

# 03

## RENDIMIENTO DE ACELGA (*Beta Vulgaris* L.) BAJO DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

### YIELDS OF CHARD (*Beta Vulgaris* L.) UNDER DIFFERENT DOSES OF NITROGEN FERTILIZATION

Dixon Fernando Gonzaga-Apolo<sup>1</sup>

E-mail: [dgonzaga1@utmachala.edu.ec](mailto:dgonzaga1@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2493-9956>

Davis Marcelo Hidalgo-Novillo<sup>1</sup>

E-mail: [dhidalgo2@utmachala.edu.ec](mailto:dhidalgo2@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3541-7637>

Hipólito Israel Pérez-Iglesias<sup>1</sup>

E-mail: [hperez@utmachala.edu.ec](mailto:hperez@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3368-8716>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Gonzaga-Apolo, D., Hidalgo-Novillo, D. M., Pérez Iglesias, H. (2023). Rendimiento de acelga (*Beta Vulgaris* L.) bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(3), 21-28. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

#### RESUMEN

La acelga es una hortaliza de hoja muy consumida en muchas partes del mundo. En las hortalizas de hoja como la acelga, el nitrógeno desempeña un papel importante en el crecimiento de las plantas, afectando así al rendimiento y a la calidad del producto. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de nitrógeno en diferentes dosis sobre el rendimiento de la acelga; para ello se ejecutó un diseño cuadrado latino con cinco tratamientos: T1 (testigo) 0 kg N ha<sup>-1</sup>, T2 100 kg N ha<sup>-1</sup>, T3 150 kg N ha<sup>-1</sup>, T4 200 kg N ha<sup>-1</sup> y T5 250 kg N ha<sup>-1</sup>, se usó la prueba estadística Tukey con nivel de significancia ( $p < 0,05$ ). Las variables evaluadas fueron: Ancho de hoja central, altura de limbo, ancho del peciolo superior, ancho de penca y peso de hoja. A pesar de que estadísticamente no existieron diferencias significativas entre el peso de hoja final evaluado, la dosis de 150 kg N ha<sup>-1</sup> obtuvo la mejor producción del estudio, considerándose de esta manera la mejor dosis. En general, Los resultados tienen implicaciones prácticas importantes para los productores de acelga, estos indican que no es necesario utilizar dosis excesivas de nitrógeno para lograr un buen rendimiento de la acelga. Esto puede ayudar a reducir los costos de fertilización y minimizar el impacto ambiental asociado con el exceso de nitrógeno. Sin embargo, se necesita una investigación adicional para validar estos resultados y considerar las influencias de las condiciones ambientales específicas del sitio.

#### Palabras clave:

Acelga, fertilización nitrogenada, rendimiento agrícola.

#### ABSTRACT

Chard is a leafy vegetable widely consumed in many parts of the world. In leafy vegetables such as chard, nitrogen plays an important role in plant growth, thus affecting yield and product quality. The objective of this study was to evaluate the effect of nitrogen application at different nitrogen doses on chard yield; for this purpose, a Latin square design with five treatments was executed: T1 (control) 0 kg N ha<sup>-1</sup>, T2 100 kg N ha<sup>-1</sup>, T3 150 kg N ha<sup>-1</sup>, T4 200 kg N ha<sup>-1</sup> and T5 250 kg N ha<sup>-1</sup>, the Tukey statistical test was used with significance level ( $p < 0.05$ ). The variables evaluated were: Central leaf width, leaf blade height, upper petiole width, stalk width and leaf weight. Although there were no statistically significant differences between the final leaf weight evaluated, the dose of 150 kg N ha<sup>-1</sup> obtained the best production of the study, thus being considered the best dose. Overall, the results have important practical implications for chard growers and producers, as they indicate that it is not necessary to use excessive doses of nitrogen to achieve significant differences in chard yield. This can help reduce fertilizer costs and minimize the environmental impact associated with excess nitrogen. However, further research is needed to validate these results and consider the influences of site-specific environmental conditions.

#### Key words:

Chard, nitrogen fertilization, agricultural yield.

## INTRODUCCIÓN

La acelga (*Beta vulgaris L.*) es una planta, bienal, de la familia (*Chenopodium*). Es una especie hortícola caracterizada por hojas grandes, ovaladas, con margen acorazonado, de color que varía de verde oscuro a verde claro con pecíolos de color crema o blanco (Filgueira, 2008). Es una planta de clima templado, entre 18-25 °C (Echer et al., 2012). Sin embargo, hay poca información técnica disponible sobre su cultivo, especialmente en relación con los nutrientes minerales.

