



Efecto de un fertilizante foliar en la producción de *Lactuca sativa* L

Effect of a foliar fertilizer on the production of *Lactuca sativa* L

Efeito de um fertilizante foliar na produção de *Lactuca sativa* L

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i22.261>

Marcos Antonio Sánchez González
marcusanz@gmail.com

Sofía Mabel Urundé Rojas
sofiurunde@gmail.com

Edith Diana María Ruiz Díaz Lovera
rdledith@gmail.com

Celia Antonella Fleitas Quintana
antofleitas05@hotmail.com

Alcides Fernández Sánchez
alcidessanchez1993@gmail.com

Rosanna Maria Britos Pedrozo
rosanna.britos@ipta.gov.py

Universidad Nacional de Concepción, Ciudad de Concepción, Paraguay

Artículo recibido 27 de noviembre 2023 / Arbitrado 18 de diciembre 2023 / Publicado 20 de enero 2024

RESUMEN

El empleo de fertilizantes orgánicos en la agricultura mejora la fertilidad del suelo, aumenta los rendimientos de los cultivos y promueve prácticas agrícolas sostenibles. En este sentido el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilizante foliar en el desarrollo y rendimiento de dos variedades de *Lactuca sativa* L. (Grand Rapids TBR, Mimosa Salad Bowl). Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial 2x4. Siendo el Factor A dos variedades de lechuga, y el Factor B cuatro dosis de fertilizante foliar (0; 1; 2 y 3 lt. ha⁻¹). Las determinaciones realizadas fueron longitud radicular, el número de hojas por planta, el peso fresco y seco por planta, longitud y diámetro de hoja, el rendimiento por hectárea y días de cosecha. La variedad Mimosa tuvo un rendimiento fresco mayor (5080,20 Kg/ha) en comparación con Grand Rapids (2064,53 Kg/ha). Al analizar las diferentes dosis de fertilizante de forma general, se observa que el rendimiento fresco disminuyó en la tercera dosis, con valores de 4349,86 Kg/ha, 3793,98 Kg/ha, 3444,11 Kg/ha y 2701,52 Kg/ha para las dosis 2, 3, 1 y 0 respectivamente. La variedad Mimosa mostró mejores resultados en número de hojas, masa fresca y seca, longitud radicular y rendimiento, siendo la dosis de fertilizante recomendada de 2 lt. ha⁻¹.

Palabras clave: Carboxilatos; Grand Rapids TBR; Gibberelinas; Fertilizantes; Mimosa Salad Bowl

ABSTRACT

The use of organic fertilizers in agriculture improves soil fertility, increases crop yields, and promotes sustainable agricultural practices. The objective of this research was to evaluate the effect of different doses of foliar fertilizer on the development and yield of two varieties of *Lactuca sativa* L. (Grand Rapids TBR, Mimosa Salad Bowl). A Completely Randomized Block Design with a 2x4 factorial arrangement was applied. Factor A represented two lettuce varieties, and Factor B represented four doses of foliar fertilizer (0; 1; 2; and 3 lt. ha⁻¹). Measurements included root length, number of leaves per plant, fresh and dry weight per plant, leaf length and diameter, yield per hectare, and days to harvest. The Mimosa variety had a higher fresh yield (5080.20 Kg/ha) compared to Grand Rapids (2064.53 Kg/ha). Analyzing the different fertilizer doses overall, fresh yield decreased at the third dose, with values of 4349.86 Kg/ha, 3793.98 Kg/ha, 3444.11 Kg/ha, and 2701.52 Kg/ha for doses 2, 3, 1, and 0 respectively. The Mimosa variety showed better results in number of leaves, fresh and dry weight, root length, and yield, with the recommended fertilizer dose being 2 lt. ha⁻¹.

Key words: Carboxylates; Grand Rapids TBR; Gibberellins; Fertilizers; Mimosa Salad Bowl

