los residuos agroindustriales, tiene un gran valor nutritivo ya que posee nutrientes esenciales como N, P, K, Mg y algunos elementos traza que se conservan en el residuo y que son requeridos por las plantas (Mendoza y col., 2023). A su vez, presenta beneficios para la estructuración y agregación del suelo, y provee en mayor proporción moléculas recalcitrantes (lignina, cutina, ácidos húmicos), las cuales son bien conocidas como precursoras en el proceso de humificación (Cao y col., 2021) de manera que se logra el aumento de la materia orgánica del suelo y todos los beneficios que esto conlleva.

Los microorganismos eficientes pueden mejorar las propiedades del suelo mediante la fijación del nitrógeno atmosférico, solubilización de las reservas de fósforo, así como la

estimulación del desarrollo de las raíces y de la mejora en la nutrición debido a un avance en la adquisición de nutrientes. Además, se ha demostrado su efectividad en la recuperación de suelos salinos con el empleo de diferentes técnicas como fitorremediación, bioaumentación y enmiendas microbianas (Calero y col., 2019). Una de las plantas empleadas en los estudios de suelos salinos ha sido la lechuga (*Lactuca sativa*), la que es considerada una especie sensible a la salinidad, por lo que el rendimiento disminuye de forma notable con el exceso de sales en el medio (Shi y col., 2022).

En esta investigación se plantea como objetivo evaluar el efecto del digestato solo y combinado con microorganismos eficientes sobre la respuesta morfofisiológica del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en suelo pardo con y sin salinidad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de digestato en tres biodigestores híbridos pertenecientes a la Empresa Agroindustrial de Granos Sancti Spíritus, Cuba (Unidades Empresariales de Base (UEB), Centro de Gestión, Granja Militar y Casa de Visita), que degradan estiércol porcino y en el caso de la Casa de Visita en co-digestión con gallinaza. Los análisis físico-químicos realizados incluyen: sólidos totales (ST), volátiles (SV), cenizas, pH, alcalinidad parcial (AP) e intermedia (AI), determinación de calcio (Ca), magnesio (Mg) y fosfatos (PO_4^{3-}). Los ST, SV, cenizas y pH se determinaron según métodos estándar alemanes (Baird y col., 2017). Para el análisis de AP e AI se utilizó el método potenciométrico. Para los análisis de pH, AP e AI se utilizaron relaciones digestato/agua de 1/10, utilizándose una centrífuga a 6500 rpm por 10 minutos, como paso previo a la toma de la fase líquida. La determinación de Ca-Mg se realizó mediante titración y empleo de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Para la determinación de fosfatos se utilizó el método espectrofotométrico.

El material vegetal evaluado correspondió a dos variedades de la Empresa de Semillas Sancti Spíritus, *Lactuca sativa* var. Fomento 95 y var. Riza 15. Los cultivares se sembraron sobre un suelo pardo sialítico carbonatado, en bandejas, la densidad de siembra fue de 50- 52 plantas/m². Se realizó un diseño experimental aleatorio simple con tres repeticiones por tratamiento. A los 20 días de edad de las plántulas, el trasplante se realizó en canteros de 1,20 m de ancho y 6,0 m de largo, en cuatro hileras en la cama y una distancia entre plantas de 15 cm, según las recomendaciones del Instructivo Técnico de Agricultura Urbana, (Rodríguez y col., 2007).

Para determinar la influencia en la germinación, se desarrolló el experimento en bandejas con los tratamientos siguientes:

1. Fertilizante químico 12- 12- 17- 5 (7,1 L/m²), var. Riza 15.
 2. Digestato (5 %), var. Riza 15.
 3. Digestato (5 %), + microorganismos eficientes (ME50) (1:100 dilución), var. Riza 15.
 4. Fertilizante químico 12- 12- 17- 5 (7,1 L/m²), var. Fomento 95.
 5. Digestato (5 %), var. Fomento 95.
 6. Digestato (5 %), + microorganismos eficientes (ME50) (1:100 dilución), var. Fomento 95.
-

A los 20 días del montaje en bandejas se seleccionó la mejor variedad de acuerdo a los indicadores de germinación y se sembró en canteros con los siguientes tratamientos:

1. Fertilizante químico 12- 12- 17- 5 (7,1 L/m²).
2. Digestato (5 %).
3. Digestato (5 %) + ME50 (1:100 dilución).
4. Suelo salino (200 ppm) + Fertilizante químico (7,1 L/m²).
5. Suelo salino (200 ppm) + Digestato (5 %).
6. Suelo salino (200 ppm) + Digestato (5 %) + ME50 (1:100 dilución).