Es una hortaliza de hoja muy consumida en muchas partes del mundo. Los horticultores prefieren la acelga a las espinacas y el apio porque es más resistente y fácil de cultivar (Echer et al., 2012). Las hojas y los tallos de la acelga son nutritivos y ricos en vitaminas (A, K y C), minerales (potasio, calcio, magnesio, hierro y fósforo), fibra dietética y proteínas, la acelga es significativamente superior a la espinaca en la mayoría de los minerales (excepto Ca, K, Fe, Mn, Zn y proteínas) en comparación con la lechuga verde (Rivelli & Libutti, 2022a).

Los principales metabolitos secundarios identificados fueron flavonoides, glucósidos flavonoides y saponinas (Rivelli & Libutti, 2022a). Los farmacólogos modernos han destacado la importancia de las moléculas bioactivas presentes en los extractos de acelga, que han demostrado tener efectos antidiabéticos, antiinflamatorios, antioxidantes y anticancerígenos (Topalović et al., 2018). La densidad de plantación es uno de los factores más importantes que influyen en el rendimiento (Echer et al., 2012).

El aumento del número de plantas por unidad de superficie reduce el rendimiento por planta. La acelga suele cultivarse en campo con una distancia entre hileras de 0,45-0,6 m y una distancia entre plantas de 0,25-0,30 m. Para cada variedad, la distancia debe ajustarse de forma que la productividad no se vea comprometida por una reducción de la superficie foliar, importante para la fotosíntesis (Rivelli & Libutti, 2022b).

Además de la densidad de plantación, la fertilización es una de las prácticas de gestión más caras y rentables que pueden alterar el rendimiento, lo que se traduce en mayores cosechas, cultivos más uniformes y un mayor valor de mercado (B. Singh et al., 2002). En las hortalizas de hoja como la acelga, el nitrógeno desempeña un papel importante en el crecimiento de las plantas, afectando así al rendimiento y a la calidad del producto. La fertilización es una de las prácticas agrícolas más eficaces para aumentar el rendimiento y la calidad nutricional de muchos cultivos hortícolas destinados al consumo humano (Ivanović et al., 2019). El contenido de elementos minerales, la calidad general y el rendimiento dependen de la cantidad, la frecuencia y el método de aplicación de los fertilizantes (Maltas et al., 2018).

Por ejemplo, el contenido de vitamina C y azúcar de las espinacas y la acelga aumenta con altos niveles de N (H. Singh et al., 2019). Del mismo modo, el Nitrogeno(N) elevado suele provocar cambios en la composición (reducción del ácido ascórbico, los azúcares y la acidez) y

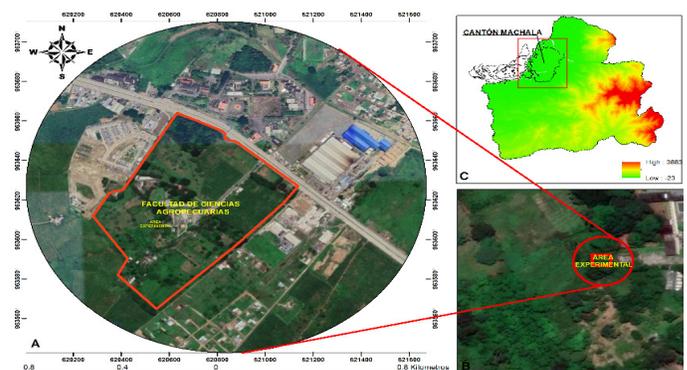
las proporciones de aminoácidos esenciales, lo que se traduce en una reducción del rendimiento, así como del contenido de proteínas en las hortalizas cosechadas con N bajo y otros deterioros de la calidad nutricional y visual (Chirere et al., 2021). Sin embargo, el uso excesivo de fertilizantes con N puede tener un impacto negativo sobre los usuarios, el medio ambiente y el propio cultivo. Según (Azile et al., 2021), aproximadamente el 80% del nitrato de la dieta se absorbe a través del consumo de verduras. El nitrato dietético se absorbe a través del consumo de verduras y, si se ingiere, puede causar una serie de enfermedades crónicas. En particular, la acelga tiene una fuerte tendencia a acumular nitrato, con más del 60% del nitrato acumulándose en el peciolo (Ivanović et al., 2019). Por lo tanto, la aplicación adecuada de fertilizantes nitrogenados en las explotaciones es importante para reducir los riesgos para la salud humana y la contaminación ambiental y para mantener la calidad del producto.