RESUMO

O uso de fertilizantes orgânicos na agricultura melhora a fertilidade do solo, aumenta os rendimentos das culturas e promove práticas agrícolas sustentáveis. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de diferentes doses de fertilizante foliar no desenvolvimento e rendimento de duas variedades de *Lactuca sativa* L. (Grand Rapids TBR, Mimosa Salad Bowl). Foi aplicado um Desenho de Blocos Completamente Aleatórios com um arranjo fatorial 2x4. O Fator A representava duas variedades de alface e o Fator B quatro doses de fertilizante foliar (0; 1; 2 e 3 lt. ha⁻¹). As medições incluíram comprimento da raiz, número de folhas por planta, peso fresco e seco por planta, comprimento e diâmetro da folha, rendimento por hectare e dias para colheita. A variedade Mimosa teve um rendimento fresco maior (5080,20 Kg/ha) em comparação com Grand Rapids (2064,53 Kg/ha). Ao analisar as diferentes doses de fertilizante em geral, o rendimento fresco diminuiu na terceira dose, com valores de 4349,86 Kg/ha, 3793,98 Kg/ha, 3444,11 Kg/ha e 2701,52 Kg/ha para as doses 2, 3, 1 e 0 respectivamente. A variedade Mimosa apresentou melhores resultados em número de folhas, peso fresco e seco, comprimento da raiz e rendimento, sendo a dose recomendada de fertilizante de 2 lt. ha⁻¹.

Palavras-chave: Carboxilatos; Grand Rapids TBR; Gibberelinas; Fertilizantes; Mimosa Salad Bowl

INTRODUCCIÓN

La *Lactuca sativa* L. es una de las verduras de hoja verde más populares a nivel global. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1), la producción mundial de lechuga en 2017 alcanzó los 24,976.32 millones de kilogramos, cultivados en una superficie de 1.16 millones de hectáreas.

En este sentido, la sostenibilidad en la producción anual se logra a través de variedades que pueden ser cultivadas durante todo el año; es un rubro por sobre todo importante para la diversificación de la producción hortícola, por ello es necesario investigar sobre sus preferencias de clima, suelo, necesidades nutritivas e hídricas entre otras, con el fin de generar información que pueda resultar apreciable para los productores que pretendan producirla a nivel comercial (2).

Por otra parte, los productores han buscado alternativas para corregir las deficiencias nutricionales en el cultivo de *Lactuca sativa* L., una de ellas es la fertilización foliar que se ha convertido en una práctica muy importante favoreciendo el buen desarrollo de los cultivos, mejorando el rendimiento y calidad del producto. Este tipo de fertilización que se aplica mediante soluciones nutritivas al follaje de las plantas y permite la absorción más rápida y eficiente de los nutrientes como los secundarios: Ca, Mg y S y los micronutrientes: Zn, Fe, Cu, Mn, B y Mo, mientras que suplementa los requerimientos de N, P y K, requeridos en los períodos de estado de crecimiento crítico del cultivo (3).

Además, es importante acotar que la nutrición foliar no sustituye de forma total aquella que se hace de forma tradicional a los cultivos, en este caso particular de *Lactuca sativa* L. Esta alternativa de fertilización complementa los requerimientos nutricionales de un cultivo que no se pueden suministrar mediante la fertilización común al suelo (4). En consecuencia, a este proceder se le han adjudicado algunas ventajas en comparación con la aplicación tradicional al suelo. Una de ellas es que el fertilizante aplicado a las hojas es absorbido en un 90 %; por el contrario, aquellos aplicados al suelo se pierden en un 50 % o más, por diferentes motivos (5).

Por lo mencionado anteriormente y debido al incremento de consumo de hortalizas y a la demanda de alimentos libres de sustancias que representan un riesgo para la salud del hombre y para el ambiente, surge la necesidad de implementar tecnologías y formas de manejo de producción eficientes que permitan a los agricultores aumentar el rendimiento y la calidad de sus productos.

Basado en los elementos arriba expuestos, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilizante foliar en el desarrollo y rendimiento de dos variedades de *Lactuca sativa* L.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental, clima y suelo: La investigación fue desarrollada en el campo experimental de la Facultad de

Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción, localizado a 1,5 Km de la ciudad de Concepción sobre la Ruta V, General Bernardino Caballero, circunscrita en las 230° 40´13” Sur 570°41´85” Oeste, elevado 160 msnm El tiempo de ejecución fue desde el mes de agosto al mes de octubre del año 2022.

El tipo climático de la zona se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 26°C y 14°C con máximas que pueden llegar a 45°C en estaciones de verano y mínimas de hasta 4°C en estaciones de invierno, con leves incidencias de heladas (6).

El suelo del área experimental, de acuerdo al análisis presenta las siguientes características químicas y físicas, en la profundidad de 0 – 0,20

cm: pH (H₂O) 5,67; materia orgánica (Walkley Black): 1,67 %; Ca⁺², Mg⁺² y K⁺: 5,06, 1,27 y 0,19 cmol/LS, respectivamente; P(Mehlich) y S: 28,94 y 11,73 mg/LS, respectivamente; Al⁺³: 0,05; CIC: 9,71 cmol/LS; V: 67,21% y la textura franco arenosa (7).

