Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria ISSN: 2448-6620

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO EN APIO (*Apium graveolens*) EN DIFERENTES TRATAMIENTOS ORGÁNICOS

Carlos Manuel Uvalle Muñiz[1]; María Paula Morales Santarrosa[1]; Jorge Abraham Rodríguez Sandoval[2]; Josefina Jiménez Muñoz Ledo[2]; Daniel Rodríguez Mercado[2]; Ricardo Yáñez López[2]

[1]Estudiante de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable TecNM-Roque, [1]Estudiante de Ingeniería en Agronomía TecNM-Roque, [2]Docentes TecNM-Roque. Autor de correspondencia: jarsandoval.bit@gmail.com

RESUMEN

El apio, científicamente conocido como *Apium graveolens*, es una hortaliza perteneciente a la familia *Apiaceae*, la misma del perejil y la zanahoria. Es originario de regiones mediterráneas y actualmente se cultiva en muchas partes del mundo por su valor alimenticio, medicinal y comercial. Se caracteriza por tener tallos largos, crujientes y de color verde claro, además de hojas aromáticas y raíces fibrosas. El apio es una planta herbácea bianual que en agricultura se cultiva generalmente como anual. Requiere climas templados y alta disponibilidad de agua para lograr un buen desarrollo vegetativo. Prefiere suelos fértiles, profundos, con buen drenaje y ricos en materia orgánica. Su propagación se realiza principalmente por semillas y el trasplante es una práctica común en su manejo agronómico. Desde el punto de vista nutricional, el apio destaca por su alto contenido de agua, fibra, vitaminas y minerales, especialmente vitamina K, vitamina C, potasio y antioxidantes. Debido a su bajo aporte calórico, es ampliamente utilizado en dietas saludables. Además, se le atribuyen propiedades diuréticas, digestivas y antiinflamatorias. El trabajo de investigación se desarrolló en el TecNM-Roque, en el área experimental de las camas intensivas, una vez realizado el trasplante de las plantas de apio, se aplicaron los diferentes bio fertilizantes orgánicos: micorrizas, lixiviado, composta, además de un testigo para la comparación de las mismas. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS (v 9.1) en versión para Windows, llevándose a cabo un ANAVA y la prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05). Los resultados del ANAVA arrojó diferencias significativas entre tratamientos, se determinó que las plantas con tratamientos con la aplicación de Lixiviado fue el tratamiento con mejores resultados, en lo que fue la altura de la planta a los 60 días después de su trasplante.

Palabras clave: *apio, apium graveolens, apiaceae, tratamiento.*

ABSTRACT

Celery, scientifically known as Apium graveolens, is a vegetable belonging to the Apiaceae family, the same as parsley and carrot. It is native to Mediterranean regions and is currently cultivated in many parts of the world for its food, medicinal and commercial value. Celery is a biannual herbaceous plant that in agriculture is generally

grown as an annual. It requires temperate climates and high-water availability to achieve good vegetative development. He prefers fertile, deep soils, with good drainage and rich in organic matter. Its propagation is mainly carried out by seeds and transplantation is a common practice in its agronomic management. It is characterized by having long, crunchy and light green stems, in addition to aromatic leaves and fibrous roots. From a nutritional point of view, celery stands out for its high content of water, fiber, vitamins and minerals, especially vitamin K, vitamin C, potassium and antioxidants. Due to its low-calorie intake, it is widely used in healthy diets. In addition, diuretic, digestive and anti-inflammatory properties are attributed to it. The research work was carried out in the TecNM-Roque, in the experimental area of the intensive beds, once the transplant of the celery plants was carried out, the different organic bio fertilizers were applied: mycorrhizae, leachate, compost, in addition to a witness for the comparison of them. The data were analyzed with the SAS statistical package (v 9.1) in version for Windows, carrying out an ANAVA and the comparison test of averages (Duncan α 0.05). The results of ANAVA showed significant differences between treatments, it was determined that plants with treatments with the application of Leachate were the treatment with the best results, in what was the height of the plant 60 days after its transplantation.