Este cultivo se caracteriza por una alta eficiencia de extracción de nutrientes y un alto rendimiento a corto plazo. Sin embargo, el exceso de nitrógeno puede acumularse en la planta en forma de nitrato ( $\text{NO}_3$ ), que puede ser perjudicial para la salud (Azile et al., 2021). En Ecuador, se han realizado pocos estudios para evaluar la distribución del nitrógeno en las plantas y la fertilización de la acelga. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de nitrógeno en diferentes dosis nitrogenadas sobre el rendimiento de la acelga.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Granja Experimental Santa Inés de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, perteneciente a la Universidad Técnica de Machala. La zona de estudio se encuentra ubicada geográficamente en las coordenadas 3°15'52.29 S, 79°57'4.3 W en el cantón Machala, dentro de la provincia de El Oro, Ecuador (Figura 1). En cuanto al régimen de precipitación o de lluvias esta se divide dentro de dos periodos; con un periodo lluvioso de diciembre a mayo, una precipitación media anual de 1250 mm y una temperatura media anual que oscila entre 24 y 26°C (Luna-Romero et al., 2018).

**Figura 1.** Mapa de ubicación de la investigación, **A)** vista satelital de la Facultad de ciencias Agropecuarias, **B)** Vista satelital del área experimental, **C)** Cantón Machala



## VARIABLES Y MOMENTO DE EVALUACIÓN

Los datos se recolectaron de acuerdo a la metodología descrita por Hoyos (2005) el cual evaluó la evolución de parámetros morfológicos de la acelga con similares características para la investigación, donde se modificó el tiempo de evaluación por cada 15 días respectivamente.

**Ancho de hoja central (Ahc)**, se midió cada 15 días después de la emergencia de la primera hoja. Se eligieron al azar 15 plantas en cada unidad experimental y se midieron desde el extremo del pecíolo hasta el extremo del limbo utilizando una cinta métrica. Los datos fueron expresados en cm.

**Altura de limbo (Al)**, se midió a partir de los 15 días de emergencia, y así hasta completar los 120 días de evaluación final medida desde donde los lados del limbo se extendían 1 cm a cada lado de la penca hasta llegar al extremo superior del limbo. Los datos fueron expresados en (cm);

**Ancho del pecíolo superior (Aps)**, la medición empezó a partir de los 15 días después emergencia y continuado hasta 120 días, medida en la zona más ancha con la ayuda de una cinta métrica. Los datos fueron expresados en cm.

**Ancho de penca (Ape)**, se midió a partir de los 15 días después de la emergencia y cada 15 días, medida a una distancia de dos centímetros desde el extremo del pecíolo donde la hoja se desprendió de la planta, se expresó en cm.

**Peso de hoja (Ph)**, se recolectó la información cada 15 días hasta completar los 120 días de evaluación con la ayuda de una balanza el valor fue expresado en gramos (Figura 2).

**Figura 2.** Proceso de evaluación de variables. A) ancho de hoja, B) altura de limbo, C) ancho de pecíolo, D) ancho de penca, E) peso de hoja



## MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

### Preparación del terreno

Primeramente, se procedió a retirar la maleza, restos de cultivos anteriores y escombros que puedan interferir con el crecimiento del cultivo, en segunda instancia se realizó una labranza del suelo haciendo uso de un motocultor para aflojarlo y permitir que las raíces puedan penetrar fácilmente. Esto también ayuda a mezclar materia orgánica y nutrientes en el suelo, luego se realizaron surcos para proceder con la siembra; esto facilita el drenaje del agua y mejora el crecimiento de las plantas. La distancia entre los surcos depende del tipo de tratamiento ubicado en cada unidad experimental.

### Material vegetal

El material vegetal utilizado en este estudio consistió en semillas de acelga. Estas semillas fueron seleccionadas por su calidad y uniformidad, asegurando así que los resultados del estudio reflejaran de manera precisa el efecto de las diferentes dosis de fertilización nitrogenada en la acelga. Las semillas de acelga utilizadas pertenecen a la variedad amarilla de Lyon, que se considera representativa de la especie y es ampliamente reconocida en la investigación agrícola.

### Control de arvenses

El control de arvenses durante las primeras fases de desarrollo del cultivo se realizó de manera manual, esto debido a la fragilidad del cultivo, seguidamente en etapa adulta el control se realizó de manera mecánica haciendo uso de bomba de mochila y herbicidas de origen orgánico para mantener el control de éstas (Figura 3).

