

## Medición del área foliar de la producción de acelgas (*Beta vulgaris var. cycla*) mediante el uso de microorganismos de montaña y *Azospirillum brasilensis*

Rosas Villagómez Alejandro (1), Medina Saavedra Tarsicio (2), Arroyo Figueroa Gabriela (2)

1 [Licenciatura en Agronegocios, División de Ciencias Sociales y Administrativas, Campus Celaya-Salvatierra, Universidad de Guanajuato] [alex\_rosas17@hotmail.com]

2 [Departamento de Ingeniería Agroindustrial, División de Ciencias de la Salud e Ingeniería, Campus Celaya Salvatierra, Universidad de Guanajuato] [tarsicioms@hotmail.com, gabiaf@yahoo.com.mx]

### Resumen

La acelga son fuentes de vitaminas y minerales y es un cultivo que se desarrolla todo el año. El objetivo de la investigación fue medir del área foliar de la producción de acelgas (*Beta vulgaris var. Cycla*) cultivadas mediante el uso de microorganismos de montaña y *Azospirillum brasilensis*. La producción de las acelgas se realizó en tres bancales, elegidos al azar aplicando tres tratamientos: el tratamiento uno se tomó como testigo (T1) al que solamente se le aplicó los riegos correspondientes, el tratamiento dos se le aplicó *A. brasilensis* (T2) y el tratamiento tres se aplicaron microorganismos de montaña (MM) en su fase líquida (T3). Se tomaron al azar cinco muestras de cada tratamiento (T1, T2, T3) para tomarles una fotografía en un fondo blanco con una escala de medición a un lado, para posteriormente medir el área foliar mediante el programa "ImageJ". Se realizó un análisis multifactorial de la varianza (ANOVA) para los datos del área foliar. Al comparar los tres tratamientos (T1, T2, T3) en el análisis de varianza se encontró que el T1 con T2 y T1 con T3 existen diferencias significativas ( $p=0.03$  y  $p=0.05$  respectivamente), T2 con T3 no existen diferencias significativas ( $p=0.35$ ).

### Abstract

Chard are sources of vitamins and minerals and it is a crop that grows throughout the year. The objective of the research was to measure the leaf area of chard production (*Beta vulgaris var. Cycla*) cultivated by the use of mountain microorganisms and *Azospirillum brasilensis*. The chard production was carried out in three terraces, chosen at random by applying three treatments: in the treatment one was taken as a control (T1) to which only the corresponding risks were applied, in treatment two, *A. brasilensis* (T2) was applied and in the treatment three mountain microorganisms (MM) were applied in their liquid phase (T3). Five samples of each treatment (T1, T2, T3) were taken at random to take a photograph on a white background with a measuring scale on one side, to later measure the leaf area by means of the "ImageJ" program. A multivariate analysis of the variance (ANOVA) was performed for the leaf area data. When comparing the three treatments (T1, T2, T3) in the analysis of variance it was found that T1 with T2 and T1 with T3 there are significant differences ( $p = 0.03$  and  $p = 0.05$  respectively), T2 with T3 there are no significant differences ( $p = 0.35$ ).

### Palabras Clave

Microorganismos benéficos; rizobacterias; superficie foliar; hortalizas de hoja; ecosistemas de montaña

## INTRODUCCIÓN

La acelga (*Beta vulgaris var. cycla*) es una planta herbácea con hojas comúnmente de color verde y peciolo blancos conocidos como pencas, de la familia *Chenopodiaceae*, sus hojas y el peciolo son las partes comestibles [1, 2], además de ser muy conocidas en la cocina por sus diversos usos, tienen un alto contenido nutricional ya que proporciona importantes vitaminas y minerales como la vitamina A y C, minerales como calcio, hierro, magnesio, potasio, entre otros [3].

El cultivo que las acelgas en México se pueden realizar durante todo el año, ya que esta especie es muy resistente a las diferentes condiciones del clima, su temperatura adecuada de germinación es entre los 10 y los 25°C, se puede sembrar en muchos tipos de suelos, pero los ricos en materia orgánica son los más adecuados para este cultivo [4, 5].

En las hortalizas de hoja como las acelgas el área foliar es indispensable ya que es la parte comestible del cultivo [1, 5], además está relacionada con la capacidad de fotosíntesis de las plantas [6]. El índice de área foliar es un parámetro clave en el crecimiento de los cultivos [7].

Por otro lado, los microorganismos de montaña (MM) están formados por hongos, bacterias y levaduras benéficas, se encuentran de manera natural en los ecosistemas donde se produce una desintegración de materia orgánica, que se transforma en los nutrientes adecuados para el desarrollo de su flora [8].