Keywords: *celery, apium graveolens, apiaceae, treatment.*

INTRODUCCIÓN

El apio (*Apium graveolens*) es una especie hortícola perteneciente a la familia Apiaceae, originaria de regiones mediterráneas y actualmente cultivada en diversas partes del mundo debido a su importancia económica y nutricional. Se caracteriza por poseer tallos largos, carnosos y crujientes, además de hojas aromáticas ampliamente utilizadas en la alimentación humana. Desde el punto de vista nutricional, el apio presenta un alto contenido de agua, fibra, vitaminas y minerales, principalmente vitamina K, vitamina C y potasio. Además, contiene compuestos antioxidantes y propiedades medicinales que le atribuyen efectos digestivos, antiinflamatorios y diuréticos, lo cual ha incrementado su demanda en mercados nacionales e internacionales.

El rendimiento y calidad del cultivo dependen de diversos factores agronómicos, entre ellos el manejo nutrimental. Tradicionalmente se han utilizado fertilizantes químicos para incrementar la productividad; sin embargo, el uso excesivo de estos insumos puede ocasionar problemas de contaminación ambiental y deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. En la actualidad, los biofertilizantes orgánicos representan una alternativa sustentable para la producción agrícola, ya que contribuyen al mejoramiento de la fertilidad del suelo, favorecen la actividad microbiológica y reducen el impacto ambiental. Entre los productos más utilizados se encuentran los lixiviados, micorrizas, extractos de algas y otros bioestimulantes orgánicos que aportan nutrientes y promueven el crecimiento vegetal.

Desde la perspectiva de la genética y el mejoramiento vegetal, el cultivo de apio presenta variabilidad genética que permite seleccionar materiales con mayor rendimiento, tolerancia a estrés y mejor adaptación a diferentes condiciones agroecológicas. La interacción entre genética y manejo nutrimental es fundamental para optimizar la productividad y calidad del cultivo. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes tratamientos orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de apio bajo condiciones de producción biointensiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente proyecto se realizó en las camas biointensivas del Tecnológico Nacional de México campus Roque, ubicado en el km 8 de la carretera Celaya–Juventino Rosas, Guanajuato, México, localizado a una altitud aproximada de 1765 msnm. El clima predominante de la región es semicálido subhúmedo, con temperaturas medias anuales entre 14 y 22 °C y precipitaciones de 600 a 1000 mm anuales.

Para el establecimiento del experimento se realizó el acondicionamiento del terreno mediante deshierbe manual, remoción del suelo y formación de camas de cultivo. Posteriormente se efectuó el trasplante de las plantas de apio con una distancia adecuada entre plantas para favorecer el desarrollo vegetativo. La instalación del sistema de riego se realizó mediante cintilla por goteo, aplicando riegos de acuerdo con las necesidades del cultivo. Los tratamientos orgánicos se aplicaron al momento del trasplante y durante el desarrollo del cultivo.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, evaluando seis tratamientos: T1 = Testigo, T2 = Melaza, T3 = Viva, T4 = Lixiviado, T5 = Algas, T6 = Micorrizas + lixiviado. Las variables evaluadas fueron: a) Altura de planta a los 60 días después del trasplante (AltPl60), b) Número de hojas a los 60 días (NoHo60), c) Longitud del peciolo a los 60 días (LongPec60). Los datos obtenidos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS versión 9.1 para Windows, realizando un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de comparación de medias de Duncan (α 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos para las variables evaluadas, indicando que la aplicación de abonos orgánicos influyó positivamente en el crecimiento del cultivo de apio.

Cuadro 1. Análisis de varianza de variables de crecimiento en Apio debido al empleo de abonos orgánicos.