**Figura 3.** Manejo del experimento, **A)** preparación del terreno, **B)** control mecánico de arvenses



#### Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico utilizando el software IBM SPSS 25, a un nivel significativo del

5% ( $p < 0,05$ ) para evaluar el impacto de las diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el rendimiento de la acelga. El análisis incluyó los siguientes pasos.

Se llevó a cabo una prueba de ANOVA de una vía para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización nitrogenada. La hipótesis nula ( $H_0$ ) postulaba que no había diferencias significativas entre los grupos de tratamiento, mientras que la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) sugería que al menos un grupo era significativamente diferente de los demás en cuanto a las variables medidas. Luego de realizar la prueba ANOVA y obtener resultados significativos, se procedió a realizar pruebas post hoc utilizando el método de Tukey. Esta prueba permitió identificar qué grupos específicos eran diferentes entre sí en términos de las variables de ancho de la hoja central, altura de limbo, ancho del peciolo superior, ancho de penca, peso de hoja.

Además, se realizó un análisis de estadística descriptiva para proporcionar una visión general de la distribución de datos y los valores promedio de cada variable en los diferentes tratamientos. Para garantizar que se cumplía el supuesto de homogeneidad de varianza, se llevaron a cabo

pruebas de homogeneidad y varianza, como el test de Levene. Esto aseguró que las varianzas entre los grupos fueran aproximadamente iguales, lo que es fundamental para la validez de los resultados del ANOVA.

#### DISEÑO EXPERIMENTAL

El objetivo del estudio se ha definido de manera más clara, para evaluar el impacto de diferentes dosis de nitrógeno en el rendimiento de la acelga.

Se han seleccionado cinco tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5) que representan diferentes dosis de nitrógeno: 0 kg N ha<sup>-1</sup>, 100 kg N ha<sup>-1</sup>, 150 kg N ha<sup>-1</sup>, 200 kg N ha<sup>-1</sup> y 250 kg N ha<sup>-1</sup>. Este rango de dosis se eligió para abarcar un espectro significativo de fertilización nitrogenada.

El diseño experimental se basa en un cuadrado latino, con 25 unidades experimentales de 1 metro cuadrado cada una. Cada unidad experimental contiene tres surcos de 1 metro de longitud y una distancia de siembra de 30 cm, lo que resulta en tres plantas por surco. Este diseño permite una distribución uniforme de los tratamientos y reduce el sesgo experimental. En la Tabla 1 se detallan los tratamientos.

**Tabla 1.** Tratamientos empleados para las diferentes dosis en el cultivo de Acelga

Tratamientos		Dosis utilizadas kg N ha <sup>-1</sup>	
N.º	Símbolo		
1	T1(testigo)		0
2	T2		100
3	T3		150
4	T4		200
5	T5		250

**Fuente:** Elaboración propia

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se utilizaron pruebas post hoc con un intervalo de confianza del 95% mediante el método de Tukey para evaluar si existían diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Los resultados revelan que en ninguna de las variables analizadas se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de fertilización nitrogenada. Esto indica que, a un nivel de confianza del 95%, no se encontraron diferencias significativas en el ancho de la hoja central, la altura de limbo, el ancho del peciolo superior y el ancho de penca entre los distintos niveles de dosis de nitrógeno aplicadas.

Estos hallazgos sugieren que, en el contexto de este estudio, las diferentes dosis de nitrógeno no tuvieron un impacto estadísticamente significativo en las variables medidas. Esto puede ser importante para la toma de decisiones en la fertilización de la acelga, ya que indica que no es necesario utilizar dosis excesivas de nitrógeno para lograr diferencias significativas en las características de

la planta estudiadas (Peralta et al., 2015; Sauer et al., 2008). La gestión adecuada de la fertilización puede ayudar a optimizar el rendimiento y la calidad del cultivo sin incurrir en costos innecesarios. En el estudio, se llevaron a cabo mediciones de cinco variables clave en el cultivo de acelga en respuesta a diferentes dosis de fertilización nitrogenada. A continuación, se presentan los datos descriptivos para cada variable:

#### Ancho de Hoja central (Ahc)

Los valores promedio fueron los siguientes: en el grupo de control, la media fue de aproximadamente 39,8 cm, con un valor mínimo de 20,8 cm y un valor máximo de 50 cm. En los grupos que recibieron 100 kg N ha<sup>-1</sup>, 150 kg N ha<sup>-1</sup>, 200 kg N ha<sup>-1</sup> y 250 kg N ha<sup>-1</sup>, las medias fueron similares, oscilando alrededor de 39,7 cm, y los valores mínimos y máximos variaron en un rango estrecho en cada caso (Tabla 2).