Tratamiento y diseño experimental: El enfoque de la investigación es cuali-cuantitativo. Se aplicó el Diseño de Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial con 2x4. Siendo el Factor A cuatro dosis de fertilizante foliar a base de Carboxilatos y Giberelina (0; 1; 2 y 3 lt. ha⁻¹) y el Factor B dos variedades de lechuga (Grand Rapids; Mimosa Salad Bowl); sumando así 8 tratamientos Tabla 1. Se contó con 4 repeticiones, representadas una por cada bloque.

Tabla 1. Tratamientos realizados en el experimento.

Tratamientos	Factor A	Factor B	Descripción
	Fertilizante foliar 1t.ha-1	Variedad	
T1	0	Grand Rapids TBR	0 + Grand Rapids TBR
T2		Mimosa Salad Bowl	0 + Mimosa Salad Bowl
T3	1	Grand Rapids TBR	1 + Grand Rapids TBR
T4		Mimosa Salad Bowl	1 + Mimosa Salad Bowl
T5	2	Grand Rapids TBR	2 + Grand Rapids TBR
T6		Mimosa Salad Bowl	2 + Mimosa Salad Bowl
T7	3	Grand Rapids TBR	3 + Grand Rapids TBR
T8		Mimosa Salad Bowl	3 + Mimosa Salad Bowl

Procedimientos: La siembra se realizó en forma manual con la utilización de un semillero, bandeja plástica de 128 celdas con un sustrato comercial, depositando dos semillas en cada orificio, luego que todas las plántulas emergieron

se realizó el raleo para dejar 1 planta por celda. El trasplante se llevó a cabo a los 22 días posteriores a la siembra, cuándo las mudas alcanzaron el desarrollo adecuado.

El terreno destinado al trabajo experimental fue dispuesto con herramientas manuales (motocultor, azada, pala y rastrillo). Se utilizó hilo de nylon para la delimitación de unidades experimentales, que consistieron en parcelas de 1 m × 1 m y 0,2 m de elevación; los cuales formaron las unidades experimentales; sobre ellos se trasplantaron las mudas de lechuga, con un distanciamiento de 0,25 m entre hileras y 0,25 m entre plantas. Cada tablón contó con dos hileras de cinta de goteo de 200 micra con goteo cada 20 cm, de manera a cubrir las necesidades hídricas del cultivo unas dos veces por día.

Los fertilizantes foliares fueron preparados con 10 litros de agua, con la dosis especificada en la tabla 1 (0,1,2,3 lt. ha⁻¹) y se fraccionó en ocho aplicaciones cada 4 días, las mismas fueron pulverizadas por medio de un pulverizador manual de 20 litros. Las labores de limpieza se realizaron con azada y rastrillo dependiendo de la necesidad, no se realizó ninguna aplicación de insecticida y fungicida. La cosecha se practicó de forma manual a los 60 días pos-siembra.

Determinaciones: longitud radicular: se midió con una regla graduada en centímetros, para lo cual se tomaron 5 plantas tomadas al azar en cada unidad experimental y se tomó la longitud en cm desde el cuello hasta la cofia.

Número de hojas por planta: Se contabilizó la cantidad de hojas de las 5 plantas tomadas al azar en cada unidad experimental. El resultado fue expresado en unidades.

Masa fresca y masa seca de la hoja: Se recolectaron 5 plantas al azar en cada unidad experimental y fueron pesadas en una balanza de precisión de 0,01 g de resolución, para lo cual se cortaron las raíces de cada lechuga y se pesó únicamente la parte comestible. Los resultados fueron consignados en gramos por planta; posteriormente se colocó a la estufa y se pesó la materia seca de las hojas.

Longitud y diámetro de las hojas: Las mismas 5 plantas utilizadas para la medición de la longitud fueron medidas con cinta métrica en forma horizontal de un extremo a otro de la hoja. Los resultados fueron expresados en centímetros.

Rendimiento fresco por planta: Se pesaron 5 plantas tomadas al azar por cada unidad experimental en una balanza de precisión de 0,01 g de resolución, para el efecto se cortó la raíz de cada lechuga pesando únicamente la parte comestible y los resultados fueron convertidos a Kg.ha.