Uno de los microorganismos benéficos más utilizados en la actualidad agrícola es el *Azospirillum brasilensis*, una bacteria que se encuentra en la rizosfera de varias especies de vegetales, con capacidad de fijar nitrógeno que promueve el crecimiento y productividad de cultivos [9, 10]. El objetivo de la presente investigación fue realizar la medición del área foliar de la producción de acelgas (*Beta vulgaris var. Cycla*) cultivadas mediante el uso de microorganismos de montaña y *A. brasilensis*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la producción de las acelgas se realizó en tres bancales elegidos al azar a los que se les aplicó tres tratamientos. El tratamiento uno se tomó como testigo (T1) al que solamente se le aplicó los riegos correspondientes, en el tratamiento dos se le aplicó *A. brasilensis* (T2) de un producto comercial del que se tomó 180 gr para ser diluidos en 4 litros de agua sin cloro y aplicado en el suelo cada ocho días y en el tratamiento tres se utilizaron microorganismos de montaña (MM) en su fase líquida (T3), los que se aplicaron diluidos al 5% cada ocho días en el suelo.

La elaboración de los MM se inicia con la fase sólida anaerobia donde se recolecta materia orgánica en descomposición de un ecosistema de montaña cercano y se procede a mezclar 1 kg de harina de maíz y 1.5 litros de melaza para completar el volumen de una cubeta de 19 litros donde fue compactada y sellada la mezcla, dejando en reposo durante 30 días. Para la fase líquida aerobia fueron tomados 500 gr de producto anterior para colocarlo en un saco de tela y dejarlo flotar en 20 litros de agua mezclada con el 1 % de melaza durante 48 horas, agitando dos veces al día para facilitar la oxigenación.

Se tomaron al azar cinco muestras de cada tratamiento (T1, T2, T3) para tomarles una fotografía en un fondo blanco y con una escala de medición a un lado (Imagen 1), para posteriormente medir el área foliar mediante el programa "ImageJ". Se realizó un análisis multifactorial de la varianza (ANOVA) para los datos del área foliar.



Imagen 1. a) Acelga testigo (T1), b) Acelga con *A. brasilensis* (T2), c) Acelga con microorganismos de montaña MM (T3)

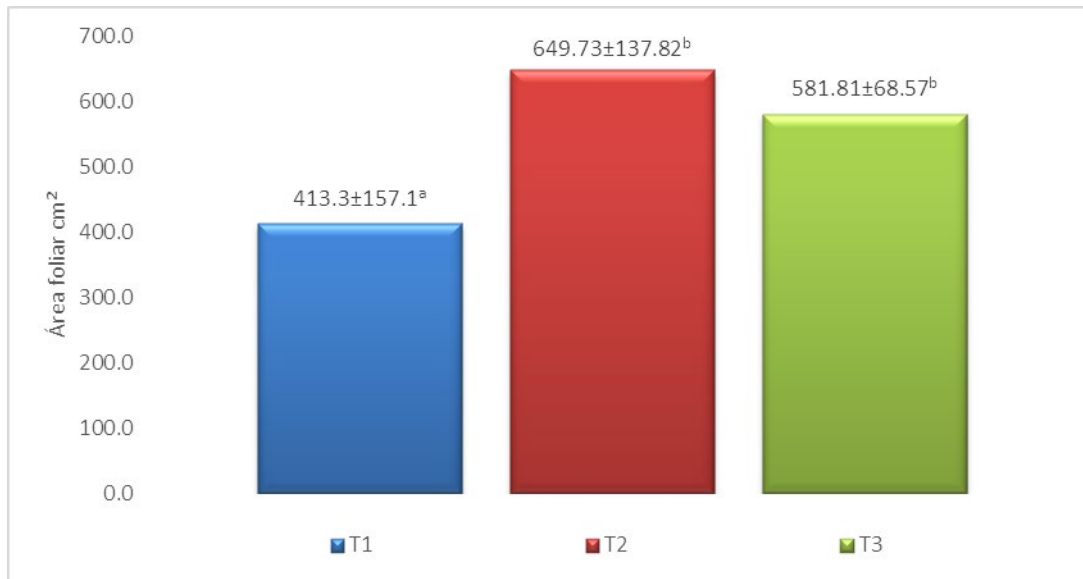
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las muestras de acelgas se puede observar que el tratamiento con *A. brasilensis* (T2) logró una superficie mayor con un promedio de  $649.73 \pm 137.82$  (Tabla 1) superando el promedio del tratamiento testigo (T1) y el tratamiento con MM (T3) con  $413.3 \pm 157.1$  y  $581.81 \pm 68.57$  respectivamente, mientras que el tamaño de las muestras más uniformes se obtienen en T3, siendo las menos uniformes T1 (Tabla1).