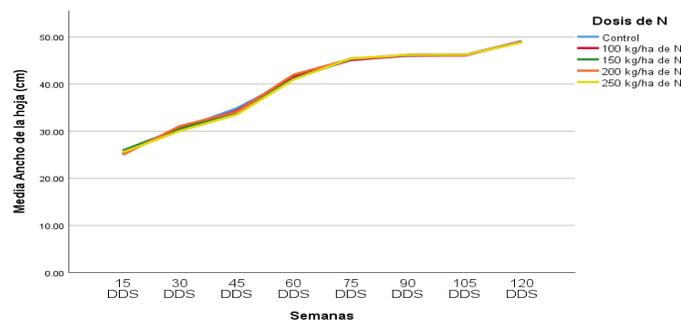
**Tabla 2.** Resultados de ANOVA y Tukey para la variable ancho de hoja

Dosis kg N ha <sup>-1</sup>	Centímetros
0	39,7963 a
100	39,7327 a
150	39,7642 a
200	39,8518 a
250	39,578 a
F	0,19
Sig.	,999

Fuente: Elaboración propia

En general, como se observa en la Figura 4, no se observaron diferencias estadísticas significativas en el ancho de la hoja entre los diferentes tratamientos de fertilización de (N).

**Figura 4.** Gráfico de líneas múltiples para la variable ancho de hoja



Los datos de ancho de la hoja (cm) en el cultivo de acelga revelaron que las diferentes dosis de fertilización nitrogenada no tuvieron un impacto estadísticamente significativo en esta variable, con valores promedio relativamente similares en todos los grupos de tratamiento y diferencias moderadas entre los valores mínimos y máximos en cada grupo.

Estos resultados son consistentes con investigaciones previas, que también encontraron que la fertilización nitrogenada en la acelga no afectó significativamente el ancho de la hoja (Sauer et al., 2008). Estos hallazgos sugieren que la acelga podría mostrar cierta tolerancia a las variaciones en la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, al menos dentro del rango de dosis estudiado, lo que podría tener implicaciones económicas al reducir los costos de fertilización sin comprometer la calidad del cultivo (Li et al., 2022). Sin embargo, se recomienda realizar investigaciones adicionales para validar estos resultados y considerar las influencias de las condiciones ambientales y otros factores específicos del sitio.

#### Altura de Limbo (Al)

Los resultados mostraron que, en el grupo de control, la altura promedio fue de aproximadamente 21,6 cm, con un mínimo de 10,62 cm y un máximo de 25,7 cm. Para los grupos que recibieron diferentes dosis de nitrógeno, las alturas medias se mantuvieron en un rango cercano a 21,5-21,7 cm, con valores mínimos y máximos que variaron en cada caso. Al igual que en el ancho de la hoja, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la altura de limbo entre los tratamientos (Tabla 3).

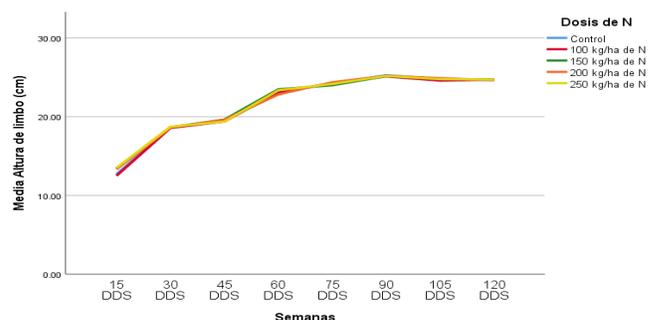
**Tabla 3.** Resultados de ANOVA y Tukey para la variable altura de limbo

Dosis kg N ha <sup>-1</sup>	Centímetros
0	21,5342 a
100	21,5342 a
150	21,7328 a
200	21,6922 a
250	21,7263 a
F	0,54
Sig.	,995

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5, se aprecia que no hubo variación significativa al final del cultivo en la altura del limbo en los diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada; pero hubo una variación a los 45DDS (Figura 5).