A los 7, 14, 21, 28, 35 días después del trasplante (DDT) se realizaron evaluaciones del crecimiento de 15 plantas por tratamiento (número de hojas por planta, masa fresca y masa seca, largo y ancho de las hojas), estas dos últimas a los 50 DDT. Se determinó el índice de clorofila (Detector de clorofila Minolta SPAD- 502), expresado en unidades SPAD (Filla y col., 2020).

La tasa de asimilación neta (TAN) se determinó por la ecuación 1.

$$TAN = \frac{(w_2 - w_1) \times (\ln Af_2 - \ln Af_1)}{(T_2 - T_1) \times (AF_2 - AF_1)} \quad (1)$$

Donde: ln = logaritmo natural, Af1, 2 = área foliar al inicio y final del intervalo de tiempo (cm²), w1, 2 = peso seco al inicio y final del intervalo de tiempo (g), T1, 2 = intervalo de tiempo inicial y final (días).

Los datos se procesaron estadísticamente de forma independiente, con el programa estadístico *Statgraphics Centurion XVIII* de 64 bits con un 95 % de confianza. Mediante un análisis de varianza de clasificación simple y se aplicó a las medias la prueba de rangos múltiples de Duncan.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó la caracterización de las diferentes muestras de digestato y se obtuvieron los valores reflejados en la Tabla 1. Los valores de materia orgánica reflejada como los sólidos volátiles resultan relativamente bajos ya que se tomó la fracción líquida del digestato, son similares en las tres muestras de digestato analizadas. Por su parte, los valores de pH están en el rango reportado en la literatura por Cao y col., (2021). No obstante, es menor significativamente en el caso de las muestras provenientes de la UEB Casa de Visita, dado probablemente a que el biodigestor trata residuos no solo de estiércol porcino, sino que se realiza codigestión con gallinaza.

Estos valores de pH alrededor del rango óptimo (5,5 - 6,8) resultan adecuados para que la mayoría de los nutrientes permanezcan en sus formas solubilizadas, lo cual favorece su asimilación tanto en suelo como en las raíces de las plantas (Bueno y Fernández, 2019).

Tabla 1. Resultados de la caracterización físico-química del digestato en las diferentes UEB.

Cálculo de medias con desviación estándar

<i>Parámetros físico químicos</i>	<i>UEB Centro de Gestión</i>	<i>UEB Granja Militar</i>	<i>UEB Casa de Visita</i>
ST (%)	0,60 ± 0,13	0,43 ± 0,22	0,35 ± 0,09
SV/MF (%)	0,27 ± 0,08	0,23 ± 0,16	0,23 ± 0,09
% Cenizas	0,33 ± 0,04	0,15 ± 0,05	0,12 ± 0,01
pH	7,71 ± 0,19	7,69 ± 0,10	7,50 ± 0,01
Alcalinidad parcial (mg CaCO ₃ /L)	1824,35 ± 102,3	417,73 ± 76,73	716,10 ± 19,18
Alcalinidad intermedia (mg HAc/L)	174,00 ± 0,01	35,67 ± 20,75	8,00 ± 0,01
Concentración de Ca (mg/L)	480,00 ± 86,4	346,70 ± 24,9	293,30 ± 18,86
Mg concentración (mg/L)	30,7 ± 9,2	32,3 ± 8,3	16,1 ± 6,1
PO ₄ ⁻ concentración (mg/L)	14,26 ± 0,97	11,26 ± 0,34	54,52 ± 3,28

La alcalinidad se refiere a la presencia de carbonatos (CO₃²⁻), además del cloruro de sodio (NaCl), el sulfato de sodio (Na₂SO₄) y bicarbonatos de sodio (NaHCO₃). El NaHCO₃, es tóxico para los cultivos (Can y col., 2017). Esta es una de las razones por las que la muestra de UEB Centro de Gestión no será seleccionada en estudios posteriores.

El calcio es uno de los tres nutrientes secundarios, junto con el magnesio y el azufre, que las plantas necesitan para crecer vigorosamente (Hauer-Jákli y Tränkner, 2019). En caso de desequilibrios entre diferentes nutrientes se producirá una reducción del potencial productivo de la planta. En las muestras analizadas se obtuvieron altos valores de Ca, así como de Mg. El Mg, interviene en la asimilación de nutrientes en la planta de forma favorable, mejora la distribución de los hidratos de carbono mediante la formación de Mg-ATP. Las menores concentraciones de Ca y Mg se obtuvieron en las muestras de la UEB Casa de Visita, no obstante, constituyen valores aceptables (Hauer-Jákli y Tränkner, 2019).