FV	GL	AltPl60	NoHo60	LongPec60
Tratamiento	5	6.61 **	7.633 **	0.015 **
Error	70	0.98	0.652	0.002
Total	89	109.18	91.767	0.344
CV(%)		10.9	12.5	6.6

**=Diferencias altamente significativas, *=Diferencias significativas, ns=sin diferencias significativas (P>=0.95), AltPl=Altura de planta a los 60 ddt, NoHo60=Numero de hojas después de 60 ddt, LongPec60=Longitud de peciolo despues de 60 ddt.

Los resultados obtenidos indican que el tratamiento con lixiviado presentó el mejor comportamiento agronómico, alcanzando la mayor altura de planta y un adecuado desarrollo vegetativo en comparación con los demás tratamientos.

En la prueba de comparación de medias de Duncan (α 0.05), el tratamiento con lixiviado alcanzó una altura promedio de 9.97 cm, superando estadísticamente a otros tratamientos. Asimismo, el tratamiento micorrizas + lixiviado presentó resultados favorables, demostrando que la combinación de microorganismos benéficos y nutrientes orgánicos favorece el crecimiento del cultivo.

Cuadro 2. Comparación de medias (Duncan α 0.05) con el empleo de abonos orgánicos en el crecimiento de Apio.

Descripción Trat	Tratamiento	AltPl60	NoHo60	LongPec60
Lixiviado	4	9.97 a	6.46 bc	0.82 a
Testigo	1	9.56 ab	7.00 ab	0.74 c
Micorrizas + Lixiviado	6	9.34 abc	5.51 d	0.81 a
Algas	5	8.90 bcd	6.04 cd	0.79 ab
Melaza	2	8.59 cd	7.49 a	0.80 a
Viva	3	8.18 d	6.11 cd	0.75 bc

Los valores de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, AltPl=Altura de planta a los 60 ddt, NoHo60=Numero de hojas después de 60 ddt, LongPec60=Longitud de peciolo despues de 60 ddt.

Los resultados muestran que el tratamiento con lixiviado presentó la mayor altura de planta (9.97 cm), diferenciándose estadísticamente de la mayoría de los tratamientos, lo cual indica que este abono orgánico favoreció significativamente el crecimiento vegetativo del cultivo. Asimismo, el tratamiento testigo registró valores altos en altura; sin embargo, no superó estadísticamente al lixiviado. Por otra parte, los tratamientos con melaza y viva presentaron las menores alturas, evidenciando una menor respuesta fisiológica de las plantas.

En la variable número de hojas, el tratamiento con melaza obtuvo el valor más alto (7.49), mostrando diferencias estadísticas respecto a otros tratamientos. Esto sugiere que dicho tratamiento promovió una mayor emisión foliar, posiblemente debido a una mayor disponibilidad de energía y estimulación microbiana en la rizósfera. En contraste, el tratamiento con micorrizas + lixiviado presentó el menor número de hojas, indicando una respuesta menos favorable para esta variable específica.

Respecto a la longitud de pecíolo, los tratamientos con lixiviado y micorrizas + lixiviado registraron los valores más altos (0.82 y 0.81 cm, respectivamente), mostrando una mejor elongación y desarrollo estructural de la planta. Por el contrario, el tratamiento testigo presentó el valor más bajo, reflejando menor crecimiento en comparación con los tratamientos orgánicos aplicados.

Las letras presentes en cada columna indican grupos estadísticamente iguales; es decir, tratamientos que comparten la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí de acuerdo con la prueba de Duncan al 5% de probabilidad. En términos generales, los resultados evidencian que la aplicación de abonos orgánicos tuvo un efecto positivo sobre las variables agronómicas evaluadas, destacando principalmente el lixiviado por su influencia favorable en el crecimiento y desarrollo del cultivo de apio.

La gráfica de promedios de altura de planta mostró claramente que el tratamiento con lixiviado presentó el mayor promedio de crecimiento, seguido del tratamiento testigo y micorrizas + lixiviado. Por otro lado, el tratamiento viva presentó los valores más bajos de crecimiento vegetal.