Análisis estadístico y cálculos: Los resultados obtenidos fueron sometidos a Análisis de Varianza mediante el test Fisher, previa comprobación de los supuestos de normalidad de la distribución y la homogeneidad de varianza entre los tratamientos. En los casos que fueron detectados diferencias significativas para $p < 0,05$ se realizó la comparación de medias a través del test de Tukey al 5%.

RESULTADOS

El número de hojas por planta está correlacionado directamente con el crecimiento y la productividad de *Lactuca sativa* L. Un mayor número de esta variable generalmente indica un mejor desarrollo, capacidad fotosintética y en última instancia, un mayor rendimiento. Los resultados del experimento muestran diferencias significativas en el número promedio de hojas de *Lactuca sativa* L. Tabla 2. Para la variedad Grand Rapids, el número de hojas varió de 21,7 a 28,7 a medida que aumentaba la dosis de fertilizante. En contraste, la variedad Mimosa mostró una respuesta más pronunciada al fertilizante, con un aumento en el número de hojas de 37,3 a 56,6 a medida que la dosis se incrementó. En este contexto, los resultados sugieren que el biofertilizante foliar influyó positivamente en la producción de hojas en ambas variedades de

lechuga, destacando su importancia en mejorar el cultivo de lechuga al promover el crecimiento de las plantas y potencialmente aumentar el rendimiento del cultivo.

En cuanto a la dosis de mejor efecto sobre la variable número de hojas Tabla 2 en la variedad Mimosa con la dosis correspondiente a 2 lt. ha⁻¹, se obtuvo un valor promedio de 56,6 unidades, le sigue la dosis de 1 lt. ha⁻¹ con 50,2 unidades, luego la dosis correspondiente a 3 lt. ha⁻¹ donde se obtuvieron 49,9 unidades y por último se encuentra la dosis testigo, con una cantidad de hojas de 37,3 unidades. En contraste con estos resultados la variedad Grand Rapids mostró un mayor promedio de número de hojas 28,7 con una dosis de 3 litros/ha⁻¹ y el menor número con la dosis testigo de 0 litros/ha⁻¹ con resultados menores de 21,7.

Tabla 2. Promedio del número de hojas de *Lactuca sativa* L

Factor A (Variedades**)	Factor B (Dosis de fertilizante**)			
	0 lt.ha ⁻¹	1 lt.ha ⁻¹	2lt.ha ⁻¹	3lt.ha ⁻¹
Grand Rapids TBR	21,7 bB	25,3 bAB	24,4 bB	28,7bA
Mimosa Salad Bowl	37,3aC	50,2aB	56,6aA	49,9aB
DMS columna:	2,97			
DMS línea:	4,01			
CV (%):	5,54			
MG	36,75			

*Letras mayúsculas en filas y minúsculas en columnas, iguales; no difieren entre sí estadísticamente mediante el test de Tukey al 5%. DMS: Diferencia mínima significativa, MG: Medía general, CV: Coeficiente de variación.

Los indicadores de peso de la masa verde y seca son un reflejo directo de la productividad y calidad de la planta. En este sentido, los resultados del experimento mostraron diferencias significativas en la masa fresca y seca de dos variedades de *Lactuca sativa* L. (Mimosa y Grand Rapids) sometidas a diferentes dosis de

biofertilizante foliar Tabla 3. En cuanto a la masa fresca, la variedad Mimosa presentó un mayor peso (317.51g) en comparación con Grand Rapids (129.03g) y para la masa seca, nuevamente Mimosa mostró un valor superior (32.8773g) en contraste con Grand Rapids (14.9495g).

Tabla 3. Promedio del número de hojas de *Lactuca sativa* L

Factor	Nivel	Masa fresca (gr)	Masa seca (gr)
Variedad	Mimosa Salad Bowl	317,51a	32,8773a
	Grand Rapids TBR	129,03b	14,9495b
DMS: 10,2436			
Dosis (lt.ha ⁻¹)	0	168,85d	17,11d
	1	215,26c	22,61c
	2	271,87a	28,31a
	3	237,12b	37,93b
DMS: 19,42			DMS: 3,13
MG: 223,27			MG: 23,91
CV:6,24			CV:9,34

*Letras minúsculas en columnas, iguales; no difieren entre sí estadísticamente mediante el test de Tukey al 5%. DMS: Diferencia mínima significativa, MG: Medía general, CV: Coeficiente de variación.