3.1 Efecto de la aplicación de digestato y microorganismos eficientes en la germinación

De acuerdo al análisis de varianza realizado a los datos del experimento, se observan diferencias estadísticamente significativas con un 95 % de confianza, en diferentes tratamientos para el porcentaje de germinación (Figura 1). Por tratamiento los mejores valores de porcentaje de germinación lo muestran el digestato y el digestato combinado ME50, resultados similares se han obtenido en otros cultivos (Calero y col., 2019).

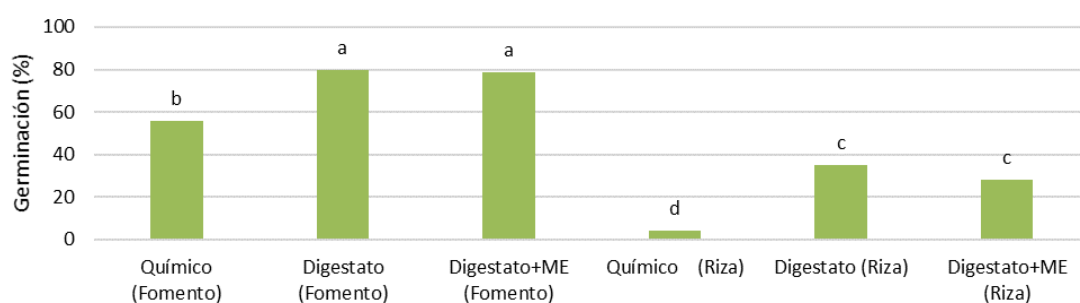


Figura 1. Efecto de los diferentes tratamientos en el porcentaje de germinación en *Lactuca sativa* L. var. Fomento 95 y Riza 15

De acuerdo al análisis de varianza realizado a los datos del experimento, se observan diferencias estadísticamente significativas con un 95 % de confianza, entre los tratamientos para la variable altura de planta a diez días de siembra. La liberación de hojas cotiledonares ocurrió más rápido en los tratamientos del digestato y el digestato con ME-50, las plántulas tuvieron una mayor elongación sobre todo en el tratamiento de digestato. Este proceso es de crecimiento y elongación de tejidos, todo dependiente de las reservas alimenticias que tenga la semilla y de la humedad presente. Una vez que la plántula emerge y recibe luz, se convierte en autótrofa, las raíces están completamente habilitadas para absorber agua y nutrientes, los cotiledones pueden realizar fotosíntesis hasta que emerja el primer par de hojas verdaderas. Por lo antes expuesto, es fundamental una buena nutrición en el suelo, lo cual puede proveerse con el digestato debido a sus características nutricionales (Odales y col., 2020).

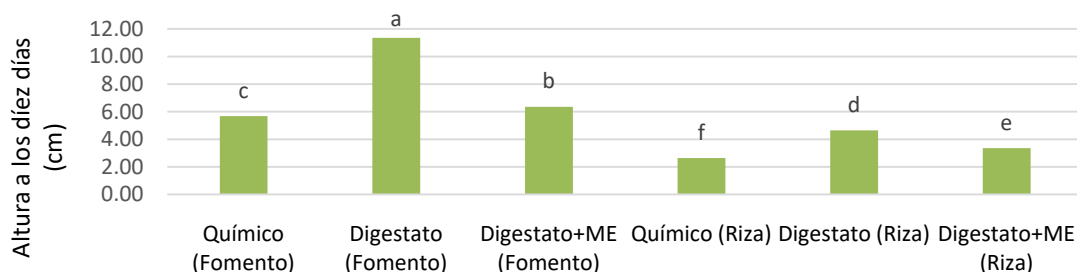


Figura 2. Efecto de los diferentes tratamientos en el descriptor morfológico altura de planta determinado a los diez días de siembra en *Lactuca sativa* L. var. Fomento 95 y Riza 15

3.2 Efecto de la aplicación de digestato y microorganismos eficientes en suelos con estrés salino

Se seleccionó la variedad de mejores resultados de la siembra en bandejas (Fomento 95) tanto en la variable evaluada de porcentaje de germinación como en altura de la planta para trasplante a los 25 días en canteros con suelos salinos o no, realizándose mediciones morfológicas cada siete días. La figura 3 muestra los valores del descriptor morfológico altura de la planta, determinados en diferentes DDT para cada uno de los tratamientos evaluados.