**Figura 5.** Gráfico de líneas múltiples para la variable altura de limbo



En cuanto a la Altura de Limbo (cm), los datos obtenidos sugieren que las diferentes dosis de fertilización nitrogenada no tuvieron un impacto estadísticamente significativo en esta variable, ya que las medias se mantuvieron en un rango cercano entre los grupos de tratamiento, con diferencias moderadas entre los valores mínimos y máximos. Estos resultados son coherentes con la investigación que también encontró una falta de efecto significativo de la fertilización nitrogenada en la altura de limbo en la acelga (Almeida et al., 2006; Rodríguez et al., 2020). Esto podría indicar una estabilidad en la expansión vertical de las hojas de la acelga ante las variaciones en la disponibilidad de nitrógeno en el suelo.

#### Ancho de peciolo superior (Aps)

la media en el grupo de control fue de aproximadamente 27,4 cm, con un mínimo de 18 cm y un máximo de 33,9 cm. Para los grupos con diferentes dosis de nitrógeno, las medias se mantuvieron cercanas a 27,3-27,5 cm, y los valores mínimos y máximos variaron en cada caso. Nuevamente, no se observaron diferencias estadísticas significativas en el ancho del peciolo entre los tratamientos de fertilización (Tabla 4).

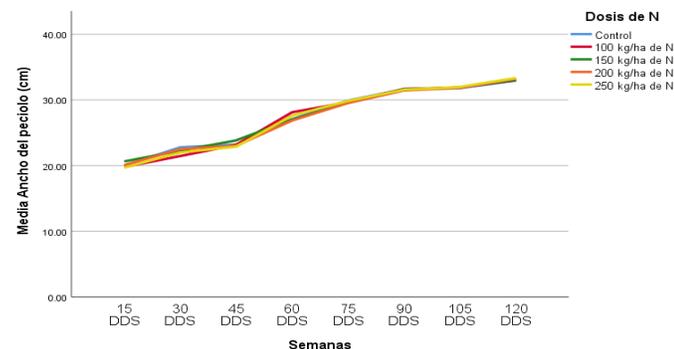
**Tabla 4.** Resultado de ANOVA y Tukey para la variable ancho de peciolo

Dosis kg N ha <sup>-1</sup>	Centímetros
0	27,3213 a
100	27,3478 a
150	27,4967 a
200	27,3213 a
250	27,3674 a
F	0,25
Sig.	,999

Fuente: Elaboración propia

Con relación al ancho del peciolo, se aprecia una caída de la curva a los 45DDS se aplicó (N), mejoró a los 60DDS, no se observa diferencia significativa hasta los 120DDS en el ancho del peciolo superior entre los diferentes tratamientos, con medias cercanas entre las dosis de fertilización nitrogenada y diferencias moderadas entre los valores mínimos y máximos (Figura 6).

**Figura 6.** Gráfico de líneas múltiples para la variable ancho de peciolo superior



Estos resultados son consistentes con la investigación realizada donde se encontró una falta de efecto significativo de la fertilización nitrogenada en el ancho del peciolo en la acelga (Aguirre Forero et al., 2022; Santana-Aragone et al., 2017). Esto sugiere una cierta resistencia del peciolo de la acelga a las variaciones en la disponibilidad de nitrógeno en el suelo.

#### Ancho de Penca (APe)

En el grupo de control, la media fue de aproximadamente 21,8 cm, con un mínimo de 9,08 cm y un máximo de 31,4 cm. Los grupos con diferentes dosis de nitrógeno mostraron medias cercanas a 21,6-21,8 cm, y los valores mínimos y máximos variaron. Como en las otras variables, no se detectaron diferencias estadísticas significativas en el ancho de penca entre los tratamientos.

(Tabla 5)

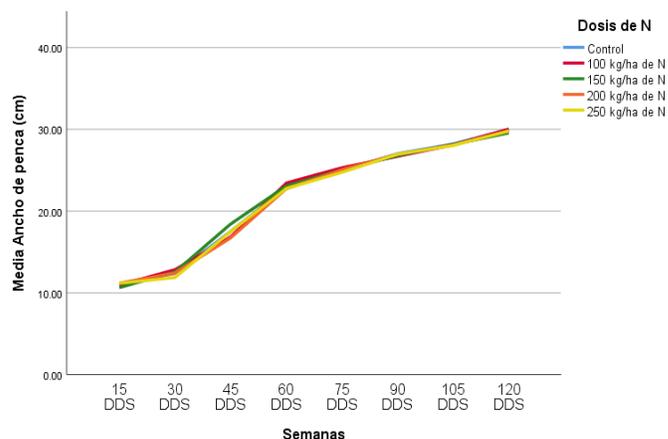
**Tabla 5.** Resultados de ANOVA y Tukey para la variable ancho de penca

Dosis kg N ha <sup>-1</sup>	Centímetros
0	21,7501 a
100	21,7668 a
150	21,7763 a
200	21,6143 a
250	21,5991 a
F	0,19
Sig.	,999

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta en el ancho de penca, como se observa en la figura 7, en los 30DDS hay una caída de la curva, pero como se fertilizo en los 45DDS se obtuvo una mejoría y lo mismo se hizo a las 75DDS y no hubo variaciones (Figura 7).