La longitud de la raíz suele estar asociada con una mejor absorción de nutrientes y agua, lo que puede traducirse en un crecimiento más vigoroso de la planta. Los resultados mostrados en la Tabla 4 sugieren que el biofertilizante foliar influyó de manera positiva en el desarrollo de las raíces de ambas variedades de lechuga, lo que promueve

un sistema radicular más eficiente. La variedad Mimosa presentó una mayor longitud de raíz en comparación con Grand Rapids en la mayoría de las dosis del biofertilizante. En Grand Rapids, la longitud de raíz varió entre 11,12 y 13,75, mientras que en Mimosa fluctuó entre 13,05 y 17,38.

Tabla 4. Promedio de la longitud de raíz de dos variedades de *Lactuca sativa* L

Factor A (Variedades**)	Factor B (Dosis de fertilizante**)			
	0 lt.ha ⁻¹	1 lt.ha ⁻¹	2lt.ha ⁻¹	3lt.ha ⁻¹
Grand rapids TBR	13,05bB	13,75aB	13,53bB	11,12B
Mimosa Salad Bowl	16,95aA	13,05aB	17,38A	14,93aA
DMS columna:	0,8610			
DMS línea:	1,1540			
CV (%):	4,11			
MG	14,22			

*Letras mayúsculas en filas y minúsculas en columnas, iguales; no difieren entre sí estadísticamente mediante el test de Tukey al 5%. DMS: Diferencia mínima significativa, MG: Medía general, CV: Coeficiente de variación.

La longitud de las hojas en el cultivo de lechuga está relacionada con la calidad y el aspecto visual de la planta. Hojas más largas suelen asociarse con un mejor desarrollo y presentación del cultivo. Los resultados de la investigación mostraron diferencias en la longitud promedio de hojas de las dos variedades de

Lactuca sativa L. (Grand Rapids y Mimosa) Tabla 5. La variedad Grand Rapids presentó una longitud de hojas que se mantuvo constante alrededor de 21,07-22,12 cm en la mayoría de las dosis del biofertilizante. En contraste, la variedad Mimosa mostró variaciones en la longitud de hojas, con valores entre 14,55 y 15,75 cm.

Tabla 5. Promedio de la longitud de hojas en dos variedades de *Lactuca sativa* L

Factor A (Variedades**)	Factor B (Dosis de fertilizante**)			
	0 lt.ha ⁻¹	1 lt.ha ⁻¹	2lt.ha ⁻¹	3lt.ha ⁻¹
Grand rapids TBR	21,07aB	22,12aA	21,07aB	22,12aA
Mimosa Salad Bowl	14,90bA	15,15bA	15,75aA	14,55bB
DMS columna:	1,074			
DMS línea:	1,018			
CV (%):	3,98			
MG	14,22			

*Letras mayúsculas en filas y minúsculas en columnas, iguales; no difieren entre sí estadísticamente mediante el test de Tukey al 5%. DMS: Diferencia mínima significativa, CV: Coeficiente de variación.

El diámetro de las hojas es un indicador que puede estar relacionado con la calidad y la apariencia visual de la planta. Hojas más anchas suelen asociarse con un mayor contenido nutricional y una mejor presentación del cultivo, al igual que la longitud como se mencionó arriba. La variedad Mimosa presentó un diámetro

de hojas más grande (20,30 cm) en comparación con Grand Rapids (14,83 cm). En cuanto a las diferentes dosis de fertilizante, se observa que no hubo diferencias significativas en el diámetro de hojas entre las distintas dosis, con valores cercanos alrededor de 17,5-17,8 cm Tabla 6.

Tabla 6. Promedio del diámetro de hojas de dos variedades de *Lactuca sativa* L

Factor	Nivel	Media (cm)
Variedad	Mimosa Salad Bowl	20,30a
	Grand Rapids TBR	14,83b
DMS: 0,7086		
Dosis (lt.ha ⁻¹)	0	17,40a
	1	17,82a
	2	17,52a
	3	17,51a
DMS: 1,3431		
MG: 17,56		
CV: 5,49		

*Letras minúsculas en columnas, iguales; no difieren entre sí estadísticamente mediante el test de Tukey al 5%. DMS: Diferencia mínima significativa, MG: Media general, CV: Coeficiente de variación.