El efecto general de la salinidad es reducir la tasa de crecimiento con hojas más pequeñas, menor altura, y a veces menos hojas. El efecto inicial y primario de la salinidad, especialmente de bajas a moderadas concentraciones, se debe a sus efectos osmóticos (Shi y col., 2022).

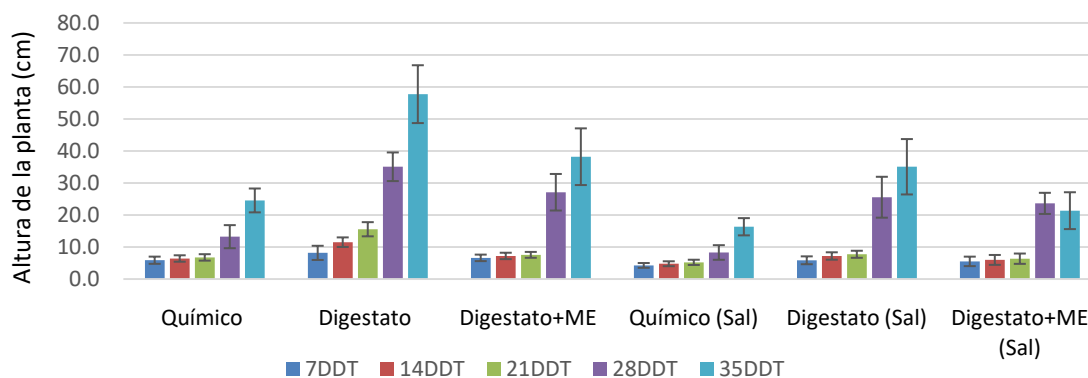


Figura 3. Efecto de los diferentes tratamientos en el descriptor morfológico altura de la planta en *Lactuca sativa* L. var. Fomento 95 a diferentes días después del trasplante

Los resultados obtenidos en la investigación reflejan lo anteriormente expuesto, aunque es apreciable el efecto positivo del digestato en suelo salino sobre todo al final del ciclo vegetativo. Los resultados obtenidos con el tratamiento de digestato son similares a los obtenidos por Rodríguez y col., (2023), donde se aprecian diferencias altamente significativas a los 35 DDT, debido a que los nutrientes presentes en el digestato con alto contenido de elementos minerales (N, P, K) con bajos índices de C/N, los hace interesantes como fertilizantes o enmiendas del suelo en la producción de cultivos agrícolas (Odales y col, 2020).

La figura 4 muestra los valores del índice de clorofila, determinados en diferentes DDT, para cada uno de los tratamientos evaluados. El contenido de clorofila se incrementa con la cantidad de nitrógeno presente en la hoja, el estado fenológico del cultivo afecta el valor de las unidades SPAD lo que puede explicarse por la actividad fisiología de la hoja que varía en el tiempo y tiene directa relación con el color de la hoja desde su emergencia a la senescencia (Morales y col., 2015). Los que indican cómo disminuye el contenido de clorofila y nitrógeno en la medida en que se desarrolla el cultivo. Se hizo un análisis estadístico y se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y entre DDT, donde los mayores valores se encuentran en el tratamiento de digestato con y sin salinidad.

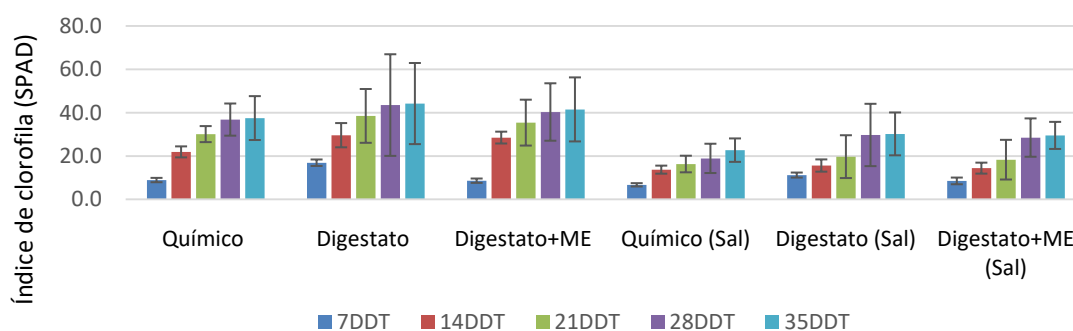


Figura 4. Efecto de los diferentes tratamientos en el índice de clorofila en *Lactuca sativa* L. var. Fomento 95 a diferentes días después del trasplante