**Figura 7.** Gráfico de líneas múltiples para la variable ancho de penca



Tiene medias similares entre los grupos de tratamiento y diferencias moderadas entre los valores mínimos y máximos. Estos resultados coinciden con la investigación

previa que indican falta de efecto significativo de la fertilización nitrogenada en el ancho de penca del cultivo de acelga (Echer et al., 2012). Esto sugiere que el ancho de la penca puede mantenerse relativamente constante a pesar de las variaciones en la disponibilidad de nitrógeno en el suelo.

### Peso de Hoja (Ph)

El peso de hoja en el cultivo de acelga es una variable importante que mide la masa promedio de las hojas de acelga cosechadas por unidad de área, expresada en gramos (g) por hectárea (kg de nitrógeno/ha). Esta variable es esencial para evaluar la calidad de las hojas de acelga y su capacidad de producción en función de la cantidad de nitrógeno aplicado al cultivo.

A partir de los resultados obtenidos en la investigación, se puede observar cómo el peso de hoja en el cultivo de acelga varía en función de la cantidad de nitrógeno aplicado por hectárea en los diferentes tratamientos (Tabla 6).

**Tabla 6.** Resultados de ANOVA y Tukey para la variable peso de hoja (t/ha-1)

Dosis kg N ha <sup>-1</sup>	Rendimiento agrícola t ha <sup>-1</sup>
0	23,33 a
100	23,67 a
150	23,90 a
200	23,69 a
250	23,13 a
F	0,32
Sig.	,998

**Fuente:** Elaboración propia

En el tratamiento de control, donde no se aplicó nitrógeno adicional, se obtuvo un peso promedio de hoja de 23,33 t ha<sup>-1</sup>. Este valor sirve como referencia para comparar el peso de hoja en los demás tratamientos. Al aplicar 100 kg N ha<sup>-1</sup>, se observó un ligero aumento en el peso promedio de hoja, llegando a 23,67 t/ha<sup>-1</sup>. En el tratamiento con 150 kg N ha<sup>-1</sup>, se registró un aumento adicional en el peso de hoja, alcanzando los 23,90 t ha<sup>-1</sup>. Con 200 kg N ha<sup>-1</sup>, el peso promedio de hoja se mantuvo en un nivel competitivo, registrando 23,69 t/ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, el tratamiento con 250 kg N ha<sup>-1</sup> mostró una ligera disminución en el peso de hoja, descendiendo a 23,13 t ha<sup>-1</sup>.

El tratamiento de 150 kg N ha<sup>-1</sup> mostró un peso de hoja ligeramente mayor en comparación con el testigo y con 250 kg N ha<sup>-1</sup>.

### CONCLUSIONES

El cultivo de acelga demostró tener gran tolerancia a las variaciones respecto a la fertilización nitrogenada. Los resultados indican que puede ser relativamente resistente a las fluctuaciones en la disponibilidad de nitrógeno en