El rendimiento fresco representa la cantidad de producto cosechado por unidad de área. Un mayor rendimiento fresco indica una mayor producción de cultivo por hectárea, lo que es fundamental para la rentabilidad y eficiencia en la agricultura. La variedad Mimosa tuvo un rendimiento fresco mayor (5080,20 Kg/ha) en

comparación con Grand Rapids (2064,53 Kg/ha). Al analizar las diferentes dosis de fertilizante de forma general, se observa que el rendimiento fresco disminuyó en la tercera dosis, con valores de 4349,86 Kg/ha, 3793,98 Kg/ha, 3444,11 Kg/ha y 2701,52 Kg/ha para las dosis 2, 3, 1 y 0 respectivamente.

Tabla 7. Rendimiento fresco de dos variedades de *Lactuca sativa* L

Factor	Nivel	Media (Kg.ha ⁻¹)
Variedad	Mimosa Salad Bowl	5080,20a
	Grand Rapids TBR	2064,53b
DMS: 163,8970		
Dosis (lt.ha ⁻¹)	0	2701,52d
	1	3444,11c
	2	4349,86a
	3	3793,98b
DMS: 310,6643		
MG: 3572,3680		
CV(%): 6,24		

*Letras minúsculas en columnas, iguales; no difieren entre sí estadísticamente mediante el test de Tukey al 5%. DMS: Diferencia mínima significativa, MG: Media general, CV: Coeficiente de variación.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación son muestra del efecto positivo que logró el fertilizante aplicado a base de carboxilatos y giberelinas en las variedades de lechugas utilizadas. En este sentido, se conoce que los primeros actúan como fertilizantes al mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y promover su absorción por las plantas. Estos compuestos, como el liberan nutrientes del suelo en formas accesibles para las plantas durante etapas críticas de crecimiento, movilizan fósforo, aumentando su disponibilidad y previenen su retención. Además, solubilizan nutrientes como calcio, fósforo y micronutrientes, mejorando la absorción de calcio, fósforo y otros minerales esenciales (8). En el caso de la giberelinas están involucradas a nivel vegetal en el desarrollo de tejidos cuyo crecimiento es constante (9), como lo pueden ser la elongación de raíces, hojas jóvenes, floración, entre otros procesos vegetales entre otras funciones (10).

El número de hojas por planta está correlacionado directamente con el crecimiento y la productividad de *Lactuca sativa* L. Los resultados del experimento muestran un efecto positivo del fertilizante foliar sobre esta variable, estos son similares a los reportados por Rodríguez (11) en el 2011 al utilizar el biofertilizante Fitomas E y el Bioplasma, reportan resultados de 29,75-38,18 hojas por plantas, según estos autores el mejor resultado se obtiene con Bioplasma y explican que este es

un biofertilizante foliar especializado, altamente nutritivo y de una gran eficiencia. En comparación los resultados obtenidos en esta investigación fueron resultados semejantes, para el caso de la variedad Grand Rapids que fluctuó entre 21,7 a 28,7 a medida que aumentaba la dosis de fertilizante y Mimosa presentó una respuesta semejante, con número de hojas de 37,3 a 56,6. Por otra parte, los resultados del presente estudio difieren con los encontrados por Preciado-Ragel (12) en el 2022, aunque este autor utilizó la biofortificación foliar con hierro en comparación con la presente investigación, el número de hojas de la lechuga varió entre 49,66- 56,33.

El peso de la masa verde y seca son un reflejo directo de la productividad y calidad de la planta. Los resultados obtenidos en esta investigación dan cuenta de que el fertilizante foliar logra modificar a las dosis utilizadas esta variable en el cultivo de *Lactuca sativa* L. Otros autores también han evaluado el uso de fertilizantes sobre este indicador, ejemplo de ello es el estudio de Moreno (13) en el 2005, quien utilizó humus + micorrizas, humus + bacterias y un grupo testigo solución química y obtuvo 56,02 g/planta, 48,22 g/planta y 42,69g/planta respectivamente. Las diferencias entre los valores de esta investigación y los del autor citado pueden estar condicionadas por los fertilizantes utilizados y la forma de recolectar y presentar la información de los resultados. Otros autores como Preciado-Rangel (12) en el 2022 al fertilizar con FeSO_4 obtienen valores entre 568,20- 816,53 g, estos resultados

son mayores en comparación con los obtenidos en este trabajo los cuales fluctuaron entre 129,03-317,51g para las variedades Grand Rapids y Mimosa respectivamente. De igual forma Lara-Herrera (14) en 2023 al evaluar la aplicación de cinco proporciones de macronutrientes en solución nutritiva obtiene resultados superiores en un rango de 644,70- 1140,20 g de peso de la masa fresca entre los 41 a 60 días pos-siembra.