La figura 5 muestra los valores de tasa de asimilación neta (TAN), determinados para cada uno de los tratamientos evaluados. La TAN es una medida de la eficiencia del follaje, que es la principal fuente de fotoasimilados para la producción de materia seca. Este índice registra la velocidad de la fotosíntesis neta en un lapso de tiempo, y se debe conocer el cambio de los valores del área foliar y el peso seco de la planta, expresado en $\text{g dm}^{-2} \text{d}^{-1}$ (Morales y col., 2015).

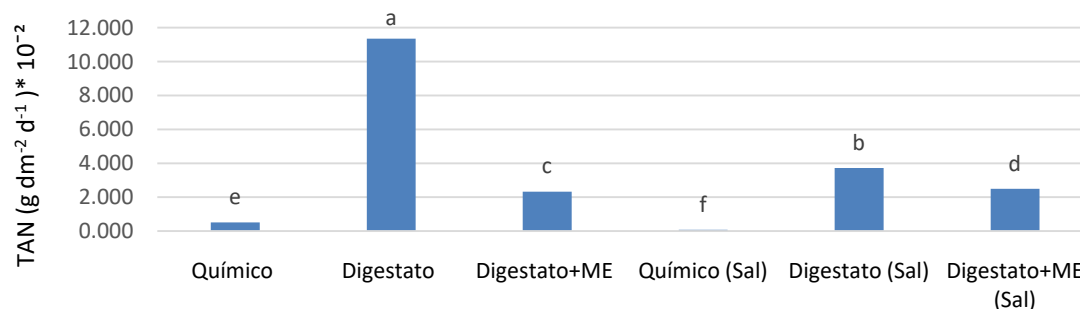


Figura 5. Efecto de los diferentes tratamientos en la tasa de asimilación neta en *Lactuca sativa* L. var. Fomento 95. Letras desiguales indican diferencias estadísticamente significativas

Se aprecia la interacción de cada tratamiento con la tasa de asimilación neta expresada en sus máximos valores, lo cual sugiere que incrementos en el número de hojas, área foliar y tasa de asimilación neta, redundan en una mayor producción de biomasa, principalmente en el tratamiento de digestato. Existe una estrecha relación entre la TAN y el nivel de clorofila foliar, pues este último se incrementa con el ciclo vegetativo de la planta, pero los mayores valores se aprecian en el tratamiento de digestato.

Resultados similares fueron obtenidos por Morales y col., (2015) los cuales sugieren que el incremento de la producción de biomasa se debe al aumento del área foliar y a la producción de fotosintatos por unidad de área foliar. La TAN es un indicador de la eficiencia fotosintética promedio, ya que mide la ganancia neta de asimilados por unidad de área foliar y por unidad de tiempo. En consecuencia, la mayor producción de las plantas cultivadas puede alcanzarse por una mayor eficiencia fotosintética (Morales y col., 2015).

De manera general, se aprecian diferencias altamente significativas entre los tratamientos, sobre todo en lo referente al empleo del digestato. Así como resultados positivos en relación al uso de digestato en suelo salino, lo cual pudiera emplearse para mitigar los efectos negativos del estrés salino en los suelos (Rodríguez y col., 2023). Es factible la sustitución del fertilizante químico con el digestato o la mezcla de este con los microorganismos eficientes, en vista del daño ocasionado a los suelos por el uso excesivo de los mismos.

4. CONCLUSIONES

1. La respuesta morfofisiológica del cultivo en condiciones de salinidad refleja que hay un efecto positivo bioestimulante de la aplicación de digestato, y su mezcla con microorganismos eficientes sobre los suelos salinos, lo cual sugiere que las características del digestato se corresponden con los requerimientos nutricionales para cultivos de este tipo.

2. La TAN resultó mejor en el caso de la aplicación de digestato y hubo una respuesta positiva de manera similar con la combinación de digestato y microorganismos en suelos salinos, por tanto, ambos bioproductos en su aplicación simple o combinada pueden resultar efectivos para el tratamiento de suelo salino.