el suelo. La estabilidad en las características evaluadas, como el ancho de la hoja, la altura de limbo, el ancho del peciolo y el ancho de penca, a pesar de las diferentes dosis de nitrógeno, sugiere que la planta puede adaptarse eficazmente a las condiciones de fertilización en el rango estudiado.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre Forero, S. E., Piraneque Gambasica, N. V., & Cruz O'Byrne, R. K. (2022). Relación entre nutrientes con carbono, nitrógeno y materia orgánica en suelos de la zona bananera de Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(2), 93–112. <https://doi.org/10.22490/21456453.5186>
- Almeida, E. V., Natale, W., Prado, R. de M., & Barbosa, J. C. (2006). Adubação nitrogenada e potássica no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro. *Ciência Rural*, 36(4), 1138–1142. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000400015>
- Azile, D., Tembakazi, T. S., Babalwa, M., Retief, P. C., & Mongezi, M. M. (2021). Effect of bioslurry effluent on growth, biological yield and nutritional content of Swiss chard (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 13(3), 173–181. <https://doi.org/10.5897/JAERD2021.1221>
- Chirere, T. E. S., Khalil, S., & Lalander, C. (2021). Fertiliser effect on Swiss chard of black soldier fly larvae-frass compost made from food waste and faeces. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(4), 457–469. <https://doi.org/10.3920/JIFF2020.0120>
- Echer, M. D. M., Zoz, T., Rossol, C. D., Steiner, F., Castagnara, D. D., & Lana, M. D. C. (2012). Plant density and nitrogen fertilization in Swiss chard. *Horticultura Brasileira*, 30, 703–707. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000400023>
- Filgueira, Far. (2008). *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. UFV.
- Ivanović, L., Milašević, I., Topalović, A., Đurović, D., Muškoša, B., Knežević, M., & Vrvic, M. (2019). Nutritional and phytochemical content of Swiss chard from Montenegro, under different fertilization and irrigation treatments. *British Food Journal*, 121(2), 411–425. <https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2018-0142>
- Li, H., Yang, X., Kang, Y., Li, W., Li, H., & Qin, S. (2022). Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Combined Fertilisation on the Dry Matter Accumulation, Distribution and Yield of Potato Under Ridge and Furrow Film Mulch Cropping. *Potato Research*. <https://doi.org/10.1007/s11540-022-09596-3>

- Luna-Romero, A., Ramírez, I., Sánchez, C., Conde, J., Agurto, L., & Villaseñor, D. (2018). Spatio-temporal distribution of precipitation in the Jubones river basin, Ecuador: 1975-2013. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 63–70. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.07>
- Maltas, A., Kebli, H., Oberholzer, H. R., Weisskopf, P., & Sinaj, S. (2018). The effects of organic and mineral fertilizers on carbon sequestration, soil properties, and crop yields from a long-term field experiment under a Swiss conventional farming system. *Land Degradation & Development*, 29(4), 926–938. <https://doi.org/10.1002/ldr.2913>
- Peralta, N. R., Costa, J. L., Balzarini, M., Franco, M. C., Córdoba, M., & Bullock, D. (2015). Delineation of management zones to improve nitrogen management of wheat. *Computers and Electronics in Agriculture*, 110, 103–113.
- Rivelli, A. R., & Libutti, A. (2022). Effect of Biochar and Inorganic or Organic Fertilizer Co-Application on Soil Properties, Plant Growth and Nutrient Content in Swiss Chard. *Agronomy*, 12(9), 2089. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092089>
- Rodríguez, A., Peña-Fleitas, M. T., Gallardo, M., de Souza, R., Padilla, F. M., & Thompson, R. B. (2020). Sweet pepper and nitrogen supply in greenhouse production: Critical nitrogen curve, agronomic responses and risk of nitrogen loss. *European Journal of Agronomy*, 117, 126046. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126046>
- Santana-Aragone, D., Colina-Navarrete, E., Castro-Arteaga, C., Cadena-Piedrahita, D., Sotomayor-Morán, A., Galarza-Centeno, E., & López-Villacrú, M. (2017). Microorganismos Fijadores De Nitrógeno Y Su Acción Complementaria A La Fertilización Química En El Cultivos De Coffea arabica L. *European Scientific Journal*, 13(3). <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v13n3p211>
- Sauer, T. J., Alexander, R. B., Brahana, J. V., & Smith, R. A. (2008). The Importance and Role of Watersheds in the Transport of Nitrogen. In *Nitrogen in the Environment* (pp. 203–240). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374347-3.00008-1>
- Singh, B., Singh, Y., Ladha, J. K., Bronson, K. F., Balasubramanian, V., Singh, J., & Khind, C. S. (2002). Chlorophyll Meter– and Leaf Color Chart–Based Nitrogen Management for Rice and Wheat in Northwestern India. *Agronomy Journal*, 94(4), 821–829. <https://doi.org/10.2134/agronj2002.8210>
- Singh, H., Dunn, B., Payton, M., & Brandenberger, L. (2019). Fertilizer and Cultivar Selection of Lettuce, Basil, and Swiss Chard for Hydroponic Production. *HortTechnology*, 29(1), 50–56. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04178-18>
- Topalović, A., Knežević, M., Trifunović, S., Novaković, M., Pešić, M., & Đurović, D. (2018). Effects of soil properties and fertilization on quality and biological activity of Swiss chard. 83(6), . *European Journal of Horticultural Science*, 83(6), 374–381.