En cuanto al peso de la masa seca, los resultados obtenidos en esta investigación son superiores a los informados por Bonillo (15) en el 2015, al evaluar distintos esquemas de fertilización con abonos orgánicos foliares: té de compost, té de lombricompost y supermagro en la productividad en cultivo de lechuga variedad Grand Rapids, los resultados obtenidos por estos autores a los 21 días de la siembra fluctuaron entre 5,53-7,65g.

Por otra parte, los valores obtenidos en esta investigación en la longitud de la raíz, variable que se asocia con la eficacia en la absorción de nutrientes fueron superiores a los comunicados por Terry (16) en el 2011 al fertilizar con Pectimorf, Liplant y Biobras-16, los cuales fluctuaron entre 4,26-7,82 cm en el año 2008 y 4,52-7,40 cm en el año 2009 a los 30 días post siembra. Los resultados mostrados en este estudio son superiores en ambas variedades en Grand Rapids, la longitud de raíz varió entre 11,12 y 13,75 cm, mientras que en Mimosa fluctuó entre 13,05 y 17,38 cm.

En cuanto a la longitud de las hojas, los resultados logrados en esta investigación para Grand Rapids 21,07-22,12 cm y Mimosa 14.55

y 15.75 cm son superiores a los presentados por Flores (17) en el 2020 quienes reportaron valores promedios en un rango de 8,53-11,97 cm por plantas al evaluar la fertilización del cultivo de lechuga variedad Crespa verde con estiércol de vaca y gallinaza. Las diferencias entre estos resultados pueden estar determinadas entre otros elementos, por los tipos de fertilizantes utilizados y la fertilización de base que se hizo en este estudio antes de la siembra. A su vez el diámetro de las hojas que es un indicador muy valorado por el consumidor, los resultados de esta investigación Mimosa 20,30 cm y Grand Rapids 14,83 cm son superiores a los comunicados por Dante (18) en el 2022, quienes reportaron valores que fluctuaron entre 13,62-21,12 cm al evaluar el uso del compost como fertilizante en el cultivo de lechuga.

Finalmente, el rendimiento fresco representado por la cantidad de producto cosechado por unidad de área. En este sentido los reportes sobre (19) la producción de lechuga orgánica cultivada es de 23.2 toneladas por hectárea, lo que corresponde a 2.32 kg por m². Los resultados presentados en esta investigación Mimosa (5080.20 Kg/ha) y Grand Rapids (2064.53 Kg/ha), son inferiores a los obtenidos por Dante (18) en el 2022 quienes reportan rendimientos de 7,25-12,25 t/ha al evaluar el uso del compost como fertilizante en el cultivo de lechuga. Además, Ori (20) en el 2014, encontraron rendimientos de 1,86-3,49 kg/m² fertilizantes y métodos de cultivo en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de invernadero en Surinam.