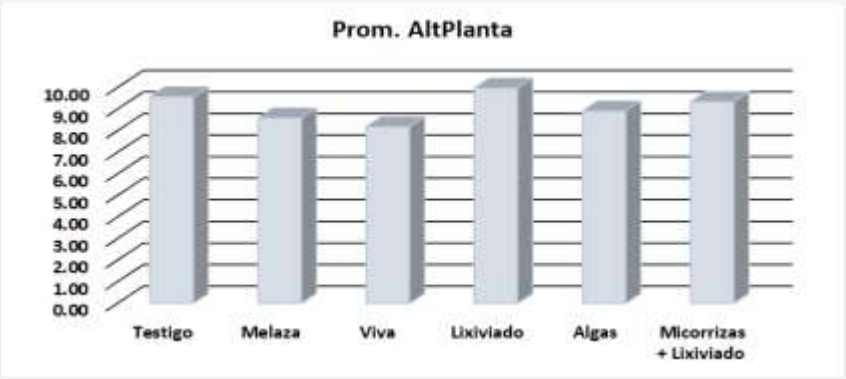

Figura 1. Promedio de altura de planta en apio bajo diferentes tratamientos orgánicos.

En general, los resultados obtenidos coinciden con investigaciones previas donde el uso de biofertilizantes orgánicos mejora el desarrollo de cultivos hortícolas debido a su efecto positivo sobre la actividad microbiológica y disponibilidad de nutrientes en el suelo.

CONCLUSIONES

La evaluación de diferentes tratamientos orgánicos en el cultivo de apio permitió comprobar que los biofertilizantes influyen significativamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los resultados obtenidos evidenciaron que el tratamiento con lixiviado presentó el mejor comportamiento agronómico, especialmente en la variable altura de planta a los 60 días después del trasplante.

Asimismo, el uso de fertilizantes orgánicos favorece el desarrollo vegetativo del cultivo y representa una alternativa sustentable para la producción hortícola, al contribuir al mejoramiento de las propiedades del suelo y disminuir la dependencia de fertilizantes químicos. De igual manera, este estudio demuestra la importancia de implementar prácticas agrícolas sostenibles en sistemas de producción intensiva, particularmente en cultivos hortícolas de alto valor nutricional y comercial como el apio.

Finalmente, se recomienda continuar con investigaciones enfocadas en evaluar diferentes dosis, combinaciones y frecuencias de aplicación de biofertilizantes orgánicos, con la finalidad de optimizar la productividad y calidad del cultivo bajo distintas condiciones agroecológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sylvia S. Mader, S. S. (2016). Biología. McGraw-Hill.

D. J. Sylvia, D. J., Fuhrmann, J. J., Hartel, P. G., & Zuberer, D. A. (2005). Principles and Applications of Soil Microbiology. Pearson.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2017). Soil Organic Carbon: The Hidden Potential.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). Plant Physiology. Sinauer Associates.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). (2017). Producción de hortalizas en México.

Marschner, H. (2012). Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press.

Principles of Vegetable Production Simon, J. E., Chadwick, A. F., & Craker, L. E. (2018). Principles of Vegetable Production. CABI Publishing.

Vegetable Crops Rubatzky, V. E., & Yamaguchi, M. (2012). Vegetable Crops. Springer.

Introducción a la Edafología Porta, J., López-Acevedo, M., & Roquero, C. (2014). Introducción a la Edafología: Uso y Protección del Suelo. Mundi-Prensa.

Food and Agriculture Organization FAO. (2021). Manual de buenas prácticas agrícolas para hortalizas. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Biofertilizantes en la Agricultura Ferrera-Cerrato, R., & Alarcón, A. (2015). Biofertilizantes: Importancia y utilización en la agricultura. Colegio de Postgraduados.

Microbiología Agrícola Madigan, M., & Martinko, J. (2017). Microbiología Agrícola y Ambiental. Pearson Educación.