Tabla1. Área foliar de las muestras de acelgas con tres tratamientos

Muestra de acelgas	T1 cm <sup>2</sup>	T2 cm <sup>2</sup>	T3 cm <sup>2</sup>
1	467.69	782.51	649.45
2	661.60	751.31	638.04
3	284.52	570.11	553.53
4	291.66	450.46	480.62
5	361.05	694.94	587.41
Total	2066.52	3248.64	2909.05
Promedio	$413.3 \pm 157.1^a$	$649.73 \pm 137.82^b$	$581.81 \pm 68.57^b$

Al comparar los tres tratamientos (T1, T2, T3) en el análisis de varianza se encontró que el T1 con T2 y T1 con T3 existen diferencias significativas ( $p=0.03$  y  $p=0.05$  respectivamente), T2 con T3 no existen diferencias significativas ( $p=0.35$ ) (imagen 2).



**IMAGEN 2. Promedio del área foliar de acelgas**

En investigaciones recientes han utilizado los MM en la producción de acelgas, donde encontraron diferencias importantes para la altura y el diámetro de las acelgas, atribuido al incremento en la microbiología del suelo, lo que facilita la movilización de los nutrientes y una rápida disposición de estos, favoreciendo la absorción del fósforo, la conservación de la humedad y mejorando el desarrollo de la planta [8]. Al utilizar los MM en un sistema productivo en invernadero mejoró la producción de hortalizas aumentando las colonias microbianas y la materia orgánica de suelo [11].

Por otro lado, el *A. brasilense* como rizobacteria promotora del crecimiento generan sinergismo en combinación con otros microorganismos, logrando un aumento del crecimiento, del contenido de fósforo y de la producción de los cultivos, por su capacidad de fijar nitrógeno promueve el crecimiento y productividad de las acelgas [10]. Otras investigaciones han demostrado se usó del *A. brasilense* para la producción de tomate, mostrando mayores alturas en comparación con el tratamiento sin inocular y sin fertilizar [12].

## CONCLUSIONES

Se puede concluir que el uso de *A. brasilensis* (T2) y los microorganismos de montaña (MM) (T3) influyen de manera positiva en el desarrollo foliar de la acelga.

## REFERENCIAS

- [1] Costa, L. G., Aschner, M., Vitalone, A., Syversen, T., & Soldin, P. O. (2004). Developmental Neuropathology of Environmental Agents. *Annu Rev Pharmacol Toxicol*, 44: 87–110.
- [2] Vega, C. D., & Salamanca, R. Á. (2016). Contenidos de plomo en acelga común *Beta vulgaris* L., producida en el contexto de la agricultura urbana (Bogotá, Colombia). *Luna Azul*, 42: 44-53 ISSN 1909-2474.
- [3] Daiss, N., González, M., & Lobo, M. (2006). Efecto de distintos tratamientos pre-cosecha sobre la calidad fisicoquímica y nutricional en acelga ecológica. En D. Valero Garrido, & M. Serrano Mula, *Innovaciones fisiológicas y tecnológicas de la maduración y post-recolección de frutas y hortalizas* (págs. 97-100 ISBN 84-611-2692-0). Orihuela, Alicante: CEE Limencop, S.L.
- [4] INIFAP. (2015). *Agricultura Familiar Periurbana y de Traspatio*. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- [5] Goites, E. (2008). *Manual de cultivos para la Huerta Orgánica Familiar*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria ISBN 978-987-521-324-1.
- [6] Meza, N., & Bautista, D. (1999). Estimación del área foliar en plantas jóvenes de níspero (*Manilkra achras* Miller Fosberg) sometidas a dos ambientes de luz. *Bioagro*, 11(1): 24-28.

- [7] Rodríguez, A., de la Casa, A., Bressanini, L., Accietto, R., & Ovando, G. (2000). Determinación del área foliar en papa (*Solanum tuberosum* L., var. Spunta) por medio de fotografías digitales conociendo la relación entre el número de píxeles y la altura de adquisición. *Revista Brasileira de Agrometeorología*, v. 8, n. 2, p. 215-221 ISSN 0104-1347.
- [8] Campo, M. A., Acosta, S. R., Morales, V. S., & Alonso, P. F. (2014). Evaluación de microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Biocología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, Vol. 12, No. 1, 79-87.
- [9] Tien, T., Gaskins, M., & Hubbell, D. (1979). Plant Growth Substances Produced by *Azospirillum brasilense* and Their Effect on the Growth of Pearl Millet (*Pennisetum americanum* L.). *Applied and environmental microbiology*, Vol. 37, No. 5, p. 1016-1024.
- [10] Díaz, F. A., Jacques, H. C., & Peña, d. M. (2008). Productividad de sorgo en campo asociada con micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense*. *Universidad y Ciencia*, 24(3) 229-237.
- [11] Castro, B. L., Murillo, R. M., Uribe, L. L., & Mata, C. R. (2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y microorganismos de montaña (MM) t su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 39(3) 21-36 ISSN:0377-9424.
- [12] Elien, T. A., & Leyva, G. A. (2006). Evaluación agrobiológica de la coinoculación Micorrizas-Rizobacterias en tomate. *Agronomía Costarricense*, 30(1): 65-73 ISSN:0377-9424.