CONCLUSIÓN

Según las determinaciones de número de hojas, masa fresca y masa seca, longitud radicular, diámetro de hojas y rendimiento, los mejores resultados han sido obtenidos en la variedad Mimosa, correspondiente a 2 lt. ha⁻¹. Una excepción fue el caso de la determinación de longitud de hojas, en el cual ha prevalecido con mejores resultados la variedad Grand Rapids y los tratamientos T2 y T4. En base a estos resultados en las condiciones evaluadas la variedad Mimosa es la más recomendable, utilizando una dosis de 2 lt. ha⁻¹ de Carboxilatos y Giberelina.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAO. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 2017. 201 p. <https://www.fao.org/3/I7658s/I7658s.pdf>
2. Ayala J, Sahagún J, Cruz A. Inducción del tallo floral de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad capitata con AG3 y su efecto en la producción de semilla. *Rev Fitotec Mex.* 2000; 23:211–26. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61023204.pdf>
3. Campos J. Evaluación del efecto del uso de fertilizantes foliares con acción bioestimulante, sobre la producción y calidad de lechugas. Universidad de Chile; 2012. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116070>
4. Cimrin K, Yilmaz I. Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. *Acta Agric Scand Sect B - Soil & Plant Sci.* 2005;55(1):58–63. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09064710510008559>
5. Venegas-González A, Loewe Muñoz V, Toral-Ibañeza M. Influencia del Uso de Reguladores de Crecimiento Sobre Brotes Vegetativos y Número de Estróbilos Masculinos en *Pinus Pinea* L. en Chile. *Ciência Florest.* 2016;26(4):1087–96. <https://www.redalyc.org/pdf/534/53449110005.pdf>
6. DINAC. Dirección de Meteorología e Hidrología. Datos meteorológicos; 2019. <https://www.meteorologia.gov.py/>
7. Maidana, César David Giménez Caballero, Casuriaga O. Respuesta Productiva del Pimiento a Distanciamientos entre Hileras y Aportes de Materia Orgánica. *El Surco Rev científica Ciencias Agrar.* 2020;5(1):50–6. <https://www.fca-unc.edu.py/wp-content/uploads/2021/05/Revista-Científica-V6.-Noviembre-2020.pdf>
8. González H, Fuentes N. Mecanismo de acción de cinco microorganismos promotores de crecimiento vegetal. *Rev Cienc Agr.* 2017;4(1):17–31. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.173401.60>
9. Lavagnini C, Di Carne C, Corre F, Henrique F, Tokumo L, Silva M. Fisiología Vegetal - Hormônio Giberelina. *Rev Científica Eletrônica Agron.* 2014;25(1):48–52. <https://www.passeidireto.com/arquivo/104318297/fisiologia-vegetal-hormonio-giberelina>
10. Alcantara S, Acero G, Alcántara J, Melida M. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova.* 2019;17(32):109–29. <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>
11. Rodríguez F, Martínez F, Ramos L, Cabrera M, Borrero Y. Efecto del Bioestimulante (Fitomas E) y el Biofertilizante (Bioplasma) en el Rendimiento de la Lechuga Var. Anaida bajo Condiciones de Organoponía Semiprotegida. *Agrotec Cuba.* 2011;35(1):54–60. https://www.grupoagricoladecuba.gag.cu/media/Agrotecnia/pdf/35_2011/Revista1/7.pdf
12. Preciado-Rangel P, Valenzuela-García A, Pérez-García L, González-Salas U, Ortiz-Díaz S, Buendía-García A. La biofortificación foliar con hierro mejora la calidad nutracéutica y la capacidad antioxidante en lechuga. *Terra Latinoam.* 2022;40:e1060. <https://biblat.unam.mx/es/revista/terra-latinoamericana-edo-de-mex/articulo/>

la-biofortificacion-foliar-con-hierro-mejora-la-calidad-nutraceutica-y-la-capacidad-antioxidante-en-lechuga

- 13.** Moreno R. Origen, importancia y aplicación de vermicomposta para el desarrollo de especies vegetales. *Rev Agrar.* 2005;2(3):15–23. <https://www.revistaagraria.com/index.php/agraria/article/view/318>
- 14.** Lara-Herrera A, De la Rosa-Rodriguez R, Trejo-Tellez L. Producción de Lechuga (*Lactuca Sativa* L.) con Cinco Proporciones de Macronutrientes en Solución Nutritiva. *BIOAGRO.* 2023;35(2):113–22. <https://n9.cl/f7vcw>
- 15.** Bonillo M, Filippini M, Lipinski V. Efectos de abonos orgánicos foliares: té de compost, té de lombricompost y supermagro en la productividad en cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). In: V Congreso Latinoamericano de Agroecología. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA); 2015. 1–6. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52669>
- 16.** Terry E, Ruiz P, Tejeda T, Reynaldo IE, Díaz MM de A. Respuesta del Cultivo de la Lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la Aplicación de Diferentes Productos Bioactivos. *Cultiv Trop.* 2011;32(1):77–82. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193222352010>

- 17.** Flores J, Rojas J. Fertilizantes orgánicos en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) Cropa verde. *Rev Estud AGRO-VET.* 2020;4(2):499–503. <https://agrovvet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/28>
- 18.** Dante N, Sotelo E, Cahuana B, Gálvez G, Pari L, Pari R. Fertilización a base de residuo de mercado para mayor rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Una alternativa sostenible. *Rev Alfa.* 2022;6(17):336–45. <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/185/497>
- 19.** Tourte L, Smith R, Klonsky K, De Moura R. Sample costs to produce organic Leaf Lettuce. 2009; 1–19 https://coststudyfiles.ucdavis.edu/uploads/cs_public/7a/c9/7ac93a02-6ad3-439a-a74d-2bcf9e40180c/2019romainehearts-final-7-8-2019.pdf
- 20.** Ori L, Debi-Tewarie S, Narain M. The effect of varieties, fertilizers, and cultivation methods on the production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) under greenhouse conditions in Suriname. *J Agric Technol.* 2014;10(4):1021–37. <https://www.thaiscience.info/Journals/Article/IJAT/10934645.pdf>