REFERENCIAS

- Baird, R., Easton, A.D., Rice E.W., & Bridgewater L.L., Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater., Washington DC, USA: American Public Health Association/America Water Works Association/Water Environment Federation, 2017. <https://yabesh.ir/wp-content/uploads/2018/02/Standard-Methods-23rd-Perv.pdf>
- Bueno, R., y Fernández, J.C., La capacidad de intercambio cationico del suelo: una bóveda de nutrición clave en la producción de alimentos., Ambito investigativo, Vol. 4, No. 1, 2019, pp. 7-12. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1029&context=ai>
- Calero, A., Pérez, Y., Olivera, D., Quintero, E., Peña, K., Theodore, L.L., & Jiménez, J., Effect of different application forms of efficient microorganisms on the agricultural productive of two bean cultivars., Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, Vol. 72, No. 3, 2019, pp. 8927-8935. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n3.76272>
- Cao, Q., Zhang, W., Lian, T., Wang, S., & Dong, H., Short chain carboxylic acids production and dynamicity of microbial communities from co-digestion of swine manure and corn silage., Bioresource Technology, Vol. 320, 2021, pp. 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124400>
- Can, Á., Cruz, E., Ortega, H.M., Sánchez, E.I., Madueño, A., Bojórquez, J.I., y Mancilla, Ó.R., Respuesta de *Phaseolus vulgaris* a la salinidad generada por NaCl, Na₂SO₄ y NaHCO₃., Revista mexicana de ciencias agrícolas, Vol. 8, No. 6, 2017, pp. 1287-1300. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153306005>
- Filla, V.A., Coelho, A.P., Leal, F.T., Bettiol, J.V.T., & Lemos, L.B., Portable chlorophyll meter in monitoring and management of nitrogen in common bean cultivars., Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias Uncuyo, Vol. 52, No. 2, 2020, pp. 64- 77. <https://revistas.uncu.ar/ojs3/index.php/RFCA/article/view/3848>
- Hauer-Jákli, M., & Tränkner, M., Critical leaf magnesium thresholds and the impact of magnesium on plant growth and photo-oxidative defense: a systematic review and meta-analysis from 70 years of research., Frontiers in Plant Science, Vol. 10, 2019, pp. 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00766>
- Mendoza, K., Linares, V., Hatta, B., Tinoco, Y., Alvarado, J., & Di Laura, A., Waste valorization in winery and distillery industry by producing biofertilizers and organic amendments., In BIO Web of conferences, Vol. 68, 2023, pp. 01011, EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236801011>
- Morales, E.J., Morales, E.J., Díaz, E., Cruz, A.J., y Medina, N., Tasa de asimilación neta y rendimiento de girasol en función de urea y urea de liberación lenta., Agrociencia, Vol. 49, No. 2, 2015, pp. 163-176.
-

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30236851005>

Odales, L., López, E., López, L., Jiménez, J., & Barrera, E.L., Biofertilizer potential of digestates from small-scale biogas plants in the Cuban context., *Revista de Ciencias Agrícolas*, Vol. 37, No. 2, 2020, pp. 14-26. <https://doi.org/10.22267/rcia.203702.134>

Rodríguez, A., Companioni, N., Peña, E., Cañet, F., Fresneda, J., Estrada, J., y Rey, R., *Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos.*, Sexta Edición. ACTAF, INIFAT, Cuba, 2007, pp. 75-81.

Rodríguez, L.I., García, M.T., Gil, Z., Jiménez, J., Rodríguez, M.M., & Fernández, Y., Effects of Sodium Salinity on Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivation: A Review., *Sustainability*, Vol. 15, No. 3, 2023, pp. 1-18. <https://doi.org/10.3390/su15031804>

Shi, M., Gu, J., Wu, H., Rauf, A., Emran, T.B., Khan, Z., Mitra, S., Aljohani, A.S.M., Alhumaydhi, F.A., Al-Awthan, Y.S., Bahattab, O., Thiruvengadam, M., & Suleria, H.A., Phytochemicals, Nutrition, Metabolism, Bioavailability, and Health Benefits in Lettuce-A Comprehensive Review., *Antioxidants*, Vol. 11, No. 6, 2022, pp. 1-23. <https://doi.org/10.3390/antiox11061158>

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- Lic. Nicolasa Rodríguez Santiesteban. Investigación, redacción - revisión y edición.
 - Dr.C. Lisbet López González. Investigación, redacción - revisión y edición.
 - Dr.C. Janet Jiménez Hernández. Investigación, redacción - revisión y edición.
-